

PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ALTO GÁLLEGO (HUESCA): UN EJEMPLO DE ANÁLISIS SISTEMÁTICO DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO DE UNA COMARCA NATURAL

L. CARCAVILLA¹
Á. BELMONTE¹
M^a P. BERRIO¹
J. LÓPEZ-MARTÍNEZ¹
J. J. DURÁN^{1,2}

RESUMEN.— El presente trabajo se ha centrado en el análisis del patrimonio geológico de una comarca natural de pequeña extensión: el Alto Gállego, en la provincia de Huesca. Se incluye una relación de 49 Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego, señalando el tipo de interés predominante de cada uno de ellos. El 50% de los puntos considerados presenta interés geomorfológico, seguidos en número por los de tipo estratigráfico o tectónico, y a continuación los de carácter petrológico, mineralógico e hidrogeológico.

ABSTRACT.— *Points of Geological Interest of the Alto Gallego (Huesca): an example of systematic analysis of the geological wealth in a natural region.* This work has focused on the analysis of the geological wealth of a small natural region: the Alto Gallego, in the province of Huesca. A list of 49 Points of Geological Interest of the Alto Gallego are included, indicating the type of predominating interest of each one of them. 50% of the points considered have geomorphological interest, followed in number by the stratigraphic or tectonic type, and then the petrological, mineralogical and hydrogeological type.

¹ Universidad Autónoma de Madrid. Facultad de Ciencias. Carretera de Colmenar Viejo, km 15. E-28049 MADRID.

² Instituto Geológico y Minero de España. Ríos Rosas, 23. E-28003 MADRID.

KEY WORDS.— Geological wealth, Points of Geological Interest, Huesca, Alto Gallego, Pyrenees.

INTRODUCCIÓN

La creciente utilización de las zonas montañosas como áreas recreativas ha conducido a un incremento de la presión sobre el medio natural y los valores que este posee. Los trabajos referidos al patrimonio geológico tienen como objetivo principal seleccionar y destacar aquellos lugares que posean un alto valor en relación con las Ciencias de la Tierra, para así promover su preservación y su posible utilización con fines científicos, culturales, didáctico-educativos o turísticos.

El objetivo del presente trabajo es seleccionar los elementos más destacados del patrimonio geológico de la comarca del Alto Gállego, en el Pirineo aragonés. Para ello, se han identificado y descrito aquellos puntos cuyos rasgos geológicos son más sobresalientes, y se ha analizado, posteriormente, su distribución, diversidad genética, ámbito temporal, estado de conservación y riesgos potenciales de degradación. Por último, se ha valorado su situación en relación con ciertas infraestructuras turísticas existentes en la zona de estudio, como son caminos balizados, pistas forestales, diversos tipos de alojamiento y ofertas de ocio y entretenimiento.

El Alto Gállego es una mancomunidad de municipios que engloba el valle de Tena y Serrablo. Incluye, por lo tanto, el curso medio y alto del río Gállego, el valle de Basa y la Guarguera, siendo las localidades más importantes Sabiñánigo, Biescas y Sallent de Gállego (Fig. 1). En esta comarca están presentes diferentes unidades geológicas, lo cual le confiere una alta diversidad desde el punto de vista de las Ciencias de la Tierra.

La realización de este estudio ha incluido trabajos de gabinete y de campo, en los que se han visitado, descrito y fotografiado 80 puntos, de los cuales finalmente se seleccionaron los 49 que mejor se ajustaban a los objetivos del trabajo. El presente artículo es un resumen del estudio, más amplio, realizado gracias a una beca concedida por el Instituto de Estudios Altoaragoneses.



Fig. 1. Situación de la zona de estudio.

MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

La comarca del Alto Gállego se sitúa al norte de la provincia de Huesca, en el Pirineo central. Limita al oeste con la Jacetania, al norte con el Béarn, al este con Sobrarbe y al sur con la Hoya de Huesca (Fig. 1). Tiene una extensión de 1.359 km² y una población de algo más de 12.000 habitantes. En el Alto Gállego pueden distinguirse dos subcomarcas con gran personalidad geomorfológica:

— Al sur se encuentra el Serrablo, que se extiende desde el puerto de Monrepós hasta el congosto de Santa Elena. Abarca los valles de los ríos Guarga, Basa y Aurín, afluentes del Gállego, así como la Bal Ancha y la Estrecha. Las alturas más representativas de la zona son Toronzué (2.268 m) y Oturia (1.921 m).

