



UNIVERSIDAD DE LEÓN

Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales

---

PATRIMONIO GEOLÓGICO Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO.  
IMPLICACIONES EN LA GESTIÓN DE ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Tesis doctoral

INÉS FUERTES GUTIÉRREZ

---

DIRECTORES:

DR. EDUARDO ALONSO HERRERO

DRA. ESPERANZA FERNÁNDEZ MARTÍNEZ

LEÓN, 2013



## AGRADECIMIENTOS

Mi primera emoción...

Compartir la alegría con todas las personas que habéis hecho posible este proyecto.

Sois unas cuantas.

Maestros, transmisores de conocimientos, compañeras de fatigas y de campo...

Proveedores de cuidados, buenos ratos, cariño y sonrisas.

Hace tiempo dos personas muy especiales me invitaron a redescubrir la naturaleza.

Consiguieron que me maravillara con las peñas, las piedras y sus historias...

He aprendido nuevas dimensiones, escalas y sinergias que me han supuesto (incluso) un cambio en mi forma de sentir este planeta. Esto es, sin duda, lo mejor que me ha dado la tesis.

### **A Eduardo (un gran naturalista):**

Salir al campo contigo, aprender de tu visión holística, percibir esa capacidad de observación que ha sido y espero siga siendo mi maestra... Gracias por tu paciencia y apoyo durante todos estos años.

### **A Esperanza (una profesional y persona excepcional):**

De ti guardo la palabra *equipo*. ¡Contigo todo me resulta fácil! Tus conocimientos, organización, críticas, consejos y capacidad para simplificar lo más complejo han sido elementos básicos para darle forma a todo esto. Gracias también por tu amistad.

\*\*\*

**Gracias** a los miembros del **GEOPAGE** por su trabajo realizado para el inventario de León. Gracias en especial a Espe García porque su labor en el proyecto fue fundamental. Gracias a Rodrigo Castaño por su columna estratigráfica y a J.M. Redondo por todo lo que disfruté (aprendiendo) con él en el campo de aquellos maravillosos veranos.

La colaboración de varios profesionales del Área de Patrimonio Geológico del IGME (Madrid) ha sido imprescindible para que esta tesis sea una realidad. Luis Carcavilla, involucrado varias veces en este trabajo... gracias de nuevo por haber encontrado momentos para todas mis consultas y también por revisar nuestros trabajos. Gracias también a Enrique Díaz, a Juanjo Durán, a Ángel García Cortés y a Juani Vegas por avalar esta tesis.

Gran parte de mi trayectoria como doctoranda transcurrió en el Área de Botánica. Guardo recuerdos muy buenos de esa época. Gracias a la Universidad de León por la beca que me concedió para poder adentrarme en este mundo. Gracias a Ángel Penas y Sara del Río por haberme dado la oportunidad de iniciarme en la investigación.

Más allá de lo aprendido, lo mejor que me llevo de esa etapa es mi amistad con *Linda*. Gracias Linda, tu apoyo ha sido básico en más de una crisis... que tú acababas convirtiendo en risas. Gracias también a Elena de Paz por nuestras charlas, por tus ánimos y por haberme hecho de correo infinidad de veces. Gracias también al resto de compañeros de la universidad que me hicieron ameno el trabajo diario, en particular a Sara Alcalde, Estrella y Carmen Reyes. También a Zulima, María, Víctor, David y Fermín.

Gracias a Pancho Purroy por confiar en mí desde el principio, por invitarme a los cursos de Picos y por todas las fuerzas y las risas que me has dado.

Gracias al equipo del *Zentrum für Geoinformatik* de la Universidad de Salzburgo (Austria) por permitirme impregnarme de su forma de trabajo. Danke schön!!! Gracias también a la *International Association of Geomorphologists* por concederme una beca para acudir al curso y congreso de Savoie. Special thanks to Mario Panizza for being interested in my research.

\*\*\*

**Gracias a toda mi familia por su cariño:**

En especial a mi tío Ramón, por las correcciones del inglés. Gracias al resto de mi familia de Reinosa, y también a la de León, en particular a Marcos y Alicia por habernos traído tanta alegría.

Gracias a mis abuelas y abuelos por haberme dejado ser *mimo puro*. Gracias a mi Hermana Mara y a Pablo porque pronto convertirán a mis padres en abuelos.

**Gracias a mis amigas y amigos:**

A la gente de siempre: Alberto, Carmen y Cristina, sois parte de mi familia.

A mis amigas: Isabel, Pili, Vir, Ce, Leti y Lorena; sois un pilar básico en mi vida. Gracias también a las peques porque es precioso veros crecer.

A Pascu por ser, desde el primer día, mi **hermano** en León.

A Miriam por prestar su arte para el diseño de la portada... pero sobre todo porque para mí eres uno de los descubrimientos de los últimos tiempos.

A Mary Paz-iencia y Arturo por haberme cuidado tanto en particular en los primeros años en León.

A Lorena (*Bisbita almeriense*) por nuestra conexión y por enviarme mucho calorcito del sur.

Al resto de amigos de la facultad, porque gran parte de lo que sé del campo lo he aprendido en nuestras escapadas. Gracias por compartir conmigo vuestra curiosidad... ¡y por tantos momentos inolvidables! Gracias en especial a *Miguel* por echarme un cable con la fauna del Parque y a Rober (no es casualidad que aparezcas en la portada).

A toda la comunidad de Casa Pluto, especialmente a *Vera*, Gael, Tama, Raquel, Pablo Suances y Gus.

A los amigos que están cerca a pesar de la distancia, en particular a Anina, Fer y Ruli.

A todas las personas que me habéis hecho más fácil el día a día en estos años que llevo de ruta por Castilla y León, sobre todo a los guajes, chavales y chiguitas por su juventud.

\*\*\*

Toñete, la palabra gracias se me queda muy pequeña para ti. Espero que disfrutes la parte tan importante que te toca de esto.

Con tesis o sin ella, yo soy y siento gracias a la integridad, al inagotable amor y a todos los abrazos que me dan mis padres (Rosa y Clemencio) y la persona con la que más me río del mundo (y maquetadora oficial de la tesis): Mara.

*A Barbara, que seguro estará sonriendo...*





# ÍNDICE GENERAL

## INTRODUCCIÓN

I. JUSTIFICACIÓN	13
II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS	15
A. <i>Ordenación del territorio</i>	15
B. <i>Patrimonio geológico</i>	16
C. <i>Espacios naturales protegidos</i>	18
III. TRABAJOS PRESENTADOS	19

## PRIMERA PARTE:

<b>PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE LEÓN</b>	27
1.1. INTRODUCCIÓN	27
1.2. LISTADO INICIAL DE LOCALIDADES CON INTERÉS GEOLÓGICO Y SELECCIÓN DE LIG	29
1.3. ANÁLISIS DE LOS LIG: DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN	36
1.3.1. <i>Ficha descriptiva</i>	36
1.3.2. <i>Ficha valorativa</i>	43
1.3.3. <i>Valores finales</i>	53

1.4. PUBLICACIÓN (DVD): <i>Lugares de interés geológico de la provincia de León.</i>	71
1.5. PUBLICACIÓN (ARTÍCULO): <i>Geosites inventory in the León province: a tool to introduce geoheritage into Regional Environmental Management</i>	73

## **SEGUNDA PARTE:**

### **PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL**

<b>PICOS DE EUROPA</b>	97
2.1. EL TERRITORIO DE ESTUDIO	97
2.1.1. <i>Ubicación geográfica</i>	97
2.1.2. <i>Geología</i>	103
2.1.2.1. La Zona Cantábrica	103
2.1.2.2. Estratigrafía	107
2.1.2.3 Relieve	107
2.1.3. <i>Edafología</i>	115
2.1.4. <i>Flora y vegetación</i>	122
2.1.4. <i>Fauna</i>	124
2.2. EL PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA.	
2.2.1. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL ESTUDIO DE LOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA	128
2.2.1.1. <i>Descripción y delimitación de los LIG</i>	128
2.2.1.2. <i>Cartografía de los LIG</i>	129
2.2.1.3. <i>Valoración de los LIG</i>	129
2.2.2. SELECCIÓN DE LIG DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA	135
2.2.3. PUBLICACIÓN (ARTÍCULO): <i>Mapping geosites for geoheritage</i>	

<i>management: a methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain)</i>	149
2.2.4. INVENTARIO DE LIG DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA	171
<b>RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS</b>	437
<b>DISCUSIÓN GLOBAL DE LOS RESULTADOS</b>	451
<b>CONCLUSIONES</b>	477
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	483



## INTRODUCCIÓN GENERAL



## **INTRODUCCIÓN GENERAL**

### **I. JUSTIFICACIÓN**

Esta tesis doctoral se plantea como un intento de aunar ordenación del territorio y patrimonio geológico, tanto de forma general como en su aplicación particular en el ámbito de los espacios naturales protegidos. La intención es ofrecer herramientas y aportar ideas desde el conocimiento científico que ayuden a una incorporación eficiente del patrimonio geológico en la ordenación del territorio.

Uno de los objetivos primordiales de esta investigación es la búsqueda de instrumentos de gestión, en particular cartográfica, destinados a cubrir las necesidades de los procesos de ordenación del territorio. Más allá de la noción tradicional de esta disciplina (detallada en el apartado siguiente, v. pág. 15), la ordenación del territorio se concibe como un concepto amplio e integrador, que engloba todos los procesos que suponen la evaluación de la idoneidad del territorio para acoger usos y actividades, la valoración de sus impactos y la repercusión de los mismos en el territorio. Esto significa que además de los instrumentos específicos de ordenación del territorio, bajo esta denominación se integra cualquier proceso con repercusión territorial como las Evaluaciones de Impacto Ambiental o la declaración de espacios naturales protegidos.

No obstante, esta memoria se centra principalmente en la parte de la ordenación territorial que se refiere al medio natural, sin considerar los aspectos sociales, económicos, históricos, etc. que deben formar parte de estos procedimientos.

Una gestión adecuada del territorio precisa un conocimiento exhaustivo del mismo y en particular, como indica CENDRERO (1980), del espacio utilizable (tanto sus aptitudes y limitaciones para un uso concreto como las posibles degradaciones inducidas por ese uso). La cartografía constituye la forma óptima de representar y resumir esta información y de reflejar la realidad territorial. Así, los mapas se revelan como el instrumento idóneo para sintetizar e integrar los parámetros precisos para la toma de decisiones.

En este contexto, es destacable la gestión de los espacios naturales protegidos, pues son los lugares donde más se agravan los conflictos territoriales, en particular la disyuntiva entre la conservación del medio natural y su compatibilidad con otros usos humanos. Por ello, una parte importante de esta memoria doctoral se centra en un área protegida, en concreto en el Parque Regional Picos de Europa.

La revisión de la bibliografía sobre ordenación del territorio (v. pág. 16) evidencia la distancia que existe en este ámbito entre la teoría y la práctica. La investigación sobre metodologías para la realización de inventarios y la creación de instrumentos de gestión no se materializa en la optimización de la práctica administrativa. Los procesos de inventario y cartografía del medio natural son lentos y caros, y la administración (al menos la española, aunque no es el único caso) no siempre está dispuesta a asumir esos costes. Así, gran parte de los procesos se resuelven sin tener una consciencia clara de sus implicaciones sobre el medio natural y sin utilizar las herramientas adecuadas para la toma de decisiones. Quizás por ello existe una importante producción de trabajos a lo largo de los años 70, 80 y 90 que se ve frenada paulatinamente desde mediados de la última década hasta la actualidad. Es probable que el abandono de la investigación en esta disciplina vaya ligado al hecho de que no se evidencia la intención por parte de la administración de poner en práctica las ideas, sugerencias y conclusiones extraídas en estos estudios.

Pero, desgraciadamente, esta no es la única carencia detectada en la práctica de la ordenación del territorio. A la falta de rigor se une una visión del medio natural sesgada e incompleta. Muchos de los procesos de gestión tienen una orientación claramente biológica e ignoran la parte abiótica de la naturaleza, que además de tener un valor propio es la que sustenta la biodiversidad. Es más, como ya afirman previamente varios autores (DURÁN VALSERO Y OTROS, 2005; CARCAVILLA Y OTROS, 2009), el interés de la administración por el patrimonio geológico y su conservación es un aspecto reciente en España. De hecho, desde una perspectiva legal, el punto de partida de la conservación del patrimonio geológico a nivel nacional es la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Esta es la primera normativa ambiental que define el concepto de

patrimonio geológico y geodiversidad, reconoce la necesidad de su conservación y establece determinados principios generales para garantizarla.

A lo largo del desarrollo de la tesis doctoral se constata el desconocimiento y falta de conciencia que afectan al patrimonio geológico. Esta situación acrecienta la vulnerabilidad del mismo y lo sitúa en clara desventaja sobre otros elementos del medio natural. Este hecho motiva que la memoria doctoral profundice en este aspecto y se centre en el estudio de las peculiaridades de la gestión del patrimonio geológico. De este modo, se pasa de una idea inicial que pretendía la indagación en las herramientas básicas y generales para la ordenación del territorio a un proyecto más concreto que busca instrumentos para la gestión del patrimonio geológico y su inclusión en los procesos de ordenación territorial. No obstante, no se abandona la intención de testar estas ideas en un espacio natural y se aprovecha el conocimiento general del Parque Regional Picos de Europa para aplicar las conclusiones obtenidas dentro de este estudio sectorial.

El enfoque y planteamiento seguidos en la tesis doctoral anhelan traspasar los límites de los foros de investigadores y buscan ser también considerados, valorados y sopesados por los gestores del territorio.

## II. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS

### *A. Ordenación del territorio*

Dentro de la ordenación del territorio existen varios enfoques científicos. En esta memoria se asume la definición elaborada para la CARTA EUROPEA DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO en 1983 –firmada por los países representados en la Conferencia Europea de Ministros Responsables de la Ordenación del Territorio (CEMAT)– la cual define la Ordenación Territorial como la expresión espacial de las políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad. Es a la vez una disciplina científica, una técnica administrativa y una política concebida como un enfoque interdisciplinario y global, cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector. GÓMEZ OREA (1994) señala que la ordenación del territorio es la proyección en el espacio de las políticas, social, cultural, ambiental y económica de una sociedad y responde a un intento de integrar la planificación socioeconómica con la física o del medio natural.

De este modo, se diferencian dos ámbitos de estudio dentro de la ordenación del territorio y ambos deben evaluarse e integrarse en los planes de ordenación territorial. Uno de ellos se ocupa de las características socio-económicas y culturales del territorio mientras que el otro se dedica al medio natural. La parte del análisis del medio natural,

en la que se centra el presente trabajo, consiste en la evaluación de la potencialidad intrínseca de un territorio según sus recursos naturales y en el intento de conservación de los mismos.

Una parte importante de la investigación en ordenación del territorio se ha centrado en el desarrollo de metodologías para la elaboración de mapas que permitan cubrir las demandas de estos procesos<sup>1</sup>. Con independencia de la metodología utilizada, en todos los casos se pretende obtener una cartografía que ayude a solventar los conflictos entre medio natural y usos humanos del territorio. Así, de acuerdo con COLLINS Y OTROS (2001), los mapas deben constituir la base para determinar: (1) qué usos del territorio tienen menos impacto sobre los procesos naturales, (2) los impactos de dichas actuaciones en el medio y (3) la localización más y menos adecuada para las actividades proyectadas.

En esta memoria doctoral se parte de algunas ideas desarrolladas en los trabajos previos citados para ser aplicadas en el estudio del patrimonio geológico y en concreto, en la expresión de los datos obtenidos durante el análisis del mismo de una forma práctica y adecuada a las necesidades de los procedimientos de ordenación territorial.

### *B. Patrimonio geológico*

Como se comenta con anterioridad (v. pág. 14), la primera alusión legal al patrimonio geológico en España se encuentra en la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad. En este texto, se define patrimonio geológico (Art. 3. 38) 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, meteoritos, 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 y paisajes del pasado y del presente y d) el origen y evolución de la vida. Además, la ley establece la geoconservación como una de las bases principales para la gestión y conservación del medio natural en España (Introducción,

---

<sup>1</sup>Son numerosas las referencias bibliográficas relativas al desarrollo de cartografía para la ordenación del territorio. Se indican aquí aquellas que han resultado más significativas para el desarrollo de esta memoria doctoral: CHRISTIAN Y OTROS (1953); CHRISTIAN (1958); CHRISTIAN Y STEWART (1968); HILLS (1961; 1970; 1976); LEWIS (1964 y 1969); MCHARG (1968, 1969); BROWN Y OTROS (1971); LUTTIG (1971, 1972); LUTTIG Y PFEIFFER (1974); LUTTIG (1979); FISHER Y OTROS (1972, 1973); RAMOS Y AYUSO (1974); GODFREY (1977); ESCRIBANO (1978); GÓMEZ OREA (1978); SAIZ DE OMEÑACA (1979); CENDRERO (1975); CENDRERO Y SAIZ (1975); CENDRERO Y OTROS (1976); CENDRERO (1980); CENDRERO (1982) DÍAZ DE TERÁN (1985); CENDRERO Y OTROS (1987); ALONSO HERRERO (1987b); ARRIOLA Y OTROS (1988); FRANCÉS Y OTROS (1989); SALAZAR RINCÓN Y OTROS (1991); FRANCÉS Y OTROS (1990a y b); ALONSO HERRERO Y OTROS (1990); CENDRERO Y OTROS (1990); FRANCÉS Y OTROS (1993); LUGARESARESTI Y SÁEZ MARTÍNEZ (1994); SÁNCHEZ DÍAZ Y OTROS (1995); RAFAELLI Y PÉREZ AYALA (2000); PARRAS ALCÁNTARA Y OTROS (2000); LOZANO Y OTROS (2003); GEIS NILSEN (2006); GEIS NILSEN Y OTROS (2006)].