— Al norte se ubica el valle de Tena, que se extiende desde el congosto de Santa Elena hasta el puerto del Portalet, donde se sitúa la frontera con Francia. Los valles secundarios que aportan sus aguas al curso alto del Gállego son Bolática, Caldarés, Lana Mayor, Escarra y Aguas Limpias. En este sector del Alto Gállego se encuentran algunos de los picos más altos del Pirineo, como el Balaitus o Pico Moros (3.151 m) y los Picos del Infierno (3.082 m).

Las condiciones climáticas generales del Alto Gállego se ven matizadas por las diferencias orográficas entre las citadas subcomarcas, siendo menores las precipitaciones en el sur (Sabiñánigo, con 806 mm frente a los 1.600 mm en el balneario de Panticosa), y más elevadas las temperaturas medias (10,7 °C en Sabiñánigo y 6,7 °C en Sallent). La distribución anual de las precipitaciones es bastante homogénea, notándose un incremento en la estación fría al sur de la comarca. La nieve hace acto de presencia especialmente entre los meses de noviembre y abril, ampliándose este intervalo en zonas de alta montaña. La isoterma de 0° se sitúa entonces en torno a los 1.600 m, lo que favorece una importante acumulación nival, especialmente en el valle de Tena, con reflejo en la dinámica fluvial.

Respecto a las características geológicas, el Alto Gállego se encuentra dentro de la zona surpirenaica, incluyendo sectores de la Zona Axial, Sierras Interiores y Depresión Media, limitando con las Sierras Exteriores. En la región existe gran variedad de litologías, pertenecientes a amplio intervalo cronoestratigráfico que abarca del Silúrico al Cuaternario.

La Zona Axial comprende los materiales paleozoicos y abarca el sector más septentrional del área de estudio. Los materiales más antiguos son pizarras del Silúrico (Ríos *et al.*, 1989), que afloran de manera dispersa y poco extensa en algunos puntos del valle de Tena. Existen también rocas pertenecientes al Devónico, que ocupan la mayor extensión dentro de los materiales paleozoicos. Se trata predominantemente de calizas, como las de Peña Foratata, y pizarras, como las del entorno del ibón de Piedrafita. El Carbonífero inferior, de naturaleza calcárea y pizarrosa, aflora en Escarra, Izas y el Portalet. Por su parte, los materiales pertenecientes al Carbonífero superior constituyen, junto con los del Pérmico, las molasas tardihercénicas (GISBERT, 1983).

Dentro de la Zona Axial se encuentra el importante batolito de Pantico-sa-Cauterets, formado por granodioritas hercínicas. Asimismo, entre las rocas pérmicas se sitúan múltiples afloramientos de andesitas, destacando el pitón de Anayet, posterior a la cercana caldera desmantelada del Midi d'Ossau (VALERO, 1986).

La mayor parte del citado conjunto litológico ha sido afectado por dos fases orogénicas, hercínica y alpina, que han originado estructuras a veces complejas en las que no siempre es sencillo diferenciar los efectos de una y otra fase. Dentro de la orogenia hercínica puede hablarse de dos fases principales más algunas secundarias posteriores desigualmente representadas y, probablemente, relacionadas con las intrusiones granodioríticas (RÍOS *et al.*, 1989).

Tras el depósito de los materiales paleozoicos se registra una laguna estratigráfica que abarca todo el Triásico, Jurásico y Cretácico inferior, de modo que el siguiente conjunto litológico representado en el Alto Gállego es de edad cenomaniense. Se suceden calizas con prealveolinas y calizas con rudistas que dan paso a las areniscas de Marboré. Del Paleoceno son las dolomías de la formación Salarons y las calizas de la formación Gallinero. Este conjunto forma las Sierras Interiores, reconocibles en la zona por la alineación sierra de la Partacua-Tendenera. Presentan un contacto tectónico con el zócalo hercínico, sobre el que cabalgan. La estructura de estas sierras corresponde a un anticlinal vergente al sur que acaba cabalgando, dando lugar a cuatro escamas reconocibles en el entorno de Santa Elena.

Discordantes sobre los materiales de las Sierras Interiores se sitúan las turbiditas de la Depresión Media. Estas contactan a través de un cabalgamiento con los conglomerados de Santa Orosia y las margas de Larrés. Más al sur se encuentra el sinclinorio del Guarga, donde los materiales continentales de la formación Campodarbe se disponen en un gran sinclinal con algún anticlinal menor en su seno (RIBA *et al.*, 1980).

La comarca del Alto Gállego presenta una geomorfología rica en contrastes y en formas singulares de gran valor para la reconstrucción de su evolución. Pueden distinguirse formas estructurales, condicionadas por la litología y la tectónica, especialmente visibles en las Sierras Interiores, que muestran un escarpe con más de mil metros de desnivel en algunos puntos

(por ejemplo, el ibón de Piedrafita). Otro escarpe morfológico de importancia es el generado por los conglomerados de Santa Orosia sobre las margas de Larrés. También los Capitiellos, formados por las areniscas de Sabiñánigo, resaltan en el paisaje del Serrablo. Las cuevas del sinclinorio del Guarga también pueden englobarse dentro de esta modalidad de formas.

La abundancia de afloramientos calizos hace muy frecuentes las formas kársticas, tanto exokársticas (dolinas y zonas de lapiaz) como endokársticas, con cavidades de gran desarrollo y a veces con hielo en su interior.

El aspecto más destacable de la geomorfología del Alto Gállego corresponde a las formas debidas al glaciario. Todas ellas se registran a partir de Sabiñánigo, en la zona norte de la comarca, vertebrada alrededor de la artesa del Gállego. Circos, artesas, valles colgados, umbrales y cubetas, morrenas, bloques erráticos, gargantas subglaciares, y otras formas y depósitos del mismo origen son rasgos frecuentes en el paisaje, evidenciando una intensa actividad glaciario durante el Pleistoceno. Entre estos ejemplos cabe destacar la morrena terminal de Senegüé y, por supuesto, los complejos glaciares actuales de los Picos del Infierno, Balaitus y Garmo de Frondiellas, aún funcional el primero, y en el límite entre glaciario y helero los otros (ARENILLAS *et al.*, 1988; CHUECA *et al.*, 2000).

Resultan de gran interés los sistemas de glaciario y terrazas del entorno de Sabiñánigo, siendo estas últimas debidas a los ríos Gállego y Aurín. En la zona comprendida entre Santa Elena y Senegüé son también reseñables los múltiples conos de deyección, como los de Sía, Arás, Escuer u Oliván, presentando todos ellos algún lóbulo activo funcional, especialmente tras las tormentas estivales (SERRANO, 1998).

PATRIMONIO GEOLÓGICO: DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

El creciente interés por el medio ambiente y la conservación de la naturaleza que se viene produciendo en los últimos tiempos ha impulsado los estudios de patrimonio geológico. Esto es debido a la aplicabilidad de estos estudios en ámbitos como el aprovechamiento de los recursos naturales de una región, declaración de espacios naturales protegidos, educación ambiental y planificación territorial. Como consecuencia han proliferado

las publicaciones dedicadas a esta temática (ej. PALLÍ y CARRERAS, 1996; DURÁN y VALLEJO, 1998; BARETTINO *et al.*, 1999), incluyendo estudios dedicados a diferentes ámbitos territoriales, como Andalucía (DURÁN y NUCHE, 1999), Madrid (DURÁN, 1998) y Murcia (ARANA *et al.*, 1999).

El patrimonio geológico suele definirse como «el conjunto de recursos naturales, mayoritariamente no renovables, ya sean formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, o yacimientos minerales, petrológicos o paleontológicos, que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia de la Tierra y de los procesos que la han modelado, con su correspondiente valor científico, cultural, educativo, paisajístico o recreativo» (CENDRERO, 1996). La metodología habitual de los estudios de patrimonio geológico se basa en la identificación sobre el terreno de una serie de elementos que proporcionan información geológica de manera sobresaliente, y que se denominan Puntos de Interés Geológico (PIGs). En el presente trabajo se ha considerado de interés incluir, además, ciertos puntos cuyo interés reside en ser recursos renovables de carácter geológico, o en tener relación con la geología ambiental y los riesgos naturales, según lo establecido por DURÁN *et al.* (1996), ya que proporcionan información sobre los procesos geológicos activos en la actualidad o con probabilidad de ocurrir en el futuro. Por lo tanto, la inclusión de dichos puntos proporciona una visión más amplia del ámbito geológico, en especial en una zona de dinámica tan activa como la estudiada.

La selección de los Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego se ha realizado teniendo presente la conveniencia de que estén representados los diversos ámbitos y edades geológicas presentes en la zona de estudio. Para ello, ha sido necesario considerar las características geológicas del ámbito de estudio, incluyendo los materiales y edades presentes en la zona. Posteriormente se ha tenido en cuenta la distribución y abundancia de los PIGs seleccionados.