Art. 2b y 2d) e identifica a las administraciones públicas de las Comunidades Autónomas como las responsables de la preservación del patrimonio natural (Art. 5.2f). De acuerdo con BROCX Y SEMENIUK (2007), geoconservación es el conjunto de acciones destinadas a la preservación del patrimonio geológico de un lugar determinado.

Por otro lado, el texto legal (Art.9.10) obliga a la realización de un inventario de Lugares de Interés Geológico (LIG) representativo, al menos, de los contextos geológicos recogidos en el Anexo VIII de la citada ley. Un Lugar de Interés Geológico (LIG) es un área que muestra una o varias características consideradas de importancia dentro de la historia geológica de una región natural.

No obstante, el estudio e inventario del patrimonio geológico en España por parte de algunas instituciones y grupos de investigación comenzó en los años 70. Desde ese momento ha pasado por tres etapas diferentes (DURÁN VALSERO Y OTROS, 2005; CARCAVILLA URQUÍ Y OTROS, 2009):

- El proyecto del IGME de inventario nacional de Lugares de Interés Geológico (ELÍZAGA, 1988; ELÍZAGA Y OTROS, 1980; 1983), que supuso el estudio de diversas zonas del norte y centro de España, cubriendo el 16% del territorio nacional.
- Entre 1989 y 2003 no existen proyectos específicos para inventariar el patrimonio geológico, pero se incluye un apartado relativo al mismo en las hojas del Plan MAGNA de cartografía geológica nacional a escala 1:50000 que se realizan.
- La tercera etapa comienza en la primera década del siglo XXI y consiste en la realización de inventarios acometidos por diversas instituciones (desde entidades públicas hasta empresas privadas o asociaciones de índole variada).

A diferencia de lo ocurrido en las primeras fases, en los últimos años los trabajos sobre patrimonio geológico han contado no sólo con un marco legislativo sino también con una implicación, de intensidad variada, por parte de las administraciones públicas. Poco a poco, se está consiguiendo la consideración de los rasgos geológicos como parte fundamental del patrimonio natural, con un rango equivalente a otros elementos del entorno. En Castilla y León, a pesar de que aún no se ha aprobado la ley autonómica que se adapte al nuevo contexto legal nacional, en los años 2008-2009 la Consejería de Medio Ambiente financió un primer proyecto destinado a la catalogación del patrimonio geológico de la Comunidad Autónoma. En este trabajo se establece una metodología propia para el inventario regional de Lugares de Interés Geológico y se realiza un estudio detallado de dos de las provincias de esta autonomía, en concreto León y Palencia. Los resultados parciales pueden consultarse en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a y b). No obstante, tras la finalización de estos dos inventarios provinciales, la falta de fondos ha impedido, al menos hasta la fecha, ampliar el estudio al resto de las provincias. Estos inventarios constituyen una fase incipiente pero muy completa del análisis del patrimonio geológico que permite la

inclusión del mismo en instrumentos de ordenación territorial (como los Estudios de Impacto Ambiental o en los Planes de Ordenación de los Recursos Naturales de los Espacios Naturales Protegidos).

A pesar de los avances, queda mucho por hacer hasta que el patrimonio geológico se conozca con la misma profundidad y se considere un factor más en las actuaciones con repercusión territorial.

### *C. Espacios naturales protegidos*

Un espacio natural protegido es un área que posee valores naturales relevantes y que es demarcada por la administración con la finalidad de favorecer en ella la conservación de la naturaleza.

Un aspecto llamativo de los espacios naturales protegidos en España, Europa e incluso otras partes del mundo (*cf.* MCNEELY Y MILLER, 1984; NELSON Y SERAFIN, 1997; BRILHA, 2002; DIAS Y BRILHA, 2004; PEREIRA Y OTROS, 2004, entre otros) es la ausencia en los principios para su declaración de justificaciones basadas en los rasgos geológicos del territorio. Hasta el momento la geología como tal no se ha tenido en cuenta dentro de los factores que sirven como base para decidir qué tipo de áreas deben protegerse. Pero además, en la descripción, zonificación y gestión de los espacios protegidos este aspecto suele encontrarse ausente. Tan sólo en algunas de estas áreas se incluyen aspectos geomorfológicos, aunque considerados en general desde el punto de vista del paisaje.

Lo más paradójico es que, a pesar de que no se refleja en ningún documento, en España todos los espacios naturales protegidos se han definido en áreas singulares desde el punto de vista geológico. Los principios para la declaración y gestión de las áreas protegidas son su elevada biodiversidad, el buen estado de conservación o la exclusividad de las especies de flora y fauna pero no aluden a que estas peculiaridades son habitualmente una consecuencia de unas características geológicas especiales. La geología crea enclaves únicos en los que se desarrollan especies propias o peculiares y ambientes muy agrestes donde se favorece la supervivencia de la vida salvaje por la dificultad para el desarrollo de actividades humanas. La Red de Parques Nacionales de España es un ejemplo objetivo de esta situación. Un análisis detallado de las relaciones entre la geología y biología en estos espacios tendría sin duda conclusiones abrumadoras, pues una revisión muy simplificada de los Parques Nacionales evidencia una vinculación estrecha entre los aspectos abióticos y bióticos de sus ecosistemas: la biodiversidad del Parque Nacional de Doñana es inconcebible si se degrada el sistema de dunas que la sustenta; los cuatro Parques Nacionales de las Islas Canarias están claramente relacionados con fenómenos de vulcanismo; la existencia de las tablas de Daimiel se encuentra amenazada por alteraciones en la cuenca endorreica en la que se

desarrollan; la presencia en Cabañeros o en Monfragüe de la fauna característica del ecosistema mediterráneo (como el buitre negro o el águila imperial) no sería posible sin los inaccesibles riscos cuarcíticos en los que anidan; los Parques Nacionales de Sierra Nevada, Picos de Europa, Ordesa y Monte Perdido y Aigüestortes i Estany de Sant Maurici se encuentran en zonas de alta montaña con ambientes únicos y también ligados a procesos glaciares y periglaciares que han servido como refugios de flora y fauna en diferentes momentos de la historia geológica y cuya inaccesibilidad motiva que mantengan un grado de naturalidad muy elevado; los paisajes y ecosistemas de los dos Parques Nacionales Marítimo-Terrestres de España (Islas Atlánticas de Galicia y Archipiélago de Cabrera) tienen como base la orografía de estos territorios, tanto la de sus zonas emergidas como sumergidas.

Uno de los motivos fundamentales de que se produzca esta desvinculación entre la diversidad geológica y biológica es el desconocimiento de este patrimonio geológico. Así mismo, BRILHA (2002) apunta como causa la ausencia de los geólogos en los equipos de gestión del patrimonio natural. En nuestra opinión, además de las causas citadas anteriormente, la carencia reseñada se debe a la inexistencia de trabajos previos y, sobre todo, a la ausencia de una base metodológica propia para apoyar los procedimientos de toma de decisiones en cuanto a la conservación del patrimonio geológico. Por ello, en esta memoria doctoral, se propone una metodología para la catalogación, delimitación y valoración de los LIGs de un espacio natural protegido y se sugiere una cartografía del patrimonio geológico del mismo.

El espacio natural elegido para la aplicación de las hipótesis planteadas en esta memoria doctoral es el Parque Regional Picos de Europa, localizado en la zona central de la Cordillera Cantábrica y declarado bajo dicha figura de protección en la ley 12/1994 de 18 de julio (de “Declaración del Parque Regional de Picos de Europa en Castilla y León”). Por desgracia, este espacio no es una excepción a la situación expresada anteriormente y, a pesar de que su importancia desde el punto de vista geológico es innegable, ésta no se resalta ni en los documentos de declaración del mismo ni en las diferentes acciones de gestión o divulgativas realizadas en su contexto.

## 2. TRABAJOS PRESENTADOS

La presente memoria doctoral consta de tres trabajos publicados y una parte que permanece aún inédita. Además, en ella pueden distinguirse dos partes, cada una compuesta por dos trabajos:

## Primera parte:

1. Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a). V. DVD (pág. 71)
2. Geosites inventory in the León province (Spain), a tool to introduce geoheritage into Regional Environmental Management. (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010). V. pág. 73.

## Segunda parte:

1. Mapping geosites for geoheritage management: A methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain). (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2012). V. pág. 149.
2. Inventario de Lugares de Interés Geológico del Parque Regional Picos de Europa (León). (FUERTES-GUTIÉRREZ, ALONSO HERRERO Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, s.a., Inédito). V. pág. 171.

Como puede deducirse de los títulos presentados, la separación en dos apartados se sustenta en la existencia de dos ámbitos de aplicación diferentes, que implican a su vez una finalidad y objetivos distintos. La primera parte de la memoria doctoral se compone de dos publicaciones que buscan la vinculación de la ordenación del territorio y el patrimonio geológico a escala regional y, en concreto, en la provincia de León dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. La segunda parte se centra en el papel del patrimonio geológico en los espacios naturales protegidos y consta de dos trabajos centrados en el Parque Regional Picos de Europa. El conocimiento del patrimonio geológico de una región es necesario para su incorporación en los procesos de ordenación territorial, pues resulta fundamental para la toma de decisiones ante cualquier actuación con repercusión territorial. A su vez, el análisis profundo del patrimonio geológico de un espacio natural resulta imprescindible por dos motivos: 1) los espacios naturales se conciben como áreas cuyo uso prioritario es la conservación de la naturaleza, lo que implica la realización de actuaciones encaminadas a la misma (protección, investigación, divulgación, etc.) y 2) los planes que rigen la gestión de los Espacios Naturales Protegidos [Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) y Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG)] deben elaborarse sobre una base científica sólida que resulte adecuada para el desarrollo de los distintos planes sectoriales derivados de los mismos (Zonificación, Plan de Carga Ganadera, etcétera).

Las disimilitudes de los objetivos y finalidad entre ambas secciones evidencian enfoques con diferencias sustanciales que se ponen de manifiesto en los trabajos y se resaltan y comentan con mayor grado de detalle en los resultados y discusión de la presente memoria doctoral. No obstante, existe un hilo conductor que vincula todos los

trabajos presentados. De hecho, como se describe en la presentación individual de los mismos, las conclusiones obtenidas en cada uno de ellos suponen el punto de partida del trabajo siguiente. El hecho de comenzar con un territorio amplio y una escala de observación regional favorece el conocimiento de una casuística variada y ayuda a la adquisición de una idea global y más completa de la diversidad, variabilidad y peculiaridades de los elementos que constituyen el patrimonio geológico. Esta visión holística concede una perspectiva y entendimiento adecuados para afrontar el estudio de situaciones concretas en territorios menos extensos pero con requerimientos más específicos de gestión como es el caso de los espacios protegidos. Así, a lo largo de la memoria doctoral el nivel de concreción y detalle aumenta no sólo porque lo hace la escala de observación, sino porque además los resultados que se van obteniendo permiten incrementar el grado de profundización.

De forma paralela, los trabajos que componen esta memoria doctoral han avanzado hacia un objetivo concreto: convertir los inventarios en instrumentos útiles de gestión. Consecuentemente, en la primera parte se estudia la metodología para la organización y realización de inventarios, desarrollando herramientas específicas que solventen las necesidades de la ordenación del territorio, mientras que en la segunda parte se trabaja en la creación de una cartografía y de una metodología para la valoración del riesgo de degradación que cumplan el fin buscado.

1. Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)

La primera publicación consiste en un inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León, realizado en el contexto de un proyecto subvencionado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León.

En el inventario de León se presentan 97 Lugares de Interés Geológico para la provincia, de una recopilación inicial que contenía 285 localidades (v. pág. 29). Todos ellos van acompañados de un mapa de ubicación, una ficha descriptiva y unas medidas de gestión y recomendaciones de uso, además de un anexo fotográfico. No obstante, la publicación sólo muestra los resultados parciales obtenidos en el proyecto, pues en ella se excluyeron las fichas de la evaluación cuantitativa del valor intrínseco, potencial de uso y riesgo de degradación de cada LIG. Por ello, en esta memoria se incluye un modelo de la ficha valorativa utilizada y un ejemplo de ficha rellena (v.pág. 53 y pág. 55, respectivamente).

Más allá del encargo administrativo y de la identificación de los LIGs, este trabajo crea la oportunidad idónea para la revisión, estudio, adaptación y re-elaboración de los principios metodológicos necesarios para la realización de análisis y valoraciones de patrimonio geológico a escala regional. De hecho, uno de los objetivos principales del

proyecto es el establecimiento de la metodología estándar que debe aplicarse en todas las provincias para catalogar los Lugares de Interés Geológico de la comunidad. Hasta ahora la metodología ha sido también aplicada para Palencia y el catálogo de dicha provincia puede consultarse en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009b).

2. Geosites inventory in the León province (Spain), a tool to introduce geoheritage into Regional Environmental Management. (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010)

Como se comenta con anterioridad, la aplicación del inventario a situaciones reales facilita su evaluación y favorece la identificación de sus puntos fuertes y débiles. Una de las conclusiones obtenidas es que el factor limitante principal para el uso del inventario es la ausencia de geólogos o profesionales con formación en el campo de la geología en la administración.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que en los procesos de ordenación territorial intervienen especialistas en disciplinas alejadas del medio natural. Por ello, tomando como inspiración los principios metodológicos establecidos por CENDRERO Y OTROS (1987) para la ordenación del territorio, en este trabajo se buscan herramientas que procuren la integración de información científica básica y su presentación de forma comprensible y utilizable por no especialistas. Se trata de sintetizar los parámetros fundamentales del patrimonio geológico que deben ser tenidos en cuenta en la ordenación del territorio de forma que constituyan una base científica de fácil interpretación y aplicación.

Con este fin se desarrolla el concepto de tipología desde una nueva óptica. La presentación y discusión de la nueva propuesta para este concepto constituye el tema principal del segundo trabajo. En él se define la noción de tipología y se establecen las características y los límites entre sus diferentes clases. La combinación de la tipología con el interés principal del LIG constituye una síntesis de las peculiaridades principales de éste, fundamentales para su gestión. La expresión conjunta de estos dos parámetros resume de forma sencilla el tipo de LIG ante el que nos encontramos y aporta una idea general inicial del mismo.

En el trabajo se estudia la tipología de los 97 LIGs de la provincia de León y se aportan ejemplos concretos de la concordancia de la información holística ofrecida por este parámetro con las propuestas de gestión elaboradas para cada LIG.

3. Mapping geosites for geoheritage management: A methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain). (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2012)

Esta publicación se centra en la búsqueda de herramientas cartográficas sintéticas válidas para la ordenación territorial y la gestión del patrimonio geológico. La metodología propuesta para la elaboración de mapas va más allá de la delimitación de localidades, pues se busca una cartografía que sirva como vehículo de información y comunicación para la integración del patrimonio geológico en la ordenación del espacio natural. Como indican CORATZA Y REGOLINI-BISSIG (2009), los mapas utilizan un lenguaje universal, fácilmente interpretable y transmisible. La cartografía realizada, basada en la tipología y en el interés principal de cada LIG, resume de una forma gráfica las principales características de estos elementos patrimoniales, aquellas que deben tenerse en cuenta en su gestión.

Utilizando estos criterios, el mapa de LIGs del Parque Regional Picos de Europa presentado en este trabajo ofrece una idea global del tipo de elementos que constituyen el patrimonio geológico de este espacio, así como de las características principales para su gestión. Asimismo, esta cartografía básica sirve como base para la elaboración de otros mapas derivados en los que se muestran los LIGs ordenados o jerarquizados en función de los parámetros que interesen. En concreto en la publicación se presentan dos mapas derivados, uno de valor intrínseco y otro de riesgo de degradación. Si bien estos mapas no son válidos para la gestión concreta de cada LIG, sí contienen información valiosa para la toma de decisiones sobre el patrimonio geológico del espacio natural (establecer qué LIGs son los más relevantes dentro del área propuesta, determinar la prioridad de conservación o de intervención, discernir qué localidades son las más adecuadas para acercar a la sociedad al conocimiento del patrimonio geológico del espacio, concretar en qué zonas del Parque se concentra la geodiversidad, etcétera).

4. Catálogo de Lugares de Interés Geológico del Parque Regional Picos de Europa (León). (FUERTES-GUTIÉRREZ, ALONSO HERRERO Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, s.a. Inédito)

Esta parte inédita de la memoria doctoral está constituida por el catálogo de Lugares de Interés Geológico del Parque Regional Picos de Europa. En él se aplican de forma conjunta las conclusiones extraídas en los trabajos anteriores. Así se realiza la descripción y el análisis de las 55 localidades dirigidos, por un lado, a su delimitación espacial y, por otro, a la evaluación de su importancia intrínseca, potencialidad de uso y riesgo de degradación. Se desarrolla también la cartografía de los LIGs según los criterios establecidos en la publicación anterior.



Fig. I.1: Cartel en el Valle de Lumajo

Este cartel se encuentra a la entrada del Valle de Lumajo, uno de los LIGs del catálogo de la provincia de León [nº 35 (v. DVD, pág. 71)]. Desconocemos quién lo instaló y con qué fin pero constituye una prueba de la desprotección a la que están sometidos los elementos geológicos así como la falta de sensibilización social respecto a su conservación.

PRIMERA PARTE:  
PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE LEÓN



**PRIMERA PARTE:**  
**PATRIMONIO GEOLÓGICO DE LA PROVINCIA DE LEÓN**

### 1.1. INTRODUCCIÓN

La primera parte de esta memoria doctoral está compuesta por los trabajos que estudian las metodologías para la realización de inventarios de LIG:

1. Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a). V. DVD (pág. 71)
2. Geosites inventory in the León province (Spain), a tool to introduce geoheritage into Regional Environmental Management. (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010). V. pág. 73.

En el primer trabajo se presenta el inventario regional de LIG para la provincia de León mientras que en el segundo se proponen y discuten diversas herramientas concebidas durante el desarrollo y tras la aplicación de los resultados del inventario en procesos concretos de ordenación del territorio.

Dado que ambas publicaciones sólo presentan los resultados parciales de la investigación realizada, en esta memoria doctoral se incluyen otros datos y resultados inéditos que facilitan la contextualización de los trabajos y su comprensión general.

➤ *Identificación de los elementos que constituyen el patrimonio geológico*

En primer lugar, aunque la definición de patrimonio geológico es más amplia, el inventario de LIG realizado sólo incluye patrimonio geológico inmueble, es decir, se centra exclusivamente en localidades y no tiene en cuenta museos o colecciones.

Para el reconocimiento de LIG se parte de las definiciones desarrolladas por CARCAVILLA Y OTROS (2007) sobre los elementos que forman parte del patrimonio geológico. Así se tienen en cuenta aquellos lugares en los que:

- Han quedado registrados procesos geológicos peculiares.
- Se observa un elemento geológico de forma modélica.
- Existen afloramientos que constituyen patrones con correlación en otros lugares, en particular fuera del territorio de estudio.
- El paisaje geológico resulta singular o es representativo de la geología de esa zona.

Además de los rasgos que cumplen las características citadas, en la selección de LIG se tiene en cuenta también la consecución de otros dos objetivos:

- Representar los diferentes tipos de interés de los LIG. En estos trabajos se definen siete tipos de interés: mineralógico, petrológico, estratigráfico (incluye sedimentológico), paleontológico, tectónico, geomorfológico e hidrogeológico.
- Determinar los elementos relevantes para la reconstrucción de la historia geológica del territorio o bien de la Zona geológica en la que se ubica y de las diferentes Regiones y Unidades geológicas que la constituyen.

## 1.2. LISTADO INICIAL DE LOCALIDADES CON INTERÉS GEOLÓGICO Y SELECCIÓN DE LIG

Existen publicaciones previas que mencionan y, en determinados casos, caracterizan o describen algunas localidades relevantes desde un punto de vista geológico localizadas en la provincia de León (ELÍZAGA Y OTROS, 1983; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; NUCHE DEL RIVERO, ED., 2001; GARCÍA CORTÉS, ED., 2008; FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, COORD., 1998, SÁEZ RIDRUEJO Y OTROS, ED., 1998, FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2000 Y ALONSO HERRERO, COORD., 2004).

A partir de estos antecedentes, el inventario presentado en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a) constituye el primer catálogo exhaustivo de LIG de la provincia. Está constituido por 97 LIG que se derivan de un listado inicial compuesto por 285 localidades. La primera recopilación se elaboró por revisión bibliográfica y consulta a expertos de las diferentes áreas de conocimiento involucradas. Así, en la aproximación inicial se incluyeron todos los elementos con algún tipo de contenido geológico extraordinario existentes en la provincia. Este listado inicial se completó con la ubicación de cada localidad, su interés principal y su pertenencia o no a un espacio natural protegido, y se facilitó a la Consejería de Medio Ambiente para su conocimiento e inclusión en proyectos relacionados con temáticas ambientales.

A continuación se toman las 285 localidades y se realiza una selección para estimar cuáles de ellas deben considerarse y gestionarse como LIG e incluirse en el catálogo regional de la provincia de León. Los motivos, criterios y metodología de selección están detallados en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010). No obstante, en ninguno de los dos trabajos se muestra el listado primitivo de localidades. En el presente apartado se compara la composición de los listados inicial y definitivo. Para ello se muestran las 285 localidades del catálogo inicial clasificadas en cinco grupos (A, B, C, D y E). Los cuatro primeros (A, B, C y D) se componen de las localidades que no se incluyen en el catálogo final, agrupadas según las causas que motivan su exclusión; mientras que el listado E muestra los LIG que constituyen el catálogo definitivo.

### **A. Localidades con interés minero y cultural.**

Como se comenta con anterioridad, la recopilación inicial contiene todas las localidades que tienen algún contenido geológico con, a priori, un posible interés patrimonial. Por ello, el listado presenta lugares cuyo interés principal es en realidad minero o cultural (aunque éste se encuentra motivado por un rasgo geológico subyacente). No obstante, desde la perspectiva y escala del inventario realizado, su consideración como LIG carece de sentido. La gran cantidad de minas de carbón así

como los yacimientos auríferos explotados en época romana en la provincia motivan que las localidades descartadas por este motivo asciendan a 30:

Tabla 1.1: LIG descartados por presentar un interés principal minero o cultural

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL
1	Yacimiento estefaniense Fabero-Matarrosa	Minero
2	Mina de Carbón de Sabero	Minero
3	Yacimiento estefaniense de Bembibre	Minero
4	Sección y yacimiento del Estefaniense en Torre del Bierzo	Minero
5	Explotación yacimiento 1º de Prada de la Sierra	Minero
6	Explotación de carbón a cielo abierto y restauración ambiental de Coto Minero del Sil	Minero
7	Sección y yacimiento del Estefaniense en Villablino	Minero
8	Explotaciones de pizarra en el entorno del Lago de La Baña	Minero
9	Yacimiento de pizarras de techar de Lusío	Minero
10	Mina de Carbón de Matallana	Minero
11	Explotación yacimiento 1º río de la Sierra	Minero
12	Explotación aurífera de Llamas de Cabrera	Cultural
13	Explotación aurífera de diques de cuarzo aurífero de Burbia y Candín	Cultural
14	Explotación aurífera de Las Moraceras	Cultural
15	Explotaciones auríferas romanas de Castropodame	Cultural
16	Explotación aurífera de Filiel (mina Pulpo)	Cultural
17	Explotación romana en peines en el valle de Las Omañas	Cultural
18	Explotación aurífera de Luyego	Cultural
19	Mina romana de oro de Salientes	Cultural
20	Labores romanas de El Castillo	Cultural
21	Minas romanas de Los Cousos y de Las Fornias	Cultural
22	Explotación aurífera de La Fucarona	Cultural
23	Explotación aurífera de Cueva Tijera (Tremor de Abajo)	Cultural
24	Explotaciones auríferas de Pradela /Sotelo	Cultural
25	Explotación aurífera de Las Rubias	Cultural
26	Explotaciones auríferas romanas de Sésamo	Cultural
27	Explotación aurífera de La Leitosa/Paradaseca y Explotación aurífera de Prado Paradiña	Cultural
28	Lago de Carucedo	Cultural

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL
29	Mineralizaciones de hierro en los cotos Wagner y Vivaldi	Minero
30	Yacimiento de Wolframio en Peña do Seo	Minero

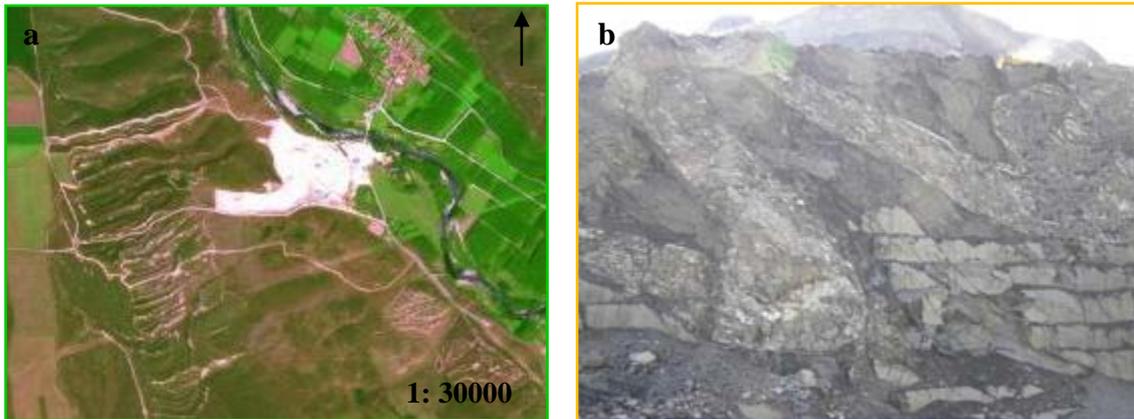


Figura 1.1: a) Ortofoto en que se puede observar la explotación aurífera romana “en peines” al oeste de la localidad de Las Omañas (nº 17 del listado inicial). Ésta es una de las localidades del listado inicial descartadas en el catálogo final por considerarse que su interés es más cultural que geológico estrictamente dicho. b) Explotaciones de pizarra en el Lago de La Baña (localidad nº 8 del listado primitivo). En este caso la explotación minera ha dejado al descubierto un espectacular pliegue. Fotografía de Linda González de Paz.

## B. Localidades desaparecidas o degradadas.

Como se indica en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010), el trabajo de campo reveló que cinco localidades habían desaparecido o estaban muy degradadas de forma que habían perdido su valor de forma irreversible (tabla 1.2.).

En general los motivos de descatalogación están relacionados con la obra pública. Por ejemplo, la morfología fluvial de Marialba de la Ribera (nº 34 del listado inicial) ha sido modificada para la construcción de instalaciones deportivas; las canteras han hecho desaparecer la Discordancia del Cretácico al Sur de Boñar (nº 33 del listado inicial); una ampliación de la carretera hizo desaparecer la sección de Garaño en la que se observaban los ciclotemas del carbón (nº 32 del listado inicial).

Tabla 1.2: LIG descartados por desaparición o pérdida de valor

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL
31	Sección del Devónico en el Valle del Bernesga entre La Vid y Hurgas de Gordón	Estratigráfico
32	Ciclotemas carboníferos con moldes de troncos y raíces en Garaño (La Magdalena)	Paleontológico
33	Discordancia del Cretácico al Sur de Boñar, con fauna marina	Tectónico
34	Llanura de inundación y terraza baja cuaternaria en Marialba de la Ribera	Geomorfológico
35	Tobas y travertinos de Pedrún de Torío	Geomorfológico

### C. Localidades no seleccionadas

Un total de 116 localidades del listado inicial no fueron seleccionadas. Los criterios de selección utilizados son de índole diversa (pueden consultarse en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010) y la metodología consistió en una consulta a especialistas por el método Delphi. Cabe mencionar que en opinión de todos los participantes en el proyecto, el catálogo debería contar con varios de los lugares que actualmente aparecen como excluidos. Sin embargo, las limitaciones temporales y económicas del proyecto obligaron a establecer un valor numérico concreto (obtenido en las puntuaciones de los especialistas) como límite para la inclusión-exclusión de localidades.

Debido a los criterios de selección establecidos a priori y a la existencia de un número máximo de lugares de interés geológico que conforman el inventario provincial de León, algunos de los LIG que no fueron elegidos en esta primera ronda han sido considerados por los especialistas como lugares que, a pesar de su exclusión, cumplen los requisitos de valor intrínseco y potencial de uso para formar parte de dicho inventario. Esto significa que, en el momento en que este inventario se revise, existe ya un número de LIG candidatos a formar parte del mismo. Según las estimaciones realizadas al finalizar el citado inventario, el número de puntos previamente excluidos pero que deben ser incorporados es de 19 (v. Tabla 1.9, págs. 58-62)

#### D. Localidades pertenecientes a otras provincias

Hay dos localidades que sí fueron inicialmente seleccionadas pero que no se encuentran en el listado definitivo para la provincia de León, pues se ubican en áreas limítrofes con otras provincias y se considera que el interés se localiza mayoritariamente en dichas provincias:

Tabla 1.3: LIG ubicados en zonas limítrofes con otras provincias y que se descartaron por encontrarse el interés principal mayoritariamente fuera de León

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL
151	Granodiorita de Peña Prieta	Petrológico
152	Relieves kársticos en Cabarcos y Paleovalle de Valdeinjertos / Sierra de la Lastra	Geomorfológico

En el caso de la Granodiorita de Peña Prieta, se consideró que debía incluirse en la provincia de Palencia (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009b), de modo que este LIG sí se encuentra en el inventario de la Comunidad Autónoma. En el caso de la Sierra de la Lastra, debería ser estudiado de forma conjunta con el inventario de Galicia, estando los principales relieves kársticos ubicados en dicha comunidad autónoma.

#### E. Localidades seleccionadas

Como consecuencia del trabajo de campo también se reorganizaron las localidades seleccionadas, lo que implicó la modificación del listado de partida. Muchos rasgos presentan algún tipo de relación (espacial o en cuanto a su origen geológico) por lo que se agrupan en LIG de gran tamaño que constituyen áreas de interés geológico. A su vez, esta tarea supone el punto de partida para el desarrollo del parámetro tipología, la herramienta de gestión propuesta y presentada en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ MARTÍNEZ (2010) y aplicada de forma práctica en la segunda parte de esta memoria doctoral. La casuística para la agrupación de localidades es variada y se detalla a continuación:

- a. Las localidades seleccionadas que presentan intereses diferentes pero se superponen en un mismo espacio geográfico se unen formando un único LIG con tipología de área compleja. Un ejemplo de esta casuística es el LIG Cuenca alta de los ríos Sil y Luna donde se incluyen los siguientes elementos: 1) Relieve

plegado/fallado de zócalo (Sierra de Casas Viejas), 2) Estructuras plegadas-falladas de Vega de Viejos, 3) Río Luna en Cabrillanes, 4) Morrenas frontales Torre-Huergas de Babia, 5) Captura del Río Luna por el Sil en Puente de las Palomas, 6) Conjunto glaciar de Picos Albos y laguna de las Vierdes, 7) Valle en artesa y control litológico de Piedrafita de Babia y 8) Conjunto glaciar de Torrestío.

- b. Las rasgos que presentan el mismo interés y se localizan próximos entre sí en un territorio con cierta homogeneidad fisiográfica se unen formando un único LIG que se cataloga bien como área o como área compleja, dependiendo de las características de los elementos considerados. Por ejemplo, en el LIG Endorreísmo en Tierra de Campos se agrupan: 1) Lagunas de Valverde Enrique, 2) Laguna de Bercianos del Real Camino y otras lagunas endorreicas que se encuentran en esta comarca del sur de la provincia.
- c. Algunos elementos muestran intereses diferentes pero se encuentran en un área con una homogeneidad fisiográfica o estructural. En este caso se agrupan dentro de un mismo LIG, que según el tipo de rasgos que albergue será catalogado con tipología de área o área compleja. Es el caso del LIG Macizo de Peña Corada, que surge de la unión de tres rasgos diferentes: 1) Discordancias angulares y sección del Carbonífero en Santa Olaja, 2) Pliegue en oreja de Alejico y 3) Macizo de Peña Corada.
- d. Algunas localidades que no habían sido seleccionadas inicialmente se encuentran muy próximas o coinciden espacialmente con otras sí catalogadas y de gran relevancia. En estos casos la localidad secundaria se añade como rasgo de interés adicional o localidad complementaria de la principal. Por ejemplo, la Sección del Precámbrico en Mora de Luna se incluye como localidad complementaria del LIG Discordancia angular entre el Precámbrico y el Cámbrico en Irede de Luna.

En la Tabla 1.10 (págs. 63-39) se detallan las localidades visitadas y su agrupación final. De ella se extraen los 97 LIG que componen finalmente el inventario.



Fig. 1.2: Dos ejemplos de LIG incluidos en el inventario de la provincia de León. a) Cabecera del valle de Arbas y embalse de Casares, zona incluida en el LIG del mismo nombre [localidad nº 197 del listado inicial y LIG nº 30 del catálogo definitivo de la provincia de León (v. DVD, pág. 71)] y b) Quebrantada en Vegas del Condado, donde se encuentra el estratotipo de la Formación Barrillos, de edad Mioceno-Plioceno [localidad nº 274 del listado primitivo y LIG nº 61 del catálogo de León, (v. DVD, pág. 71)].

### 1.3. ANÁLISIS DE LOS LIG: DESCRIPCIÓN Y VALORACIÓN

El análisis de los LIG se compone de dos partes diferenciadas, la primera descriptiva y la segunda valorativa. Cada una de ellas se recoge en una ficha diferente. En FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a) se muestran las fichas descriptivas de cada LIG pero no se detalla la metodología utilizada para su realización. Tampoco se publican las valoraciones de los LIG, aunque sí se facilitaron a la Consejería de Medio Ambiente.

En el presente apartado se exponen los aspectos no publicados que se estiman relevantes para la comprensión general de esta memoria doctoral. En primer lugar, se detallan los criterios utilizados para la recopilación de la información contenida en las fichas descriptivas. A continuación, se presenta la ficha valorativa utilizada y se explica la metodología seguida para su cumplimentación. Por último, se expone un ejemplo de ficha valorativa cumplimentada. Se ha elegido un LIG localizado en el Parque Regional Picos de Europa para favorecer la comparación de los resultados de su evaluación en dos situaciones y escalas de trabajo diferentes.