En el presente trabajo se ha realizado un inventario de Puntos de Interés Geológico orientado a su posible utilización divulgativa entre los numerosos visitantes que, sobre todo en verano, recorren los caminos balizados de la zona y utilizan las diferentes infraestructuras de comunicación y alojamiento. Por ello, en la descripción de los puntos de interés se han anali-

zado y reseñado ciertas características relacionadas directamente con su posible utilización divulgativa, como son la facilidad de comprensión del punto, el valor escénico y estético, entre otros. Por otro lado, se ha considerado la presencia de determinadas infraestructuras turístico-recreativas, como caminos balizados, alojamientos y otros recursos turísticos cercanos, para poder analizar la interacción entre ambos y así proponer medidas concretas de actuación.

ANTECEDENTES Y CRITERIOS DE VALORACIÓN Y SELECCIÓN

Hasta la fecha ningún estudio referido al patrimonio geológico había analizado en detalle la totalidad de la comarca del Alto Gállego. Algunos trabajos de carácter regional han seleccionado puntos de interés geológico pertenecientes al área de estudio (ALCALÁ *et al.*, 1996) como las turberas del pico Anayet, el termalismo del balneario de Panticosa y el conjunto de los glaciares pirenaicos. Otros inventarios, también de carácter regional (LENÁROZ, 1997), han analizado la zona de estudio, pero con un grado de detalle que no permitía el cruce de esta información con la referida a las infraestructuras. Más significativo es otro trabajo que considera con mayor detalle el patrimonio geológico de un sector del Pirineo central que engloba entre otros el valle de Tena (BARETTINO *et al.*, 1997), cuyo inventario ha servido de base inicial para el análisis de los Puntos de Interés Geológico de la parte septentrional de la zona de estudio. Por último, cabe reseñar la mención que a la riqueza geológica de la zona se hace en el mapa geológico de Sallent de la serie MAGNA (RÍOS *et al.*, 1989), así como la descripción en tono divulgativo de las páginas web elaboradas por MENDÍVIL y BURILLO.

Es más abundante la información referente a aspectos relacionados con la geología y, sobre todo, la geomorfología de la zona de estudio. Cabe destacar los trabajos sobre la geomorfología glacial del valle de Tena (MARTÍ BONO, 1978; MARTÍNEZ DE PISÓN y SERRANO, 1998; SERRANO y MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994; SERRANO, 1998); sobre la evolución de la nieve y los glaciares actuales (CHUECA y LAMPRE, 1994; CHUECA y JULIÁN, 1995; MARTÍNEZ DE PISÓN y ARENILLAS, 1990; CHUECA *et al.*, 2000); sobre los materiales del Devónico (GALERA, 1987), y sobre la evolución tecto-sedimentaria de la parte sur de la comarca (PUIGDEFÁBREGAS, 1975). A esta información hay

que añadir las síntesis cartográficas que suponen los mapas geológicos a escala 1:50.000 de Sabiñánigo (BARNOLAS *et al.*, 1998) y Sallent (RÍOS *et al.*, 1989), el mapa geológico de Huesca a escala 1:200.000 (RIBA *et al.*, 1980), y diversas cartografías geomorfológicas (GARCÍA RUIZ, 1989; SERRANO, 1998; CHUECA *et al.*, 2000).

Es también muy abundante la documentación de tipo divulgativo referida a las características geológicas de la parte septentrional de la zona de estudio (ej. CUCHÍ, 1999; MARTÍNEZ DE PISÓN, 1994 y 1996), a las que hay que añadir numerosas guías de itinerarios, senderos y excursiones, entre las que destaca por su exhaustividad la realizada por BIARGE y BIARGE (1999). Sin embargo, son muy pocas las publicaciones referidas a la zona sur del ámbito de estudio, ya sean de carácter general (LATAS *et al.*, 1999) o geológico (BELMONTE, 1999).

Una fase necesaria en los trabajos referidos al patrimonio geológico es la definición de los criterios para seleccionar los Puntos de Interés. La metodología habitual suele consistir en elaborar una ficha informativa para cada punto, en la que se resumen las principales características del mismo. La ficha elaborada para este trabajo contiene información sobre las características geológicas del punto y su estado de conservación, yendo acompañada de mapas, croquis y fotografías. Además, con el fin de poder cruzar la información geológica y la de las infraestructuras, se ha añadido la descripción de la localización y accesibilidad del punto. Debido a los objetivos del trabajo, los puntos para seleccionar deben tener, además de una valoración alta, unas características determinadas, entre las que están: tener carácter puntual o al menos que la visita pueda centrarse en un lugar concreto; cierta componente estética del punto o de los alrededores que hagan su visita atractiva para personas no especialistas en geología; y un estado de conservación aceptable, o, en caso de estar degradado, con posibilidades de mejora.