Las fichas elaboradas se inspiran en las propuestas de CARCAVILLA Y OTROS (2000), BERRIO Y OTROS (2002) y LÓPEZ-MARTÍNEZ Y OTROS (2003).

#### 1.3.1. *Ficha descriptiva*

La ficha descriptiva consta de siete partes diferentes:

1. Cabecera
2. Localización y accesos del LIG
3. Ubicación cartográfica
4. Caracterización geológica
5. Descripción del interés
6. Descripción del estado de conservación
7. Propuestas de gestión

En este apartado se presenta un modelo de las fichas descriptivas utilizadas en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a). En cada hueco de la ficha se indica la información genérica con la que se completa el mismo.

## 1. Cabecera

Nombre del LIG	Hace referencia al topónimo del elemento localizado en diferentes cartografías y contrastado con los agentes forestales y/o habitantes de la zona. Si el lugar no tiene un topónimo concreto se denomina de una manera que facilite su identificación. Cuando es posible, el nombre incluye algunos términos que aludan al interés geológico.
Código	Se ha desarrollado un código que resume la provincia y el término municipal en que se encuentra el LIG, el tipo de interés y el número del punto dentro de dicho interés. El sentido de que cada LIG tenga un código radica en la ventaja que esto supone para la organización de la base de datos y la vinculación de ésta a un Sistema de Información Geográfica.

## 2. Localización y accesos del LIG

SITUACIÓN	Provincia	Provincia o provincias donde se ubica
	Municipio	Municipio o municipios donde se ubica el LIG
	Población	Núcleo de población más cercano al LIG
	Paraje	Topónimo del entorno del LIG, o incluso del propio LIG cuando lo tenga; se ha obtenido a partir de topográficos o, más usualmente, mediante consultas a los habitantes de la zona.
	Acceso	Aquí se indica el acceso general al LIG a partir de la población próxima de mayor tamaño y utilizando carreteras desde generales a comarcales.
	Accesibilidad y tiempo	Se indica el acceso preciso a pie, desde el lugar donde se deja el vehículo y el tiempo aproximado para realizar el camino. En casos concretos pueden aportarse otras indicaciones o la posibilidad de utilizar vehículos todoterreno para acceder al LIG, la necesidad de solicitar permisos o cualquier otra información de interés.
	Mapa (1:25000)	Hoja/s a escala 1:25000 del Instituto Geográfico Nacional en la/s que se encuentra la localidad.
	Protección	Se indica si el LIG se encuentra en alguna zona declarada como espacio protegido, ya sea bajo una figura de la Red de Espacios Naturales de la Comunidad Autónoma o una figura derivada de algunas de las Directivas de la Unión Europea. También se menciona si se ubica dentro de un territorio reconocido como Reserva de la Biosfera.
Interés	Se consideran los siguientes tipos de interés: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mineralógico (M)</li> <li>• Petrológico (PE)</li> <li>• Paleontológico (PA)</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estratigráfico (que incluye Sedimentológico) (E)</li> <li>• Geomorfológico (G)</li> <li>• Hidrogeológico (H)</li> <li>• Tectónico (T)</li> </ul> <p>Algunos LIG presentan un interés mixto, producto de la combinación de al menos dos de los tipos de interés marcados con anterioridad.</p>
Bibliografía	Citas previas del LIG	Se enumeran los trabajos de Patrimonio Geológico que mencionan este LIG con anterioridad.
	Otras publicaciones	Se lista la bibliografía que resulta imprescindible para la comprensión del LIG y/o que se cita en la descripción del interés del mismo.
Observaciones	Es una descripción corta del LIG, que hace énfasis en los motivos de su elección para desarrollar sus contenidos y valorarlo.	

### 3. Cartografía

Mapa provincial, con la capital de provincia y el núcleo de población más próximo al LIG

Mapa topográfico de la zona en que se ubica el LIG, en el que aparecen las carreteras por las que se accede, valles y núcleos de población más cercanos.

Ortofoto con la localización detallada del punto o puntos más interesantes en relación con el LIG (inicio o final de una sección, presencia de elementos destacados en un área, etc.) Estos puntos fueron tomados *in situ* con GPS.

La vulnerabilidad del patrimonio paleontológico asociada al riesgo de expolio del mismo motiva que en los LIG con este interés no se indique su localización exacta.

4. Caracterización geológica

Caracterización geológica general	Zona geológica y Unidad geológica	Se concreta la Zona, Región y Unidad geológica (si procede) en las que se ubica el LIG.
	Edad de los materiales geológicos	Se refleja la edad de los materiales que forman físicamente el LIG <sup>1</sup> .
	Litología	Para indicar la litología se ha tenido en cuenta la clasificación propuesta por ALONSO HERRERO (1995) en el Atlas del Medio Natural de la provincia de León.
	Formación/es implicada/s	Se nombran las unidades litoestratigráficas, esencialmente a nivel de Formación, si están reconocidas formalmente.
	Tipo de relieve	Se determina el tipo de relieve que predomina en el LIG según la siguiente clasificación: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relieves estructurales (relieves acinales, monoclinales, plegados, fallados, plegados de zócalo, fallados de zócalo, litológicos – kársticos, graníticos, volcánicos–, etc.)</li> <li>2. Relieves dinámicos (fluviales, eólicos, costeros, etc.)</li> <li>3. Relieves climáticos (incluye los relieves glaciares, periglaciares, etc.)</li> </ol>
Caracterización geológica del LIG	Características del afloramiento	Se indica si el afloramiento es natural o su exposición se debe a infraestructuras humanas (canteras, taludes de carretera o ferrocarril, minas, escombreras, etc.)
	Tipología de afloramiento	Se reconocen cuatro tipos básicos de afloramiento en función de la extensión, forma y características del afloramiento: punto, sección, área y mirador.
	Proceso/s genético/s	Se detalla (en casos necesarios incluyendo una descripción somera) el proceso o procesos genéticos que han dado lugar al LIG.
	Edad del proceso	Se indica la edad del proceso genético que ha dado lugar al LIG. Dependiendo del proceso de que se trate puede coincidir o no con la edad de los materiales implicados <sup>1</sup> .
En este espacio se muestra una fotografía del LIG, procurando elegir una que apoye la caracterización geológica realizada.		

<sup>1</sup> Las edades se indican según la propuesta de la INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY (en línea: versión 2008)

## 5. Descripción del interés

DESCRIPCIÓN DEL INTERÉS	<p>En este apartado se realiza una descripción de los elementos que conceden interés geológico a la localidad. Las descripciones son muy diferentes tanto en formato, como en contenido y extensión porque están supeditadas a los diversos tipos de LIG y a su realización por parte de distintos especialistas.</p>
-------------------------	---

## 6. Descripción del estado de conservación

ESTADO DE CONSERVACIÓN	FÍSICO	VALOR DEL PUNTO	Se refiere al estado de conservación del valor del punto: se detalla si el <u>rasgo de interés</u> está intacto o degradado y en este último caso, en qué sentido (por ejemplo, un yacimiento paleontológico esquilado).
		AFLORAMIENTO	Se recogen las afecciones actuales del <u>afloramiento</u> , que pueden o no afectar al rasgo geológico de interés (por ejemplo, un yacimiento de fósiles puede estar lleno de basura, pero esto no afecta a la calidad y cantidad de los fósiles presentes).
		RIESGO DE DEGRADACIÓN	Se describen de forma breve los riesgos o procesos de degradación detectados.
	LEGAL	USOS ACTUALES	Se plasman los principales usos y aprovechamientos de la zona en la que se ubica el punto de interés.
		EVOLUCIÓN PREVISIBLE	Se comenta la posible evolución si se mantienen los usos actuales.
		FIGURA DE PROTECCIÓN	En este apartado, además de si se encuentra bajo una figura de protección, se indica también si el LIG se ubica en algún espacio que presente un reconocimiento (por ejemplo Reserva de la Biosfera, del Programa <i>Man and Biosphere</i> de la UNESCO)

	INFRA- ESTRUCTURAS	Se señala si existen infraestructuras turísticas próximas que puedan servir de apoyo a las visitas al LIG, preferentemente aparcamientos, áreas de descanso, aseos, tiendas, camping, hoteles, bares, restaurantes, casas de turismo rural, etc.
	MATERIAL DE APOYO	Se indica la existencia de paneles, trípticos o cualquier otro elemento divulgador, tanto sobre el propio LIG, como acerca de otros aspectos (flora, fauna, espacios naturales, elementos culturales...)

## 7. Propuestas de gestión

Se marcan ( <b>x</b> ) las propuestas	<b>PROPUESTAS DE GESTIÓN:</b> las que se listan a continuación	<b>CUÁLES:</b> se concretan las propuestas sugeridas para cada apartado
<b>x</b>	Acciones de restauración o limpieza	Necesarias o recomendables para aumentar su valor intrínseco o su potencialidad de uso
<b>x</b>	Protección específica del punto	Si, por su interés o riesgo de degradación, se considera que la localidad debe incluirse bajo alguna figura de protección específica
<b>x</b>	Incorporación o mejora de instalaciones	Para aumentar su potencialidad de uso
<b>x</b>	Incorporación o mejora de material interpretativo	Referido al valor geológico del LIG
<b>x</b>	Seguimiento y control del estado de conservación	Necesario para detectar las afecciones y corregirlas
<b>x</b>	Limitación de alguno o todos los usos	Por afectar al estado de conservación del LIG
	<i>Otras:</i> se indican aquí distintas observaciones. También es el lugar que se utiliza para indicar que se trata de un LIG de que debe recibir un tratamiento de tipo GESTIÓN PALEONTOLOGICA <sup>2</sup>	

<sup>2</sup> Las peculiaridades de la gestión paleontológica se detallan en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a)

### 1.3.2. Ficha valorativa

La valoración de los LIG pretende asignar un valor cuantitativo para los tres parámetros establecidos por CENDRERO (1996a y b): valor intrínseco, potencialidad de uso y riesgo de degradación (que este autor denomina necesidad de protección). Ello permite el establecimiento de una jerarquía entre los LIG, necesaria para la toma de decisiones. La evaluación de estas variables se realiza a través de la puntuación de distintas características relacionadas con las mismas. En el presente trabajo los parámetros utilizados se basan en las propuestas realizadas por CENDRERO (1996a y b), así como en las recogidas en la recopilación de diferentes trabajos realizada por CARCAVILLA Y OTROS (2007). De este modo, la ficha valorativa se compone de los apartados siguientes:

1. **Valor intrínseco:** se refiere a lo que se podría llamar “importancia geológica”. A priori, se presupone que todos los puntos seleccionados tendrán siempre un valor intrínseco alto. Se estima a través de los parámetros siguientes:
  - I. Representatividad del elemento en su contexto geológico: se refiere al grado en que el rasgo de interés representa el contexto geológico en que se encuentra. Por ejemplo, un cabalgamiento es un elemento muy representativo de la Zona Cantábrica porque es un rasgo típico y definitorio de la misma. Se diferencian tres categorías de representatividad:
    - a. Elemento no representativo del contexto geológico en que se encuentra (1 punto)
    - b. Elemento poco representativo de su contexto geológico (2 puntos)
    - c. Ejemplo muy representativo de su contexto geológico (3 puntos)
  - II. Rareza del elemento en su contexto geológico. Para complementar el apartado anterior, es preciso cuantificar si el rasgo estudiado es común o raro dentro de su contexto geológico. La aparición de un elemento singular dentro de un contexto geológico concreto constituye una singularidad que debe tenerse en cuenta:

- a. Elemento muy común o abundante (1 punto)
  - b. Elemento corriente en ese contexto geológico (2 puntos)
  - c. Elemento muy raro en el contexto geológico presente (3 puntos)
- III. Importancia del LIG. En este caso se valora de 1 a 5 la trascendencia del rasgo estudiado:
- a. Local (1 punto)
  - b. Provincial (2 puntos)
  - c. Regional (3 puntos)
  - d. Nacional (4 puntos)
  - e. Internacional (5 puntos)
- IV. Validez como modelo del proceso geológico que representa. Se puntúa de la siguiente manera:
- a. Poco válido (1 punto)
  - b. Válido (2 puntos)
  - c. Muy válido (3 puntos)
- V. Diversidad de formas y procesos presentes: Se valora la cantidad de procesos y elementos generados por cada uno de ellos. Por ejemplo, un complejo glaciar constituye un único proceso que puede haber generado varios elementos (circo glaciar, morrenas, lagunas, difluencias...). Si además del glaciario, en este valle pueden observarse los procesos de ladera, en este LIG estarán representados dos procesos diferentes. De este modo, la diversidad se valora como se indica a continuación:
- a. Un proceso y un elemento único (1 punto)
  - b. Un proceso y más de un elemento derivado de éste (2 puntos)
  - c. Dos o más procesos (3 puntos)
- VI. Estado de conservación: Para el cálculo del mismo se utiliza la escala propuesta por BERRIO Y OTROS (2002) y que aparece en la

Tabla 1.4. Con posterioridad, en la ficha general se indica el valor obtenido en esta valoración.

- a. Muy alterado (1 punto)
- b. Alterado (3 puntos)
- c. Bien conservado (5 puntos)

Tabla 1.4: Valoración del estado de conservación

	1	2	3
Construcciones, carreteras, instalaciones o cualquier modificación que afecte al elemento de manera irreversible	Afectan de modo grave	Afectan de modo leve	No hay
Presencia de basura, escombros y otros impactos corregibles	Presencia grave	Presencia moderada	Presencia leve o no hay
Aspecto general	Totalmente transformado	Modificado	Natural
<b>SUMATORIO</b>	<b>3-6: muy alterado</b> <b>7-11: Alterado</b> <b>12-15: Bien conservado</b>		

VII. Valor estético y/o paisajístico. Además de constituir la base del paisaje, los elementos geológicos se convierten en muchas ocasiones en rasgos singulares del paisaje de un territorio. Esta variable se centra en el último aspecto y estima la aportación de los elementos geológicos a la imagen general del paisaje según esta escala:

- a. Bajo (1 punto)
- b. Medio (2 puntos)
- c. Alto (3 puntos)

VIII. Valor científico o geohistórico: se evalúa el rasgo como elemento que permite la obtención de datos relevantes para la reconstrucción de la historia geológica de una región:

- a. Bajo (1 punto)
- b. Medio (2 puntos)

c. Alto (3 puntos)

2. **Potencialidad de uso:** se refiere al tipo de actividades que pueden realizarse en el LIG. No se pretende realizar un estudio detallado y definitivo de las posibilidades de uso que tiene dicha localidad, sino que se trata de proporcionar información útil para trabajos posteriores dirigidos a la gestión. Para ello, dentro de este apartado primero se selecciona el tipo de uso considerado más apropiado para el LIG y luego se estima el grado de interés para dicho uso.

I. Uso más apropiado: se selecciona el/los ámbito/s de interés:

- a. Científico
- b. Turístico
- c. Didáctico-educativo

Las categorías para estimar el interés para cada tipo de uso son tres:

- i. Alto (1 punto)
- ii. Muy alto (2 puntos)
- iii. Excepcional (3 puntos)

II. Condiciones de observación: se estima la facilidad o dificultad de observación del rasgo:

- a. Condiciones de observación deficientes (1 punto)
- b. Condiciones de observación regulares (2 puntos)
- c. Condiciones de observación óptimas (3 puntos)

III. Accesibilidad: se valora la facilidad de acceso al LIG, pues éste constituye un factor determinante en la potencialidad de uso del mismo. Se considera como punto de partida el núcleo de población o carretera más cercana.

- a. Acceso con restricciones importantes (por ejemplo, si es preciso solicitar permisos o se requiere una jornada completa de campo para llegar al lugar) (1 punto)
- b. Acceso largo y complicado (2 puntos)

- c. Acceso por un paseo largo pero cómodo (3 puntos)
  - d. Acceso por un paseo corto y fácil (4 puntos)
  - e. Acceso en coche (5 puntos)
- IV. Facilidad de comprensión del punto: esta información es interesante para analizar la posible utilización con fines didácticos y/o turísticos. Los valores asignados son:
- a. El rasgo sólo es entendible por personas con preparación específica (especialistas en Ciencias de la Tierra) (1 punto)
  - b. La comprensión del rasgo requiere algunos conocimientos de geología (aficionados, personas que han cursado una carrera de Ciencias) (2 puntos)
  - c. El rasgo de interés es asequible para personas sin preparación específica (3 puntos)
- V. Extensión superficial: este parámetro, en relación con la potencialidad de uso, se refiere a que en general cuando aumenta la superficie del LIG, aumentan las actividades posibles en su entorno. De esta manera, la extensión superficial se valora de la manera siguiente:
- a. Menor de 1000 metros cuadrados (1 punto)
  - b. De 1000 metros cuadrados a 100 hectáreas (3 puntos)
  - c. Mayor de 100 hectáreas (5 puntos)
- ➔ Cabe hacer una salvedad en los puntos que presentan tipología de MIRADOR, es decir, en los que el rasgo se observa desde un punto distanciado del LIG. En este apartado de potencialidad de uso, la extensión superficial considerada será la del punto de observación (no la del LIG) pues es en ese lugar donde se concentra el público.
- VI. Estado de conservación: se trata del mismo parámetro utilizado en el apartado VI para la estimación del valor intrínseco. Su incorporación en la valoración del potencial de uso se justifica

porque un lugar bien conservado tendrá más opciones de uso que uno mal conservado.

- VII. Asociación con otros elementos del medio natural o histórico-culturales: se estima si en la localidad se conocen otros elementos patrimoniales. Se puntúa en función de si estos valores están reconocidos (por ejemplo, con una figura de protección o por la existencia de algún elemento previo que resalte su valor, como puede ser algún tipo de material interpretativo). Se ha dividido así:
- a. Existen elementos biológicos y/o histórico-culturales de interés, pero no están reconocidos por una figura de protección ni cuentan con material divulgativo (1 punto)
  - b. Existen elementos naturales o histórico-culturales reconocidos en algún documento oficial o publicación, aunque no poseen una figura de protección ni cuentan con material divulgativo (2 puntos)
  - c. Existen elementos naturales e histórico-culturales reconocidos por una figura de protección y/o cuentan con material divulgativo (3 puntos)
- VIII. Titularidad del terreno y pertenencia a un espacio natural protegido: se considera que aquellos elementos que se encuentran en terreno público presentan una potencialidad de uso mayor, que aumenta si estos se ubican en el interior de un espacio natural protegido. Este apartado se valora como se indica a continuación:
- a. Titularidad del terreno privada (1 punto)
  - b. Titularidad del terreno pública (2 puntos)
  - c. Titularidad del terreno pública y con un reconocimiento de la UNESCO, de la Unión Europea o de algún convenio internacional (Reserva de la Biosfera, Patrimonio de la Humanidad, Diploma Europeo o Convenio RAMSAR, respectivamente) (3 puntos)
  - d. Titularidad del terreno pública y con una figura de protección derivada de las Directivas Europeas (ZEPA, LIC...) o mencionado como espacio natural en la REN regional pero sin PORN aprobado (4 puntos)

- e. Titularidad del terreno pública y espacio declarado bajo alguna figura de protección de la REN regional (5 puntos)

IX. Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada. Se consideran tres categorías:

- a. Si el punto no es accesible para personas con minusvalía o movilidad reducida (1 punto)
- b. Si el punto es accesible para personas con movilidad levemente reducida (incluyendo personas de edad avanzada) (2 puntos)
- c. Si el punto es accesible para personas con movilidad muy reducida (silla de ruedas) (3 puntos)

3. **Riesgo de degradación:** en este apartado se consideran diversos factores externos que suponen un peligro para el mantenimiento del estado de conservación del LIG. Se tienen en cuenta algunos aspectos propios del elemento (su accesibilidad, extensión superficial y amenazas actuales o potenciales) y un factor intrínseco al propio elemento (a dicho parámetro en este inventario se le denominó vulnerabilidad intrínseca).

I. Accesibilidad: este parámetro es el mismo que se valoró con anterioridad para la potencialidad de uso (XI) y se evalúa de la misma manera. No obstante, la interpretación es diferente, pues en la valoración del riesgo de degradación, la accesibilidad presenta una connotación negativa: una accesibilidad mejor implica un riesgo de degradación mayor.

- a. Acceso con restricciones importantes (por ejemplo, si es preciso solicitar permisos o se requiere una jornada completa de campo para llegar al lugar) (1 punto)
- b. Acceso largo y complicado (2 puntos)
- c. Acceso por un paseo largo pero cómodo (3 puntos)
- d. Acceso por un paseo corto y fácil (4 puntos)
- e. Acceso en coche (5 puntos)

- II. Extensión superficial: se trata de la característica valorada en la potencialidad de uso (XIII). Pero en este caso la valoración es inversa, ya que cuanto más pequeño sea el LIG, más fácil resulta que una modificación lo destruya o afecte irreversiblemente. Por ello, las categorías utilizadas aquí son:
- a. Mayor de 100 hectáreas (1 punto)
  - b. De 1000 metros cuadrados a 100 hectáreas (3 puntos)
  - c. Menor de 1000 metros cuadrados (5 puntos)
- III. Proximidad a poblaciones y/o lugares con afluencia de público: cuanto más cerca se encuentre un LIG de un lugar habitado o transitado más fácil será que se vea afectado por cualquier actuación, obra o infraestructura que pueda menoscabar su valor. La escala utilizada para cuantificar este tipo de amenaza es la siguiente:
- a. Está alejado de toda influencia y/o es un lugar muy poco visitado (1 punto)
  - b. Se sitúa en las cercanía de una pista o camino (2 puntos)
  - c. Existen caseríos cercanos o carreteras secundarias y/o es un lugar moderadamente visitado (3 puntos)
  - d. Se sitúa en la zona de influencia de un núcleo urbano o carretera importante y/o enclave con afluencia de público (4 puntos)
  - e. Está situado en el interior de un núcleo urbano o rural y/o recibe una muy alta afluencia de público (5 puntos)
- IV. Amenazas actuales o potenciales: se valora el desarrollo humano de la zona, tanto actual como potencial. La escala utilizada es la siguiente:
- a. Área sin perspectivas de desarrollo (1 punto)
  - b. Área con posibilidades de desarrollo (3 puntos)
  - c. Área en fuerte expansión (5 puntos)

Es importante señalar que algunas localidades han sido catalogadas como “área en fuerte expansión” no porque la zona esté experimentando un importante desarrollo

socioeconómico, sino porque existe algún tipo de proyecto de grandes dimensiones, que amenaza el valor del LIG. Por ejemplo, aquellas localidades que se verían afectadas por la construcción de la estación de esquí de San Glorio se incluyen en esta categoría por las amenazas al patrimonio geológico que la ejecución de dicho proyecto acarrea.

- V. Vulnerabilidad intrínseca: con esta característica se valora la susceptibilidad de degradación del LIG ante actuaciones humanas. Este parámetro depende de las características propias del LIG y su valoración se realiza según la propuesta de CARCAVILLA Y OTROS (2007), aunque se simplifica de forma considerable:
- a. Vulnerabilidad baja (1 punto): Elementos de superficie amplia con rasgos geomorfológicos o tectónicos de gran escala, que sólo serían dañados por cambios radicales y generalizados en el espacio que ocupan. Estos rasgos no pierden valor cuando son afectados por actuaciones de magnitud y dimensiones reducidas que utilizan maquinaria o métodos extractivos e incluso podrían asumir modificaciones en su entorno siempre y cuando éstas no resulten especialmente impactantes (embalses, conjuntos de canteras, líneas de alta tensión...). Por ejemplo: grandes valles, hoces, pliegues y cabalgamientos de gran escala, etc.
  - b. Vulnerabilidad media (2 puntos): Elementos de superficie media e incluso amplia en los que una actuación concreta sobre uno de sus elementos supone una pérdida de valor del conjunto. En general, estos LIG sí se verían afectados por actuaciones que utilizan maquinaria o métodos extractivos. Por ejemplo, en una serie estratigráfica la degradación de una de sus formaciones supondría una pérdida de valor del conjunto de la serie.
  - c. Vulnerabilidad alta (3 puntos): Elementos que son sensibles a pequeñas modificaciones de tipo vandalismo, expolio o recolección indiscriminada. En este grupo se insertan los yacimientos de fósiles y minerales, así como los elementos puntuales como *dropstones* o bloques erráticos aislados. En general, se verían afectados por actuaciones sencillas, que cualquiera puede realizar (extracción de fósiles con martillo, recolección de ejemplares minerales en una escombrera, vandalismo, etc.)

- d. Vulnerabilidad muy alta (4 puntos): Elementos que pueden ser afectados por el mero hecho de sobrepasar un determinado número de visitas o incluso por las actuaciones destinadas a su puesta en valor. Es el caso de los espeleotemas frágiles, travertinos activos, cárcavas, turberas, heleros glaciares, etc.

En el caso de los LIG de tipo mirador la vulnerabilidad no se valora de la forma descrita. En ellos, esta vulnerabilidad es siempre baja en relación al LIG observado, ya que suele tratarse de un área de gran extensión y, por tanto, difícil de degradar. Pero al mismo tiempo, la panorámica es muy vulnerable a actividades con impacto visual.

Como puede observarse en el Tabla 1.5, muchas características valoradas se puntúan del 1 al 3; otras tantas se valoran de 1 a 5 y uno de los rasgos se puntúa de 1 a 4 (estas dos últimas categorías se indican en cursiva para diferenciarlas de las otras).

Tabla 1.5: Ficha para la valoración cuantitativa del LIG

	Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad (1-3)					x	x
	Rareza en su contexto geológico (1-3)					x	x
	Importancia (1-5)						
	Validez como modelo (1-3)					x	x
	Diversidad de procesos y formas (1-3)					x	x
	Estado de conservación (1-5)						
	Valor estético o paisajístico (1-3)					x	x
	Valor científico o geohistórico (1-3)					x	x
	<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO</b>						<b>00/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado (1-3)					x	x
	Condiciones de observación (1-3)					x	x
	Accesibilidad (1-5)						
	Facilidad de comprensión del punto (1-3)					x	x
	Extensión superficial (1-5)						
	Estado de conservación (1-5)						
	Asociación con otros elementos del medio natural o histórico-culturales (1-3)					x	x
	Titularidad del terreno (1-5)						
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada (1-3)					x	x
<b>TOTAL POTENCIAL DE USO</b>						<b>00/35</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)						
	Extensión superficial (1-5)						
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)						
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)						
	Vulnerabilidad intrínseca(1-4)						x
	<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN</b>						<b>00/24</b>
<b>PUNTUACIÓN TOTAL:</b>							
VALOR INTRÍNSECO+POTENCIALIDAD DE USO: <b>00/63 (Bajo, Medio, Alto)</b>							
RIESGO DE DEGRADACIÓN: <b>00/24 (Bajo, Medio, Alto)</b>							
COMENTARIOS:							

### 1.3.3. Valores finales

De la valoración de cada LIG se obtienen dos cifras. La primera de ellas tiene un carácter positivo, pues indica el valor total del LIG, constituido por la adición de las puntuaciones conseguidas en la evaluación del valor intrínseco y la potencialidad de uso. Sin embargo, la segunda cifra tiene una connotación negativa, pues indica el riesgo de degradación de la localidad.

Tras el estudio de la distribución de las puntuaciones obtenidas por los LIG y teniendo en cuenta el rango de valores que pueden adoptar, se han creado unas clases para los dos aspectos evaluados. Estas clases facilitan la interpretación de la valoración.

Tabla 1.6: Clases de LIG según su valor intrínseco y su potencialidad de uso

<b>Puntuación</b>	<b>Valor intrínseco + Potencialidad de uso</b>
17-30	Bajo
30-40	Medio
40-55	Alto
55-63	Muy alto

Tabla 1.7: Clases de LIG según su riesgo de degradación

<b>Puntuación</b>	<b>Riesgo de degradación</b>
5-8	Bajo
8-15	Medio
16-24	Alto

Por último, se presenta como ejemplo una ficha valorativa cumplimentada. El LIG elegido es el Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos, que se encuentra también dentro del Parque Regional Picos de Europa.

Tabla 1.8: Ejemplo de ficha valorativa cumplimentada. Valoración del LIG Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos

	Rasgo que se valora	Descripción del rasgo	1	2	3	4	5
<b>VALOR INTRÍNSECO</b>	Representatividad (1-3)			2		x	x
	Rareza en su contexto geológico (1-3)				3	x	x
	Importancia (1-5)				3		
	Validez como modelo (1-3)				3	x	x
	Diversidad de procesos y formas (1-3)		1			x	x
	Estado de conservación (1-5)						5
	Valor estético o paisajístico (1-3)			2		x	x
	Valor científico o geohistórico (1-3)			2		x	x
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO</b>						<b>21/28</b>	
<b>POTENCIALIDAD DE USO</b>	Uso más apropiado (1-3)				3	x	x
	Condiciones de observación (1-3)				3	x	x
	Accesibilidad (1-5)					4	
	Facilidad de comprensión del punto (1-3)				3	x	x
	Extensión superficial (1-5)		1				
	Estado de conservación (1-5)						5
	Asociación con otros elementos del medio natural o histórico-culturales (1-3)				3	x	x
	Titularidad del terreno (1-5)						5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada (1-3)			2		x	x
<b>TOTAL POTENCIAL DE USO</b>						<b>25/35</b>	
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN</b>	Accesibilidad (1-5)					4	
	Extensión superficial (1-5)						5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)				3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)		1				
	Vulnerabilidad intrínseca(1-4)			2			x
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN</b>						<b>15/24</b>	
<b>PUNTUACIÓN TOTAL:</b>							
<b>VALOR INTRÍNSECO+POTENCIALIDAD DE USO: 00/63 (Bajo, Medio, Alto)</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 00/24 (Bajo, Medio, Alto)</b>							
COMENTARIOS:							

Tabla 1.9: LIG descartados en el proceso de selección.

En la columna “Nueva incorporación” se marcan aquellos que, teniendo en cuenta la valoración obtenida en la primera fase del proyecto, tienen una alta probabilidad de ser añadidos al inventario.

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	NUEVA INCORPORACIÓN
36	Granates en Castropodame	Mineralógico	
37	Apatitos en Castropodame	Mineralógico	
38	Ilmenitas en Castropodame	Mineralógico	
39	Yacimiento de cristal de roca de Congosto	Mineralógico	
40	Micas en Ponferrada	Mineralógico	
41	Yacimiento de antimonio del Yordas	Mineralógico	Sí
42	Baritas de Babia (Riolago)	Mineralógico	
43	Mineralizaciones de hierro en el coto de San Bernardo	Mineralógico	
44	Piroxenos y anfíboles en Ancares	Mineralógico	
45	Turmalina en Ancares	Mineralógico	
46	Rutilo en Ponferrada, Astorga y Barrios de Salas	Mineralógico	
47	Rocas volcánicas de Oville	Petroológico	Sí
48	Serie devónica en Felmín	Estratigráfico	
49	Sección del Carbonífero en Lois	Estratigráfico	
50	Sección del Ordovícico en el Valle de la Baña	Estratigráfico	
51	Sección del devónico-carbonífero en Geras-Cabornera	Estratigráfico	
52	Sección del Paleozoico inferior en Río Selmo	Estratigráfico	
53	Sección del Cámbrico-Ordovícico del Alto Sil (Páramo-Palacios del Sil)	Estratigráfico	
54	Sección del Paleozoico Inferior en el Morredero	Estratigráfico	
55	Secuencias turbidíticas de la Formación Pandetrave	Estratigráfico	
56	Sucesión sedimentaria sintectónica del Grupo Pando en el Puerto del Pando	Estratigráfico	
57	Sucesión sedimentaria postectónica del Grupo Conjas y desfiladero de las Conjas	Estratigráfico	

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	NUEVA INCORPORACIÓN
58	Estratotipo del Cantabriense en Tejerina	Estratigráfico	Sí
59	Contacto de la Formación Barrios (Ordovícico) con Calizas Carboníferas en el Alto Porma	Estratigráfico	
60	Formación San Emiliano en Pinos y La Majúa	Estratigráfico	
61	Sección del Terciario en Nistal	Estratigráfico	
62	Sección del Terciario del Bierzo en Ocero	Estratigráfico	
63	Sección del Devónico en Lumajo	Estratigráfico	
64	Laguna estratigráfica y transición Devónico-Carbonífero en las canteras de Camplongo	Estratigráfico	Sí
65	Sección del Terciario en Villanueva del Árbol	Estratigráfico	
66	Estratotipos de las formaciones Lavandera y Genicera	Estratigráfico	
67	Sección del Terciario en Valencia de Don Juan	Estratigráfico	
68	Depósitos turbidíticos de la Formación Lechada	Estratigráfico	
69	Sucesión sedimentaria postectónica del Grupo Cea	Estratigráfico	
70	Ciclotemas de carbón en La Sota	Estratigráfico	
71	Sección del Sinclinal de Lechada en el río Yuso	Estratigráfico	
72	Yacimiento de fósiles devónicos en Correcillas	Paleontológico	
73	Yacimiento del Carbonífero marino en Villanueva de la Tercia	Paleontológico	Sí
74	Yacimiento paleontológico carbonífero en Villasimpliz	Paleontológico	
75	Yacimiento de fósiles devónicos en Beberino	Paleontológico	
76	Yacimiento paleontológico carbonífero de Ocejo de la Peña	Paleontológico	
77	Mirador del Puerto de Pandetrave	Tectónico	
78	Panorámica del borde sur de la Cordillera Cantábrica (Alto del Rabizo)	Tectónico	

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	NUEVA INCORPORACIÓN
79	Cabalgamiento de la Formación Lois-Ciguera sobre el Grupo Maraña, con olistolitos calcáreos dispersos	Tectónico	
80	Falla de Ventaniella	Tectónico	
81	Mirador del Puerto del Pontón	Tectónico	
82	Río Porma en Valdecastillo	Geomorfológico	
83	Manantial termal de Getino	Hidrogeológico	
84	Manantiales ferruginosos en La Cabrera	Hidrogeológico	Sí
85	Caldas de Luna	Hidrogeológico	Sí
86	Glaciar rocoso de la Rasa en Barniedo de la Reina	Geomorfológico	
87	Mirador del Puerto de San Glorio	Geomorfológico	
88	Mirador del Pantano de Vegamián	Geomorfológico	
89	Sedimentos glaciares en Suárbol	Geomorfológico	Sí
90	Garganta epigenética del valle del río Ancares	Geomorfológico	
91	Conjunto endokárstico del Pico Fontún	Geomorfológico	Sí
92	Cueva de Las Agujas	Geomorfológico	
93	Lecho móvil (meandriforme) del río Eria en Nogarejas y en Castrocontrigo	Geomorfológico	
94	Raña en Río Camba	Geomorfológico	
95	Río Esla en Cistierna	Geomorfológico	
96	Terrazas del Duerna en la zona de Destriana	Geomorfológico	
97	Canales <i>braided</i> del Río Valseco	Geomorfológico	
98	Asimetría de los valles fluviales: Curueño y Bernesga	Geomorfológico	
99	Relieve cuarcítico de la Gotera	Geomorfológico	
100	Relieves exhumados de la Robla	Geomorfológico	
101	Terrazas del Bernesga en Armunia y Oteruelo	Geomorfológico	
102	Deslizamiento de Mora de Luna	Geomorfológico	
103	Monte isla de pedreras en el río Valtabuyo	Geomorfológico	
104	Cerro testigo al suroeste de Matadeón de los Oteros	Geomorfológico	Sí