Los criterios de valoración del interés del punto se han dividido en tres tipos: criterios relacionados con su valor intrínseco, con su potencialidad de uso y con su necesidad de protección. El valor intrínseco se refiere a lo que se podría llamar «importancia geológica», que viene condicionada, entre otros factores, por su rareza o abundancia, representatividad como modelo geológico y valor que proporciona a la interpretación del paisaje. La potencialidad de uso se refiere al interés que presenta el punto en relación con las

actividades que puede llevar asociadas. En este apartado se ha tenido en cuenta las posibilidades divulgativas o de explicación para un público no especializado (aunque sí iniciado). Por ello, se han tenido en cuenta, entre otros, criterios como la facilidad de comprensión del punto y asociación con otros elementos del medio natural como la fauna o la vegetación. Por último, el apartado referido a la necesidad de protección alude a la vulnerabilidad y a las amenazas actuales o potenciales. De esta manera, se ha obtenido una información de cada punto en función de las variables citadas.

PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ALTO GÁLLEGO

Teniendo en cuenta las características geológicas de la zona y la revisión bibliográfica efectuada, se preseleccionaron 80 Puntos de Interés Geológico que, tras el trabajo de campo y la síntesis posterior, quedaron reducidos a los 49 puntos que componen el listado final. En la tabla I se indica el nombre de cada punto, el número asignado que coincide con la numeración en el mapa de localización de los Puntos de Interés (Fig. 2), y el principal o los principales tipos de interés de cada punto.

Los inventarios de Puntos de Interés Geológico deben representar las características geológicas básicas de una región, así como los acontecimientos fundamentales de la historia geológica local. Observando el listado de los Puntos de Interés (Tabla 1) se puede apreciar que el interés geomorfológico está presente en casi el 50% de los puntos, siendo, con mucho, el tipo de interés más frecuente. Esto es debido a que la mitad septentrional del área de estudio sufrió una importante evolución del relieve durante el Cuaternario. El glaciario modeló el valle de Tena, dejando como vestigios de su acción una gran cantidad de rasgos geomorfológicos singulares, unos de tipo erosivo, como circos, cubetas, artesas y umbrales, y otros de tipo deposicional, con presencia de numerosos restos morrénicos. El conjunto de estas formas y depósitos permiten la interpretación del paisaje actual y la reconstrucción de etapas anteriores, y por ello han sido incluidos en el inventario. La accidentada orografía de la zona de estudio, combinada con los agentes meteorológicos, condiciona que en la actualidad los procesos superficiales sean muy activos, lo que también justifica la abundante presencia de elementos geomorfológicos en el inventario.

Los puntos de interés estratigráfico y tectónico siguen en importancia y abundancia a los geomorfológicos, estando también ampliamente representados. Pueden encontrarse evidencias interesantes de la deformación que sufrieron los materiales geológicos en el proceso de levantamiento de la cordillera. El efecto de dos orogenias separadas por largos periodos de erosión y sedimentación se hace patente en el Alto Gállego, con puntos de interés que reflejan tanto el plegamiento y la deformación de los materiales geológicos, como el desarrollo de importantes series estratigráficas, algunas de ellas con carácter sintectónico, lo que se traduce en un interés combinado tectónico y estratigráfico.

Tabla I. Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego seleccionados en el presente trabajo. Se indica el tipo/s principal/es de interés de cada punto.

Nº	Nombre	Tipo principal de interés
1	Secuencia estratigráfica de Molino Escartín	Estratigráfico
2	<i>Hog-back</i> de la arenisca de Sabiánigo	Estratigráfico / Geomorfológico
3	Terreros de Yebra de Basa	Geomorfológico / Paleontológico
4	Conglomerados de Santa Orosia	Estratigráfico
5	Cabalgamiento de Oturia	Tectónico
6	Morrena de Aurín	Geomorfológico / Estratigráfico
7	Morrena de Senegüé	Geomorfológico / Estratigráfico
8	Corona de Aurín	Geomorfológico
9	Cascada y <i>flysch</i> de Orós Bajo	Geomorfológico / Estratigráfico
10	Artesa de la Tierra de Biescas	Geomorfológico
11	Chimeneas de las Hadas de Arás	Geomorfológico
12	Travertinos de Santa Elena	Petrológico
13	<i>Chevrons</i> de Lasieso	Tectónico
14	Ibones de Asnos y Sabocos	Geomorfológico
15	Serie Cretácico-Eoceno de Sabocos	Estratigráfico
16	Endokarst de Tendenera	Geomorfológico
17	Arco de la sierra de la Partacua	Tectónico / Geomorfológico
18	Cueva de la Buchaquera	Geomorfológico
19	Cabalgamientos de Somola	Tectónico
20	Lapiaz de Bucuesa	Geomorfológico
21	Ibón de Bucuesa	Geomorfológico
22	Anticlinal del Mandilar	Tectónico
23	Yacimiento silúrico de Hoz de Jaca	Paleontológico
24	Deslizamiento del Panar de la Traberosa	Geomorfológico
25	Anticlinal de Panticosa	Tectónico