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	NUEVA INCORPORACIÓN
105	Pared de artesa glaciario estriada y pulida De Montrondo	Geomorfológico	
106	Restos glaciares del Valle Gordo entre Barrio de la Puente y Marzán	Geomorfológico	
107	Circo y laguna glaciario de Tambarón	Geomorfológico	Sí
108	Paleovalle del Arroyo del Puerto	Geomorfológico	
109	Pozo de los Fiumos	Geomorfológico	Sí
110	Surgencia kárstica de Cuevas del Sil	Geomorfológico	
111	Depósito glaciolacustre de Matalavilla	Geomorfológico	
112	Conjunto glaciario/periglaciario Cerisaleo	Geomorfológico	
113	Laguna glaciario de Valdeprado	Geomorfológico	
114	Rocas aborregadas y artesa de la cabecera del Cúa	Geomorfológico	
115	Terrazas del Sil en Dehesas-Villadepalos	Geomorfológico	
116	Circos glaciares y calizas Ordovícicas de la Guiana en Peñalba de Santiago	Geomorfológico	Sí
117	<i>Horn</i> del Pico Tesorero	Geomorfológico	
118	Simas del Macizo de Los Urrieles (Picos de Europa): TC2, La Forcadina, Sima La Monda y Sima Torca Magali en Los Urrieles; Sima de Oliseda y Sima Redondina en El Cornión	Geomorfológico	Sí
119	Glaciares rocosos y lago en el Pico del Ausente	Geomorfológico	Sí
120	Pedimento/glacis de San Feliz de las Lavanderas	Geomorfológico	
121	Penillanura de Sosas del Cumbral	Geomorfológico	
122	Peña Ubiña y Cueva Malluque	Geomorfológico	Sí
123	Complejo kárstico del Puerto Ventana	Geomorfológico	
124	Conjunto glaciario del Alto de la Cañada	Geomorfológico	
125	Rañas en la Maragatería	Geomorfológico	
126	Grèzes litéas de Caldas de Luna	Geomorfológico	
127	Paleovalle de Bobia	Geomorfológico	
128	Cueva de Tibi Gratias	Geomorfológico	
129	Cueva de Las Lendreras	Geomorfológico	
130	Cueva del Arenal	Geomorfológico	
131	Sistema de terrazas del Cea (Valderas)	Geomorfológico	

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	NUEVA INCORPORACIÓN
132	Cuevas de Camiñayo	Geomorfológico	
133	Captura fluvial del valle Murias de Ponjos	Geomorfológico	
134	Terrazas en Valencia de don Juan	Geomorfológico	
135	Circos y valle glaciario del Burbia	Geomorfológico	
136	Circo y glaciario rocoso del Muxivén	Geomorfológico	Sí
137	Deslizamiento de Odollo	Geomorfológico	Sí
138	Chagunona del Cornón	Geomorfológico	
139	<i>Till</i> y estrias glaciares de Villablino	Geomorfológico	
140	Arroyo de La Chanada en Leitariegos	Geomorfológico	
141	Relieve estructural de Peña Laza	Geomorfológico	
142	Cerro testigo en Villaquejida	Geomorfológico	
143	Garganta del río Isoba (Pico San Justo)	Geomorfológico	
144	Lagunas glaciares del Puerto de Vegarada	Geomorfológico	
145	Glaciarismo en Vegabaño	Geomorfológico	
146	Lago de Isoba	Geomorfológico	
147	Alto de las Campas	Geomorfológico	
148	Puerto de las Señales	Geomorfológico	
149	Coladas kársticas de Barrios de Gordón	Geomorfológico	Sí
150	Glaciario rocoso de Fornela	Geomorfológico	

Tabla 1.10: LIG seleccionados y su agrupación

<b>NÚMERO</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>INTERÉS PRINCIPAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
153	Fluorita en Burón	Mineralógico	
154	Yacimientos de Cinabrio en Riosol y el Puerto de las Señales	Mineralógico	
155	Yacimiento de Scheelita en Ponferrada	Mineralógico	
156	Talco y piritas de Puebla de Lillo	Mineralógico	
157	Aragonito azul de mina Antonina en Requejo	Mineralógico	
158	Mina La Providencia	Mineralógico	
159	Mina La Profunda	Mineralógico	
160	Rocas volcánicas en el entorno del Pajar del Diablo (Crémenes)	Petrológico	Incluido en el LIG Meandro del río Esla y rocas volcánicas en el entorno del Pajar del Diablo (Crémenes)
161	Rocas ígneas en Horcadas	Petrológico	
162	Alteración del granito en Montearenas	Petrológico	
163	Las Médulas	Estratigráfico	
164	Estratotipo de la Formación Villarroquel	Estratigráfico	
165	Discordancias angulares y sección Del Carbonífero en Santa Olaja	Estratigráfico	Incluido en el LIG Macizo de Peña Corada
166	Discordancias progresivas y paleorrelieves en Ocejo de la Peña	Estratigráfico	
167	Estratotipo del Grupo La Vid	Estratigráfico	
168	Afloramiento mesozoico y terciario de Brugos de Fenar	Estratigráfico	
169	Sección del Precámbrico en Mora de Luna	Estratigráfico	Incluido como localidad complementaria del LIG Discordancia angular entre el Precámbrico y el Cámbrico en Irede de Luna
170	Sección del Paleozoico en los Barrios de Luna	Estratigráfico	
171	Estratotipo de la Formación Mansilla de las Mulas en Villasabariego	Estratigráfico	

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	OBSERVACIONES
172	Sección del Paleozoico Inferior en el Embalse de Peñarrubia (Proximidades Puente de Domingo Flórez)	Estratigráfico	Incluido en el LIG Sección del Paleozoico Inferior y yacimiento de graptolitos en el embalse de Peña Rubia
173	Laguna estratigráfica y estratotipo de la Formación Barcaliente en el arroyo Barcaliente	Estratigráfico	
174	Estratotipo de la Formación Valdeteja	Estratigráfico	
175	Sección del Sinclinal de Vega de Espinareda	Estratigráfico	
176	Formación Barrios con rocas volcánicas observable desde el mirador de Valporquero	Estratigráfico	
177	Estratotipo de la Formación Vegaquemada en La Acisa de las Arrimadas	Estratigráfico	
178	Afloramiento de la Formación Candanedo en Lugán y estratotipo en Candanedo de Boñar	Estratigráfico	
179	Estratotipo de la Formación Barrillos en Vegas del Condado	Estratigráfico	
180	Yacimiento del Carbonífero marino en Olleros de Alba	Estratigráfico	
181	<i>Ripples</i> en Piornedo	Estratigráfico	
182	Pórfidos en la mina del Feixolín	Estratigráfico	
183	Sección del Devónico de Adrados	Paleontológico	
184	Turbera de Fonfría	Paleontológico	
185	Yacimiento paleontológico de Colle	Paleontológico	
186	Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en el Arroyo del Puerto	Paleontológico	
187	Yacimiento arrecifal de la Formación Santa Lucía en El Millar	Paleontológico	
188	Yacimiento de Trilobites en Barrios de Luna	Paleontológico	
189	Yacimiento arrecifal de la Formación Portilla en Matallana de Torío	Paleontológico	

<b>NÚMERO</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>INTERÉS PRINCIPAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>190</b>	Sección del Paleozoico Inferior y yacimiento de graptolitos en el embalse de Peña Rubia	Paleontológico	
<b>191</b>	Yacimientos del Carbonífero en San Emiliano	Paleontológico	
<b>192</b>	Yacimiento del Carbonífero continental en Valdesamario	Paleontológico	
<b>193</b>	Sección del Devónico en Aviados	Paleontológico	Incluido en el LIG Sinclinal de Peña Galicia y sección del Devónico en Aviados
<b>194</b>	Yacimiento paleontológico de Sahelices de Sabero	Paleontológico	Incluido como localidad complementaria en el LIG Cueva de Valdelajo
<b>195</b>	Cretácico discordante en Colle	Tectónico	
<b>196</b>	Relieve plegado/fallado de zócalo (Sierra de Casas Viejas)	Tectónico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Sil y Luna
<b>197</b>	Valle de Arbas	Tectónico	
<b>198</b>	Estructuras plegadas-falladas de Vega de Viejos	Tectónico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
<b>199</b>	Apilamiento antiformal de Cuesta Rasa (Acebedo)	Tectónico	Incluido en el LIG Complejo glaciar de Mampodre
<b>200</b>	Mirador de Piedrashitas	Tectónico	
<b>201</b>	Cabalgamiento del Manto del Esla en Valdoré	Tectónico	
<b>202</b>	Discordancia angular entre el Precámbrico y el Cámbrico en Irede de Luna	Tectónico	
<b>203</b>	Puntos de observación geológica en Rioseco de Tapia	Tectónico	
<b>204</b>	Macizo de Peña Corada	Tectónico	
<b>205</b>	Olistolitos calcáreos en Sajambre	Tectónico	Incluido como interés adicional del LIG Desfiladero del Beyo
<b>206</b>	Pliegue en Oreja de Alejico	Tectónico	Incluido en el LIG Macizo de Peña Corada
<b>207</b>	Fallas en las calizas de Mallo de Luna	Tectónico	
<b>208</b>	Sinclinal de Aguasalio	Tectónico	

<b>NÚMERO</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>INTERÉS PRINCIPAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
209	Sinclinal de Peña Galicia	Tectónico	Incluido en el LIG Sinclinal de Peña Galicia y sección del Devónico en Aviados
210	Fuente sulfurosa de Llánaves de la Reina	Hidrogeológico	
211	Fuente del Azufre en Ponferrada	Hidrogeológico	
212	Cascada de Nocedo de Curueño	Hidrogeológico	
213	Manantial termal de San Adrián	Hidrogeológico	
214	Cascada de Lumajo	Hidrogeológico	
215	Difluencia glaciar del Boquerón de Bobias	Geomorfológico	Incluido en el LIG Difluencia glaciar del Boquerón de Bobias y morrenas del Naranco
216	Modelado periglaciar de Tres Provincias-Hoyo Empedrado	Geomorfológico	
217	Escobio en Llánaves de la Reina	Geomorfológico	Incluido como interés adicional en Fuente sulfurosa de Llánaves de la Reina
218	Morrenas frontales Torre-Huergas de Babia	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
219	Captura del Río Luna por el Sil en Puente de las Palomas	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
220	Conjunto glaciar de Picos Albos y laguna de las Vierdes	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
221	Valle en artesa y control litológico de Piedrafita de Babia	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
222	Lagunas de la Mata	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
223	Deslizamiento en Tejedo de Ancares	Geomorfológico	
224	Circo y valle glaciar del Cuiña	Geomorfológico	
225	Valle del Marqués	Geomorfológico	
226	Valle de Sáncenas	Geomorfológico	
227	Hoces de los Calderones de Piedrasecha	Geomorfológico	
228	Captura fluvial del río Eria	Geomorfológico	
229	Relieve plegado de zócalo invertido en la Sierra de San Feliz	Geomorfológico	

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	OBSERVACIONES
230	Río de piedras de San Andrés de las Puentes	Geomorfológico	
231	Jano en Rebollar de los Oteros	Geomorfológico	
232	Lecho móvil (canales <i>braided</i> ) en el Arroyo de Riosequín	Geomorfológico	
233	Canales <i>braided</i> en el río Duerna (en Villalís de la Valduerna)	Geomorfológico	
234	Morrenas y lagos de La Baña	Geomorfológico	
235	Terrazas del Boeza	Geomorfológico	
236	Hoces de Villar-Ciñera	Geomorfológico	
237	Morfología periglaciaria y campos de piedras del Teleno	Geomorfológico	
238	Captura fluvial del río Llamas en Tabuyo del Monte	Geomorfológico	
239	Complejo glaciar de Mampodre	Geomorfológico	
240	Conjunto glaciar-periglaciaria de Arcos del Agua-Peña Cefera	Geomorfológico	
241	Valle glaciar del Boeza (Campo de Santiago)	Geomorfológico	
242	Captura fluvial y depósito glaciolacustre del Puerto de la Magdalena	Geomorfológico	
243	Desfiladero del Beyo	Geomorfológico	
244	Cárcavas en Quintarnilla de los Oteros	Geomorfológico	
245	Glaciares rocosos del Macizo de Valdeiglesia-Chagos	Geomorfológico	
246	Estrías glaciares de Palacios del Sil	Geomorfológico	
247	Restos glaciares de Páramo y Susaño del Sil	Geomorfológico	
248	Glaciares rocosos de Valdeiglesia-Braña Librán	Geomorfológico	
249	Glaciar rocoso de lengua de Braña la Pena	Geomorfológico	Incluido en el LIG Glaciares rocosos de Valdeiglesia-Braña Librán
250	Estrías de origen glaciar de Páramo de Sil y bloques erráticos	Geomorfológico	Incluido en el LIG Restos glaciares de Páramo y Susaño del Sil

NÚMERO	LOCALIDAD	INTERÉS PRINCIPAL	OBSERVACIONES
251	Encajamiento fluvial del río Cúa en Cariseda	Geomorfológico	
252	Desfiladero del Cares	Geomorfológico	
253	Jou del Traslambrión	Geomorfológico	
254	La Vega de Liordes	Geomorfológico	
255	Laguna y morrena de Respina	Geomorfológico	
256	Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos	Geomorfológico	
257	Cueva de Valdelajo	Geomorfológico	
258	Conjunto glaciar de Torrestío	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
259	Abanico fluvioglaciar de Riolago	Geomorfológico	Incluido en el LIG compleja Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
260	Depósitos morrénicos y fluvioglaciares al Norte de Torrebarrio	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
261	Modelado glaciar del Macizo de Vizcodillo	Geomorfológico	
262	<i>Grèzes litées</i> de Truchas	Geomorfológico	
263	Hoces de Valdeteja	Geomorfológico	
264	Abanico/ <i>debris cone</i> de Tolibia de Abajo	Geomorfológico	Incluido como interés adicional del LIG Complejo morrénico de Valdelugueros
265	<i>Till</i> subglaciar en Villaverde de la Cuerna	Geomorfológico	
266	Cueva de Coribos	Geomorfológico	
267	Complejo morrénico de Valdelugueros	Geomorfológico	
268	Ritmitas glaciolacustres de Tolibia de Arriba	Geomorfológico	Incluido como interés adicional del LIG Complejo morrénico de Valdelugueros
269	Las Torcas de Barrientos	Geomorfológico	
270	Laguna de Bercianos del Real Camino	Geomorfológico	Incluido en el LIG Endorreísmo en Tierra de Campos
271	Lagunas de Valverde Enrique	Geomorfológico	Incluido en el LIG Endorreísmo en Tierra de Campos

<b>NÚMERO</b>	<b>LOCALIDAD</b>	<b>INTERÉS PRINCIPAL</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
272	Cueva de Valporquero	Geomorfológico	
273	Hoces de Vegacervera	Geomorfológico	
274	“Quebrantada” en Vegas del Condado	Geomorfológico	Incluido como interés adicional del LIG Estratotipo de la Formación Barrillos en Vegas del Condado
275	Estrías de origen glaciar del valle de Lumajo	Geomorfológico	Incluido en el LIG Valle de Lumajo
276	Gonfolitas en el valle del Curueño	Geomorfológico	Incluido en el LIG Hoces de Valdeteja
277	Conjunto morrénico de Campo del Agua-Porcarizas	Geomorfológico	
278	Superficie finipontiense de Brañuelas	Geomorfológico	
279	Cascada de La Gualta	Geomorfológico	Incluido en el LIG Captura del río Llamas en Tabuyo del Monte
280	Lago de Babia	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
281	Meandro y encajamiento del río Esla en Crémenes	Geomorfológico	Incluido en el LIG Meandro del río Esla y rocas volcánicas en el entorno del Pajar del Diablo (Crémenes)
282	Depósito fluvio-glaciar de Sorbeira	Geomorfológico	
283	Morfología glaciar del valle del Naranco	Geomorfológico	Incluido en el LIG Difluencia glaciar del Boquerón de Bobias y morrenas del Naranco
284	Río Luna en Cabrillanes	Geomorfológico	Incluido en el LIG Cuenca alta de los ríos Luna y Sil
285	Captura fluvial de Cantoro	Geomorfológico	Incluido como interés adicional del LIG Rocas ígneas de Horcadas



FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y FUERTES GUTIÉRREZ, I. (COORDS.) 2009a.

*Lugares de Interés Geológico. León*

DVD. Fundación Patrimonio Natural. Junta de Castilla y León.