Tabla I. (Continuación)

Nº	Nombre	Tipo principal de interés
26	Barranco y cascada de Escarrilla	Geomorfológico
27	Deslizamiento de Punta Cochata	Geomorfológico
28	Morrenas del valle de Escarra	Geomorfológico
29	Ibones y turberas de Anayet	Geomorfológico
30	Serie volcano-sedimentaria de Anayet	Petrológico
31	Minas de fluorita de El Portalet	Mineralógico
32	Rasgos glaciares y periglaciares del circo del Pico Sarrato	Geomorfológico
33	Aguas termales del balneario de Panticosa	Hidrogeológico
34	Cascadas del arroyo Caldarés	Geomorfológico
35	Artesa colgada de la Mallata de Argualas	Geomorfológico
36	Plutón de Panticosa	Petrológico
37	Ibón de Tebarray	Geomorfológico
38	Glaciar y complejos morrénicos de los Picos del Infierno	Geomorfológico
39	Marmolera de los Picos del Infierno	Petrológico
40	Circo de Pondiellos	Geomorfológico
41	Glaciar rocoso de Argualas	Geomorfológico
42	Peña Foratata	Estratigráfico
43	Pliegue de Puy Arcol	Tectónico
44	Ibonciecho	Geomorfológico
45	Pliegues de Aguas Limpias	Tectónico
46	<i>Horns</i> de Arriel y Palas	Geomorfológico
47	Cresta del Diablo	Geomorfológico
48	Glaciares y complejos morrénicos del Balaitus	Geomorfológico
49	Cretácico de la cima del Balaitus	Estratigráfico / Tectónico

Dentro de la compleja evolución geológica del valle de Tena hay que destacar la existencia de importantes procesos ígneos, con la presencia de elementos de interés petrológico, referidos a los procesos volcánicos y plutónicos que tuvieron lugar a finales del Paleozoico y principios del Mesozoico. La existencia de ciertas mineralizaciones de interés, así como de termalismo, provoca la presencia de ciertos puntos de interés mineralógico e hidrogeológico.

Para poder analizar la distribución espacial de los Puntos de Interés Geológico seleccionados, se han realizado modelos digitales de elevación del terreno de la zona de estudio, sobre los cuales se han representado los puntos. El resultado ha sido un mapa que permite apreciar las características fisiográficas de la zona y la distribución de los puntos, del cual se incluye aquí una versión reducida (Fig. 2).



Fig. 2. Mapa de Puntos de Interés Geológico del Alto Gállego.

Observando la distribución de los puntos se puede apreciar que la mayoría de ellos se sitúan en la Zona Axial pirenaica, que corresponde a la parte septentrional de la zona de estudio. La causa de esta concentración es la heterogeneidad litológica de este sector, donde se encuentran materiales metamórficos, volcánicos, plutónicos y sedimentarios afectados por dos fases orogénicas, a los que hay que añadir las abundantes formas y depósitos superficiales generados durante el Cuaternario por la acción glacial, periglacial y fluvial.

En las Sierras Interiores, que constituyen una importante barrera que separa los dominios paleozoico y terciario, también hay una importante representación de puntos, fundamentalmente ligados a los fenómenos kársticos y a aspectos stratigráficos y tectónicos de las series carbonáticas del final del Mesozoico y comienzos del Terciario. El dominio perteneciente a la Depresión Media es más homogéneo en sentido geológico, con existencia de puntos fundamentalmente de interés sedimentario.

La observación del mapa de distribución de puntos (Fig. 2) permite, a su vez, apreciar que existen algunos sectores donde se concentran Puntos de Interés. Ejemplos de ello lo constituyen los alrededores de la ermita de Santa Orosia (puntos 4 y 5), la cabecera del valle de Aurín (puntos 18, 19, 20 y 21), la alineación de las sierras de la Partacua y Tendenera (puntos 12, 13, 14, 15, 16 y 17), el entorno de los valles de Escarra y Anayet (puntos 26, 27, 28, 29 y 30), los alrededores del balneario de Panticosa (puntos 32, 33, 34, 35 y 36) y el sector comprendido entre los macizos montañosos del Balaitus y los Picos del Infierno. En sentido geológico los lugares seleccionados son los más sobresalientes, encontrándose situados la mitad de los puntos en zonas amparadas bajo alguna figura legal de protección por pertenecer a un espacio natural protegido.

El estado de conservación de los puntos seleccionados es diverso, aunque en general se encuentran bien conservados. El impacto provocado por la acción antrópica se hace patente en algunos lugares, como son las antiguas explotaciones mineras, principalmente de fluorita y de carbón. En la zona existen también dos estaciones de esquí alpino, dos de fondo y numerosas explotaciones hidroeléctricas, incluyendo dos grandes embalses que represan el río Gállego, otros de menor tamaño y las numerosas obras de represamiento y conducciones en los ibones y las cabeceras de los valles.

En cuanto a la relación entre los elementos del patrimonio geológico y las infraestructuras turísticas existentes, es importante reseñar que la amplia red de senderos balizados, alojamientos y otro tipo de ofertas e infraestructuras existentes en la zona de estudio puede servir de base para aproximar los elementos del patrimonio geológico al público no especializado. Esto puede significar un avance en la popularización de esta información, aportando una nueva alternativa de ocio que permita su aprovechamiento, hecho especialmente interesante para una comarca que cada vez apuesta más por el sector servicios en clara relación con su riqueza natural.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte de un estudio más amplio sobre el patrimonio geológico del Alto Gállego, realizado gracias a la concesión de una subvención dentro de la convocatoria de 1999 de becas y ayudas a la investigación del Instituto de Estudios Altoaragoneses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALÁ, B., y ALCALÁ, L. (1996). El Patrimonio Geológico de Aragón. *Geogaceta*, 19: 217-220.
- ARANA, R.; RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; MANCHEÑO, M. A.; GUILLÉN, F.; ORTIZ, R.; FERNÁNDEZ TAPIA, T., y DEL RAMO, A. (1999). *El Patrimonio Geológico de la Región de Murcia*. Fundación Séneca. 399 pp.
- ARENILLAS, M.; MARTÍNEZ, R.; MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y NAVARRO, J. (1998). Los glaciares actuales y la nieve en el Pirineo español. En GÓMEZ ORTIZ, A., y PÉREZ ALBERTI, A. (eds.). *Las huellas glaciares de las montañas españolas*: 329-346. Universidad de Santiago de Compostela.
- BARETTINO, D.; ALBERRUCHE, E., y RÍOS, S. (1997). Integración del Patrimonio Geológico en el análisis del valor natural del territorio: el mapa del valor natural en el sector del Pirineo central. *Zubía*, 15: 21-33.
- BARETTINO, D.; VALLEJO, M., y GALLEGO, E. (1999). *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millennium*. Sociedad Geológica de España. 459 pp.
- BARNOLAS, A., et al. (1998). *Mapa Geológico de España E. 1:50.000. Sabiñánigo. Hoja 177*. ITGE. Madrid. Inédito. 48 pp.