ISBN: 987-84-692-5657-2



LUGARES DE  
INTERÉS GEOLÓGICO  
LEÓN



E. Fernández-Martínez  
I. Fuertes Gutiérrez  
[Coordinadoras]



red de  
**Espacios  
Naturales**  
de Castilla y León



serie **t** técnica



ISBN 987-84-692-5657-2



FUERTES-GUTIÉRREZ, I. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2010.  
Geosites inventory in the León province: a Tool to introduce Geoheritage into  
Regional Environmental Management

*Geoheritage*, 2:57–75  
DOI 10.1007/s12371-010-0012-y



# Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management

I. Fuertes-Gutiérrez · E. Fernández-Martínez

Received: 1 December 2009 / Accepted: 22 April 2010 / Published online: 25 May 2010  
© Springer-Verlag 2010

**Abstract** This paper deals with the main results and methodological processing of the first inventory of Geosites of the province of Leon (Autonomous Region of Castile and Leon, Spain). The inventory was designed to be used as a tool for introducing geoheritage in regional and local environmental management. This main aim determined the methodology of selection, study, description, and evaluation of every site. One of the main contributions in this work is the proposal of classifying Geosites in five typological categories: point, section, area, complex area, and viewpoint. This grouping allows one to summarize the basic features and the best way to popularize each geosite. We also detail both the problematic of dealing with diverse types of Geosites and the management advices proposed to solve it.

**Keywords** Geological Heritage · Geoheritage Management · Geosites · Inventory · Typology · Spain

## Introduction

The interest of public administrations in geological heritage and its conservation is currently increasing in Spain. In this context, the law on natural heritage and biodiversity (Law 42/2007, 13 de diciembre de Patrimonio Natural y Biodiversidad), passed in December 2007, is an outstanding step forward. Previous national regulations on natural heritage in Spain (Law 4/1989, 27 de marzo de Conserva-

*ción de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre*) did not mention geological heritage and, therefore, this has practically been absent from national conservation policies. Nonetheless, some regional governments developed their own regional laws on natural heritage including geological heritage conservation. All these regions also made up various lists of regional Geosites and used them to some extent for environmental management. In addition, a great number of geological features are found inside nationally or regionally protected areas.

This disorganized situation changed after the passing of the Law 42/2007 that includes for the first time the concepts of geodiversity and geological heritage and prescribes geoconservation as one of the main bases for nature management and conservation in Spain (Introduction, Art. 2b and 2d). This new law also identifies public administrations of the Spain's autonomous regions as responsible entities for natural heritage preservation (Art. 5.2f) and hints that geoheritage must be inventoried by listing Geosites [*Lugares de Interés Geológico* (LIG)]. With this purpose, the Geological Survey of Spain [*Instituto Geológico y Minero de España*, (IGME)] has started a project to inventory National Geosites in Spain (methodological principles can be seen online at García Cortés and Carcavilla 2009). This project has to rely on the regional inventories and take into account the National and Global Geosites currently accepted in Spain.

This paper deals with the first Geosite inventory in the autonomous region of Castile and Leon. Despite the large amount of scientific publications on this region's geology and the occurrence of several sites of international importance (13 out of 142 Global Geosites in Spain are located in Castile and Leon), the regional government has not yet included geological heritage in its policies related to the conservation and management of nature. To make up

I. Fuertes-Gutiérrez (✉) · E. Fernández-Martínez  
Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental, Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad de León,  
Campus de Vegazana,  
s/n. 24071 León, Spain  
e-mail: ifueg@unileon.es

for this, the region's environment council requested several specialists of Leon University to carry out an exhaustive Geosites inventory. As a first stage, this work paid attention to only two of the provinces of Castile and Leon (Leon and Palencia), and it had to lay the methodological foundations of the whole inventory. This paper is only concerned with the inventory of the province of Leon.

Because the present inventory work was mainly conceived as a tool to be used by regional or local authorities, it was designed taking into account four main issues:

1. Language. Geological concepts and processes must be translated from the geological language of scientific publications into more everyday language.
2. Furthermore, public administrations need specific information in addition to scientific, for example, that concerning the need for protection or the potential for public use.
3. Future use. Geological heritage must be integrated into various administrative processes, which can be divided into two types. (a) Processes concerning environmental impact assessments and civil engineering projects need an exhaustive inventory of the sites, their importance, and their present or potential threats and (b) geological heritage can also be used for spatial planning, especially in rural and protected areas where geology can be a tool for touristic, recreational, educational, and

training activities. In this case, the management of the Geosite also needs to consider its potential for use.

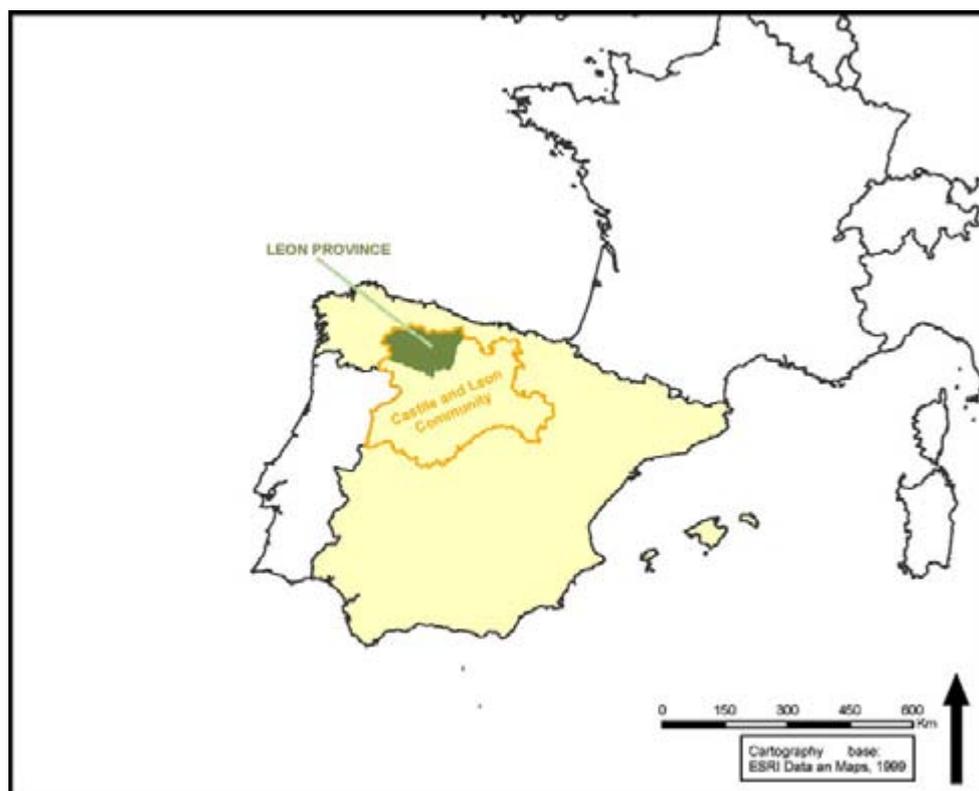
4. Geoheritage conservation: geoheritage is being investigated on both an international (Global Geosites project) and a national scale (Spanish LIG inventory). Many Geosites will have some consideration in those studies, but many others will be included neither in an international and/or a national catalog nor in a protected natural area. Regional catalogs should pay attention to all these Geosites, to be preserved and used as local geotouristic resources.

These four issues, the lack of information, and particularly this inventory's potential for wide use conditioned the methodology, selection, study, and development of this work. In this context, the main purpose of this paper is to publish the results of this inventory and some methodological processes and concepts useful for drawing up a similar catalog elsewhere.

### The Province of Leon: A Territorial Description

Leon is the most northwestern province of the Autonomous Regional Government of Castile and Leon (Fig. 1), and it is also the largest one in this region, with an extent of 15,581 km<sup>2</sup>.

**Fig. 1** Map of the Iberian Peninsula showing the geographical position of the Leon province



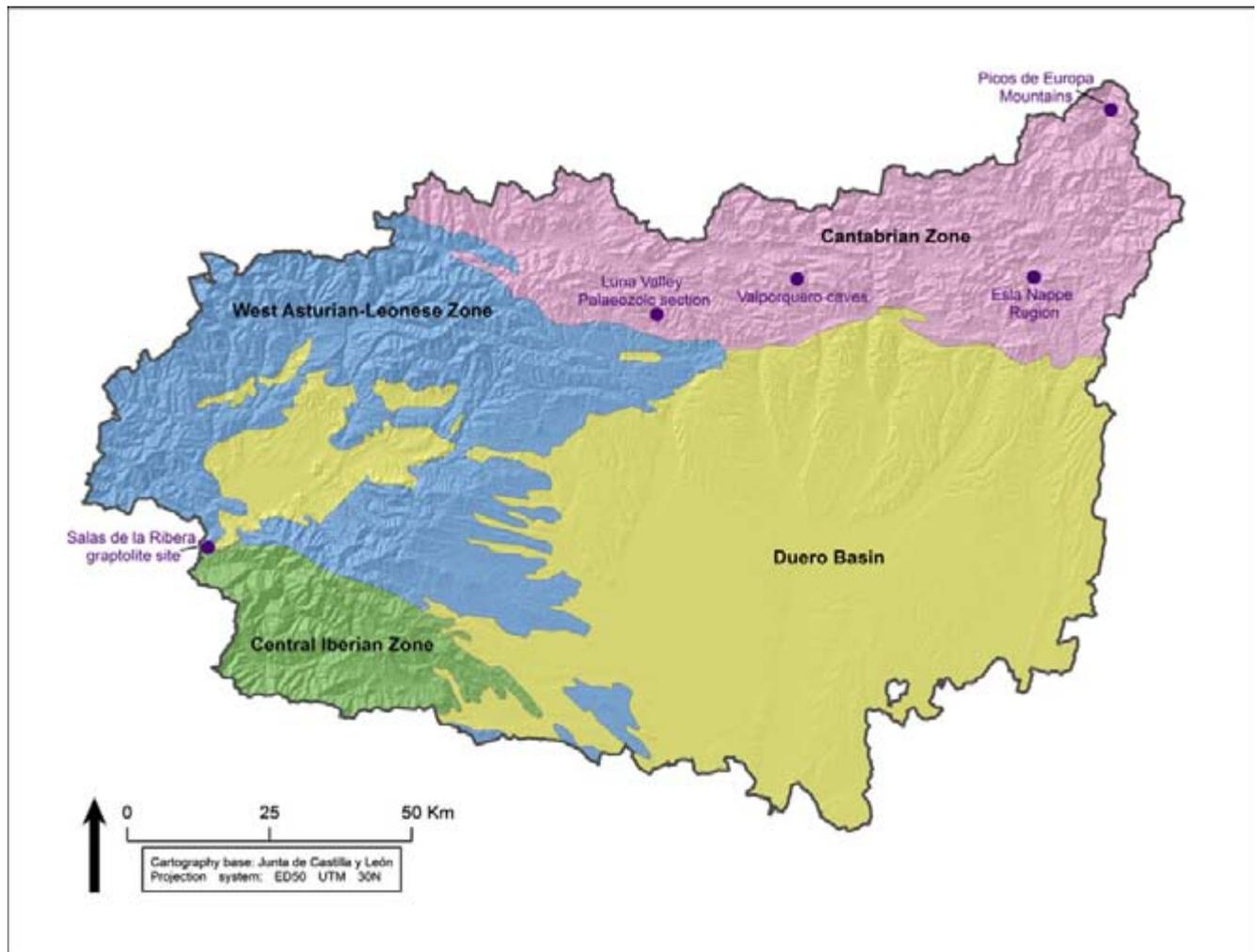
From a geological point of view, Leon belongs to four different geological zones: the Cantabrian Zone, West Asturian-Leonese Zone, Central Iberian Zone, and Duero Basin. The first three areas are part of the Iberian Massif formed in the Palaeozoic, whereas the last is Cenozoic, hence, its geodiversity. Moreover, the large number of Palaeozoic outcrops and their quality reinforce its geological importance. Five Global Geosites have been proposed in Leon so far: Esla Nappe region, Luna Valley Palaeozoic section, Salas de la Ribera graptolite site, Picos de Europa Mountains and Valporquero caves (Fig. 2).

In addition to its geological heritage, Leon has different types of present-day natural environment. It is located between the two macrobioclims (Rivas-Martínez 2007) of the Iberian Peninsula: Temperate and Mediterranean. This means two different biogeographical regions (Eurosiberian and Mediterranean) with an interesting transitional band and the coexistence of plant and animal species from both biomes. Moreover, this province has a rich cultural,

historical, and ethnographical legacy, protected by the Law on the Spanish historical heritage (Law 16/1985, 25 de junio, *del Patrimonio Histórico Español*).

According to data from the National Statistics Institute, the last population census published (1 January 2009) indicates that the province of Leon has 500,200 inhabitants, a rather low population density. During recent years, the population has declined (in 2009, 2,455 inhabitants less). The population age distribution is also worth mentioning: 10.52% are under 14 years; 65% are between 14 and 64 years and 24.4% are 65 years and older. This means an aging index of 231.93, i.e., 231.92 retired people as against 100 young people.

In Leon, the ownership of the land is not private, but, in a high degree, rests with the local administration. Because most of the Geosites are located in rural areas, it is important to have some data concerning these areas. Low density, negative growth, and aging of the population are specially marked in rural areas where nowadays the economy depends on state and EU subsidies. For several



**Fig. 2** Source: Rodríguez Fernández and Heredia (1994), modified. Geological sketch map of the Leon province showing the regional geological zones and the Global Geosites proposed in this territory

years, both administrations have tried to direct their efforts to develop a type of tourism based on environment and cultural heritage. It has given birth to a wide number of local museums, rural hotels, and small tourist companies. Most of these new companies and activities are mainly related to natural heritage, but, up to now, they practically ignore the geological sites.

### Previous Works

This work is the first exhaustive inventory of the Geosites in Leon. Nevertheless, some previous inventories and papers have mentioned several Geosites located in the province. The most important of these is an IGME report (Elizaga et al. 1983), in the context of the “National Geosites Inventory” project. In Leon, this study only approaches the areas corresponding to the Cantabrian and West Asturian-Leonese Zones, where 88 sites were listed with 26 studied in detail. Even though this report has not been published, the results are available online ([www.igme.es](http://www.igme.es)).

Alonso Herrero and Gallego Valcarce (1995) named 69 sites in Leon. This inventory includes the main interest and importance of each site, but they are not described in detail.

In 2001, Nuche del Rivero edited a book about the *Geological Heritage of the Autonomous Region of Castile and Leon*, and this contains a chapter devoted to the Leon province. Although the book does not provide a list of the Geosites, the geological description of the territory highlights several important localities.

Lastly, García Cortés (Ed.) (2008) gathered information about geological frameworks in Spain, listing the five Global Geosites in Leon indicated above.

In addition, there is another group of papers that refer either to a part or to the whole territory and can be useful for the purpose of this project: Fernández-Martínez (Coord.) (1998), Sáez Ridruejo et al. (Ed.) (1998), Fernández-Martínez (2000), Nuche del Rivero (Ed.) (2001), and Alonso Herrero (Coord.) (2004).

### Methodology

This section is divided into three chapters, corresponding to the phases of the project. First concerns the methodology used to select regional Geosites; the second analyses the selected points, and the third deals with the methodology for the development of Geosites.

#### Selection Methodology

The main purpose of this part was to find a selection methodology to achieve a final inventory that reflected the

geodiversity of this large province. Geodiversity is the range (or diversity) of geological (bedrock), geomorphological (landform), and soil features, assemblages, systems, and processes (Sharples 2002; Gray 2004).

The starting point was a bibliographical revision to allow recognition of every possible Geosite. At the end of this process, we realized the lack of papers about soil in the territory. Unfortunately, in the context of this project, it was impossible to deal with an exhaustive study about soils, and this subject is not well-represented in this catalog.

The compilation of sites mentioned in previous literature was completed by consulting experts on geology. This initial list was made up of 285 Geosites and encompasses the location, main interest, and relationship with a protected area of each site. This document is intended to be a database to make the administration's staff aware of the places of geological interest in the province. Nonetheless, the target of the inventory is a larger one, as mentioned above. We expected to throw some light onto sites where the conservation of geoheritage should be prioritized over other possible land uses. Thus, a second selection process became necessary to select the sites to be studied further. It was organized using a Delphi methodology. Nine experts were consulted and selected a number of 125 Geosites. In the future, the resulting list should be periodically revised and will be open to new additions and subtractions. The criteria given for the selection were:

1. Every site should possess a relevant intrinsic value. This concept was widely discussed by Sharples (2002), Gray (2004), and Brilha (2005). Intrinsic value refers to ethical belief that some things are of value simply for what they are rather than that they can be used by humans. At this stage, we would try to minimize the subjectivity implicit in this idea, and we would emphasize it, leaving for later stages such parameters as, for instance, human activities, as well as circumstances connected with the site degradation and potential for use.
2. The inventory had to be representative of the geodiversity of Leon. From our point of view, that involves two different aspects:
  - (a) Every geological terrain in Leon must be represented. As Wimbledon et al. (2000) indicate, sites must be judged in an objectively identified context, not in isolation. On this regional scale, we assume that the most suitable context for reference is not global frameworks, but regional geological zones.
  - (b) Every geological subject must be represented. This factor is particularly interesting for the management of geodiversity and geotourism. Some Geosites are easier understood by the general public

than others (e.g., geomorphological sites versus tectonic sites), and some are more vulnerable than others (e.g., paleontological versus tectonic). Thus, according to the main interest, sites were divided into seven categories: mineralogical, petrological, paleontological, stratigraphical (which includes sedimentological), geomorphological, hydrogeological and tectonic.