- BELMONTE, Á. (1999). *Coronas y zinglos. Un viaje a pie por la geología de Serrablo*. A Lazena de Yaya, 11. Museo Ángel Orensanz y Artes de Serrablo. Sabiñánigo. 162 pp.
- BIARGE, F., y BIARGE, A. (1999). *El valle de Tena. Tierra de Biescas y valle de Ossau*. Plan de Excelencia Turística del Valle de Tena-Biescas. Huesca. 400 pp.
- CENDRERO, A. (1996). *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid. 112 pp.
- CHUECA, J., y JULIÁN, A. (1995). El glaciar de Frondiellas (macizo de Balaitus, Pirineo central aragonés) y su complejo morrénico: un ejemplo de dinámica deposicional mixta glacio-nival. *Cuaternario y Geomorfología*, 9 (3-4): 3-15.
- CHUECA, J.; JULIÁN, A.; PEÑA, J. L., y ESPINALT, M. (2000). Mapa geomorfológico del Alto Gállego (Pirineo aragonés). En *Boletín Glaciológico Aragonés*, 1. Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza.
- CHUECA, J., y LAMPRE, F. (1994). *Los glaciares altoaragoneses*. Cuadernos Altoaragoneses de Trabajo, 21. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. 32 pp.
- CUCHÍ, J. A. (1999). El marco geológico del Alto Gállego (valles de Tena y Aurín). En BIARGE, F. y BIARGE, A. (eds.). *El valle de Tena. Tierra de Biescas y valle de Ossau*, 9-17. Plan de Excelencia Turística del Valle de Tena-Biescas. Huesca.
- DURÁN, J. J. (ed.). (1998). *El Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid*. Sociedad Geológica de España. Madrid. 290 pp.
- DURÁN, J. J.; LÓPEZ MARTÍNEZ, J., y BAREA, J. (1996). Patrimonio geológico y sostenibilidad. Aplicación a la provincia de Málaga. *Zubía*, 15: 56-67.
- DURÁN, J. J., y NUCHE, R. (eds.). (1999). *Patrimonio Geológico de Andalucía*. Enresa. 357 pp.
- DURÁN, J. J., y VALLEJO, M. (eds.). (1998). *Comunicaciones de la IV Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España. Madrid.
- GALERA, J. M. (1987). *Estudio del Devoniano en el Pirineo Español*. Tesis doctoral. ETSI de Minas. Madrid.
- GARCÍA RUIZ, J. M. (1989). *Sallent, Hoja 145. Mapa Geomorfológico*. Geoforma Ediciones. Logroño. 29 pp. + 1 mapa.
- GISBERT, J. (1983). Las molasas tardihercínicas del Pirineo. En COMBA, J. A. (coord.). *Libro Jubilar J. M. Ríos*, t. II, 168-185. Comisión Nacional de Geología e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- LATAS, Ó., y NAVARRO, J. M. (1999). *Serrablo. Guía turística*. Prames. Zaragoza. 72 pp. y un mapa.
- LENÁROZ, B. (1997). Primer inventario de los puntos de interés geológico de Aragón. En PALLÍ, L., y CARRERAS, J. (eds.). *Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*, 39-42. Sociedad Geológica de España y Universidad de Girona.

- MARTÍ BONO, C. (1978). Aspectos de la problemática geomorfológica del Alto Aragón occidental. *Estudios Geográficos*, 153: 473-493.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). *Relieves del Alto Pirineo Aragonés. Itinerarios geográficos*. Caja de Ahorros de la Inmaculada. Zaragoza. 151 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1996). *El valle de Tena: un paisaje modelado por el hielo*. Diputación General de Aragón. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. Zaragoza. 158 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y ARENILLAS, M. (1990). Los glaciares actuales del Pirineo español. En *La nieve en el Pirineo español*, 29-98. MOPU. Madrid.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E., y SERRANO, E. (1998). Morfología glaciar del valle de Tena. En GÓMEZ ORTIZ, A., y PÉREZ ALBERTI, A. (eds.). *Las huellas glaciares de las montañas españolas*, 239-262. Universidad de Santiago de Compostela.
- MENDÍVIL, F. J., y BURILLO, J. www.aragon.net/aragon/web/parques/geologia/pginicio.htm; www.aragon.net/aragon/web/parques/geologia/pgaproxi.htm;
- PALLÍ, L., y CARRERAS, J. (eds.). (1996). *Comunicaciones de la III Reunión de la Comisión de Patrimonio Geológico*. Sociedad Geológica de España y Universidad de Girona.
- PUIGDEFÁBREGAS, C. (1975). *La sedimentación molásica en la cuenca de Jaca*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, 104. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Jaca. 188 pp.
- RIBA, O.; PUIGDEFÁBREGAS, C.; SOLER, M.; MALDONADO, A.; MARTÍ, C., y GARRIDO, A. 1980. *Mapa Geológico de España, E. 1:200.000. Huesca*, 23. IGME. Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 54 pp.
- RÍOS, L. M.; GALERA, J. M.; BARETTINO, D., y LANAJA, J. M. (1989). *Mapa Geológico de España. Sallent, Hoja 145. 29-8*. Instituto Tecnológico y Geominero de España. Madrid. 61 pp. + 1 mapa.
- SERRANO, E. (1998). *Geomorfología del Alto Gállego*. Institución Fernando el Católico. Zaragoza. 501 pp.
- SERRANO, E., y MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1994). Geomorfología y evolución glaciar en el Pirineo aragonés oriental. En MARTÍ BONO, C., y GARCÍA RUIZ, J. M. (eds.). *El glaciarrismo surpirenaico: nuevas aportaciones*, 33-64. Geoforma. Logroño.
- VALERO, B. L. (1986). *El marco geológico del Estefaniense-Pérmico del Alto Aragón y el Alto Gállego (Pirineo de Huesca)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Zaragoza. 244 pp.