3. The promoter of the project (regional government) demanded of us that we meet three requirements:
  - (a) The inventory will only include sites and will not take into account portable heritage (e.g., collections).
  - (b) As far as possible, every geographical area in Leon should be represented in the inventory.
  - (c) Sites included within of protected areas would be favored, as far as possible. These sites have the advantage of being already protected in some way, and regulations may be applied, where they are in danger. It is also easier for the regional government to attempt the popularization of geoheritage or geotourism programs in these areas, already known and appreciated by society. In fact, they enjoy some infrastructure (nature interpretation centers, paths, observatories and viewpoints, well-established accesses, and parking lots, etc.).

#### Analysis of Selected Sites: Typology and Value Assessment

After 125 sites had been identified, we proceeded to analyze and classify them according to their typology and value assessment.

Typology is a common concept in the field of geological heritage, and it has been used with quite different meanings by several authors (see, for a summary, Carcavilla et al. 2007). In this paper, we will use typology differently from the mentioned authors and will try to define five categories. Our aim was to use typology to provide the non-skilled staff with an approximate idea of the nature of the selected sites, according to easily interpretable factors: size, object shape and disposition, fragility, and vulnerability. The last two factors need to be precisely defined. Fragility is a factor adapted from other sciences (Botany or Ecology). It has been mentioned before in this context (Morales Romero 1996; Sharples 2002; Carcavilla et al 2007), but its application here is substantially different. The fragility of a site measures its degradation risk under present natural conditions, i.e., without the intervention of Man. A site is fragile when a process of either a rapid (human scale) damage or destruction occurs. Fragile Geosites in Leon are, for example, the remains of glacial ice and peats, as well as highly erodible elements, such as Tertiary sequences. The

management of these sites should attempt not to increase its rate of degradation due to natural factors. On the other hand, vulnerability measures the risk of destruction due to human activity. The sites are vulnerable when intensive human activity affects them or when their dimensions are so small that any human activity (even some which are not so aggressive) can cause damage.

According to these criteria, we distinguished five different categories:

1. Points: Small-sized (usually about 1 ha, but, in our territory, some of them are larger) isolated features. Whether fragile or not, they are always vulnerable because of their dimensions. (Fig. 3).
2. Sections: Chronological (stratigraphical) sequences and/or features having linear spatial development (e.g., a gorge or some braided channels along a river). They are usually composed of smaller outcrops. In the event of one element being damaged, the whole sequence would lose value. That increases the fragility and vulnerability of sections (Fig. 4).
3. Areas: Larger-sized sites including just one type of interest. Their fragility and vulnerability is low because of their dimensions (Fig. 5).
4. Viewpoints: In our typological classification, a viewpoint includes two different elements: a large area of geological interest and an observatory from where this area may be viewed. None of these two elements are fragile themselves: the area because of its large dimensions and the observatory because of its site's far external location. Nonetheless, the panoramic quality of the viewed landscape may be extremely vulnerable to any activity that causes a visual impact (Fig. 6).



**Fig. 3** Typology of geosites in Leon. Points: Ripples at Piornedo Geosite



**Fig. 4** Typology of geosites in Leon. Sections: Stratotype of La Vid Group Geosite



**Fig. 6** Typology of geosites in Leon. Viewpoint: Piedrashitas Viewpoint, located in the Picos de Europa National Park

5. Complex areas: Large Geosites with a physiographic homogeneity. They are composed of several points, sections, areas, and/or viewpoints. This concept coincides with what Wimbledon et al. (2000) called complex-interest Geosites or sites with high geodiversity. The fragility and vulnerability of whole is quite low, but it must be understood that they are composed by elements whose status might be different (Fig. 7).

Additionally, the typological classification turns out to be an adequate guide for potential geotouristic use of each site (Table 1), since it gives some hints on how to



**Fig. 5** Typology of geosites in Leon. Areas: Liordes depression Geosite, located in the Picos de Europa National Park

popularize the sites, as well as their resistance to impacts, i.e., how much tourist pressure they can stand without damage:

1. Points: They can be easily popularized by means of simple panels for their interpretation. Sometimes, they need to be protected physically because of their small size and rarity (in other words, their vulnerability). For the same reason, their resistance to user pressures is quite low.
2. Sections: Visitors should follow a marked route where they would find material for the understanding or interpretation of the sites. It is of the highest importance to preserve the whole section.
3. Areas: They should be interpreted similarly to points, even though they can stand a higher pressure.
4. Viewpoints: Quite peculiar as far as their management is concerned: they can withstand high pressures as the geological sites of interest are at a distance.
5. Complex areas: They are sites that can be incorporated into the net of regionally protect nature areas (many of them are already included). They can sustain much use and visitor numbers and can be popularized using guides and/or designing itineraries along the various localities included in the complex area.

The value of assessment is evaluated through the degree of interest. This parameter is divided in four categories: international, national, regional, or local. The degree of interest was previously used by García-Cortés et al. (1992) and by Alonso Herrero and Gallego Valcarce (1995). Global Geosites will have international interest. Sites which are included in any national or regional protected area will be in most cases ratified with the same category. In the rest, experts must grade the interest of each element. The importance of this parameter lies on the inclusion of sites, which will be exclusive to the provincial inventory.



**Fig. 7** Typology of geosites in Leon. Complex areas: some sites belonging to the Luna and Sil Rivers high basin. From *top to bottom*: Glaciar lake called *Lago de Babia*; folds and faults of Cacabillo-Quejo and stream capture of the Luna river by the Sil river

### Methodology for Development of Sites

Our work methodology will follow the traditional framework. The content of the surveys was designed based on the proposals by Cendrero (1996a, b) and Carcavilla et al. (2007). The work of previous authors was a significant compilation of different methods to describe and assess Geosites.

In spite of this, some minor changes have been introduced to adapt some parameters to our purpose and project requirements.

For the study of each site in depth, we followed this methodological framework:

1. Compilation of scientific publications.
2. Fieldwork: collection of data and photographs and cartography, site description and assessment.
3. Division of all the inputs into two different sections:
  - (a) The site general information for each locality is organized as a descriptive survey, which consists of two main chapters:
    - Generalities and location of the site (maps and graphics included)
    - The site's geological setting
  - (b) The site conservation status and management information. Each site is linked to a second assessment survey. It includes three types of information:
    - Assessment parameters
    - Suggestions on management
    - Site management information

We believe that one of the most successful methodological principles is to maintain a clear division between descriptive and evaluative information. This aspect turns out to be very useful when using the report in differing circumstances. For instance, the description of the sites will be essential to make geoheritage more popular and better known. Likewise, the assessment of the sites will be a key question for the preservation of the geoheritage.

### Results

The results can be read in Fernández-Martínez and Fuertes-Gutiérrez (Coord.) (2009).

The fieldwork revealed that some of the 125 Geosites had disappeared, mainly by material extraction and public engineering works. Some others were seriously damaged or had lost their value. Moreover, some features that were located close to each other were combined in the list or brought together in larger areas. Finally, the inventory

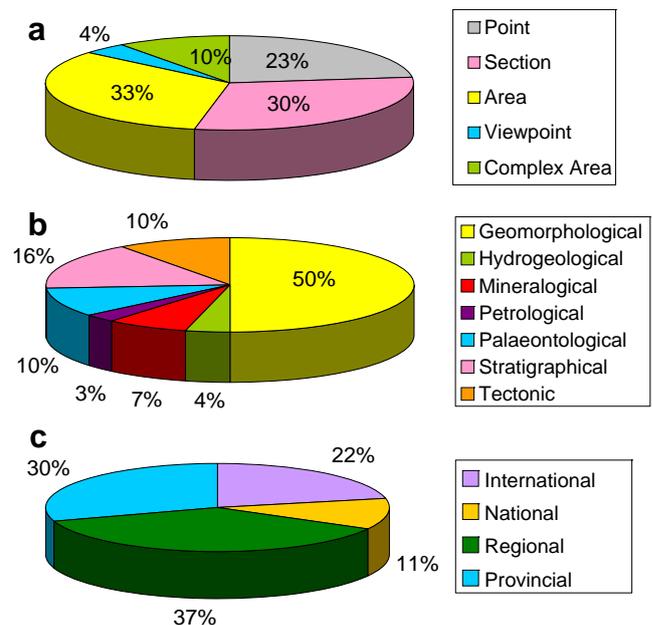
**Table 1** Basic features of the different typological categories proposed in this paper

Typology	Definition	Fragility	Vulnerability	Resistance to pressure	Proposals
Point		Low to high	High	Low	Need protection
Section		Medium	Medium	Medium	A marked route has to be followed
Area		Low	Low	High	Easy to popularize
Viewpoint		Low	High (the panoramic)	High	Good sites to popularize
Complex area		Low, but locally high	Low, but locally high	High	Incorporation to natural protected areas

consists of 97 Geosites (Appendix). Due to the length of the results, they are divided in three sections: (1) results related to the descriptive survey, (2) results related to the assessment, and (3) results related to the conservation status and proposals on management.

Results related to the descriptive survey

1. Typology of sites: 22 sites are points (23%); 29 sections (30%), 32 areas (33%), four viewpoints (4%), and ten are complex areas (10%) (Fig. 8a).
2. Main interest: 15 Geosites have mainly stratigraphical interest (16%); ten are paleontological (10%), seven are mineralogical (7%), three are petrological (3%), 48 are geomorphological (50%), four are hydrogeological (4%), and ten are tectonic Geosites (10%). In this grouping, only the main interest is considered, but it is important to note that 19 Geosites have two or more types of geological interests (Fig. 8b).
3. As for sites' degree of interest, our proposal is as follows: 21 international sites (22%), 11 national sites (11%), 36 regional sites (37%), and 29 provincial sites (30%; Fig. 8c).
4. Within a protected area: five sites are located both in the National Park of Picos de Europa and in the Regional Park of Picos de Europa; 11 sites are located only in the Regional Park Picos de Europa; 22 sites are sited in different areas which are under process of being declared protected (five sites are in Sierra de Ancares



**Fig. 8** Results related to the descriptive survey. **a** Pie chart illustrating the relative magnitudes of the sites according their typology. **b** Pie chart showing the relative magnitudes of the sites according their main interest. **c** Pie chart illustrating the relative magnitudes of the sites according their grade of interest

Natural Area; five sites are in Alto Sil Natural Area, five sites are in Valle de San Emiliano Natural Area; three sites are in Hoces de Vegacervera Natural Area; two are in Las Médulas Natural Monument; one is in La Baña Natural Monument, and one is in Lago de Truchillas Natural Monument; Fig. 9).

Results Related to the Assessment

Our assessment followed the three main groups of criteria proposed by Cendrero (1996b): intrinsic value, risk of degradation, and potential for use. It should be noted that this project is meant to be used for the geoheritage conservation and popularization purposes (scientific, didactic, and touristic). The complete results would have been very extensive and would not have made any practical contribution to such purposes. Nonetheless, according to the theme of this paper, it is important to emphasize several general conclusions for environmental management, espe-

cially those concerning the risk of damage and potential for use. The estimates of risk give the administration an exact idea of which sites are already damaged or about to disappear. Sites in such condition need, at least, urgent attention and perhaps a rapid intervention to avoid their disappearance. On the other hand, the assessment of its potential for use reveals sites which are ready for an immediate popularization. They are robust (non-fragile) sites and have a high resistance to user pressures. But, those sites possessing an important potential for use either have some previous infrastructure and interpretative material or are easy for the general public to comprehend.

Results Related to Proposals for Management

When suggesting some proposals for a better management of the geoheritage, we introduced two apparently opposite elements at an early stage. On the one hand, there already exists a favorable fact that must be kept and used to the

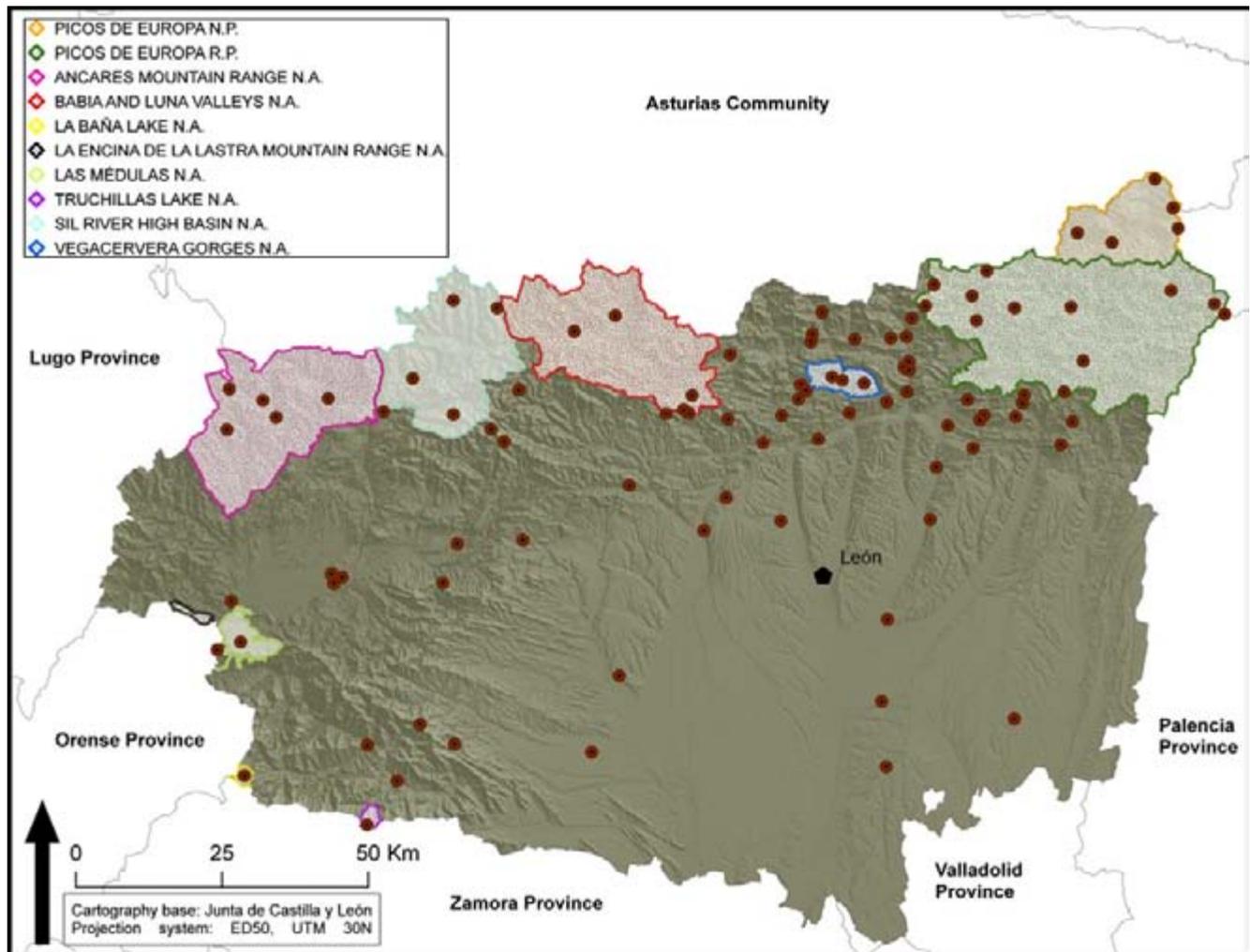


Fig. 9 Map of the Leon province showing the sites located inside natural protected areas

maximum by the regional government: 95 out of 97 Geosites (Marqués Valley and San Adrián Thermal spring excepted) have, at least, a high percentage of their areas inside public lands. In some sites, maintaining this situation is especially important, as they are sites capable of exploitation for monetary gain (for example, hydrogeological points). On the other hand, the situation with legislation on natural heritage is not satisfactory at all. Even in the protected areas, there is a huge deficiency. There are nine protected areas of different categories in Leon. One of them is the Picos de Europa National Park, and the rest were proposed in a law passed in 1991 (Law 8/1991, *de 10 de mayo de Espacios Naturales de la Comunidad de Castilla y Leon*). Some popularization programs have been implemented in these areas, but only one of them (the Picos de Europa Regional Park) has so far drawn up a scheme for a natural resource planning, a necessary legal text for any site declared a protected area. Although the Picos de Europa Regional Park has already been declared, there is a lack of legal measures in this zone; for instance, a specific plan for the running of the park has not yet been written.

Besides, despite the fact that every protected area in Leon has a very important geological content, it suffers from the same problems as in other countries: that the managers of protected areas are primarily interested in biology (Dias and Brilha 2004; Pereira et al. 2004). As Brilha (2002) argues, real nature conservation can only be achieved if geology is integrated into management of the protected areas at the same level of importance as biology, and all the natural processes need to be considered together. One general proposal to be implemented in every site should be to make geology present as a fundamental issue during the development of the legislation and popularization of natural areas. The inventory described in this paper took this proposal into account, and it was consequently and particularly designed for management staffs which are lacking any geologist.

Furthermore, geoheritage, in general, is often threatened by certain human activities. Some Geosites need studies and control of the impacts provoked by the use—geological materials extractions, reforestations, windfarms, urban development, etc. Some of them might not seem to act directly against geological features, but, as far as Geosites are concerned, they should be under regulation and each case separately considered, since these activities may hide some kind of economic or commercial interests (e.g., a reforestation) or decrease of the visual interest of the site, which is one of the basic aspects to be preserved.

A final consideration on this matter takes a look onto the geotouristic planning at the sites. Permanent interpretative material must be incorporated only at sites with low fragility and vulnerability (for example, with no risk of illicit collecting). An adequate selection for the location of these materials (panels, boards) is also important. They

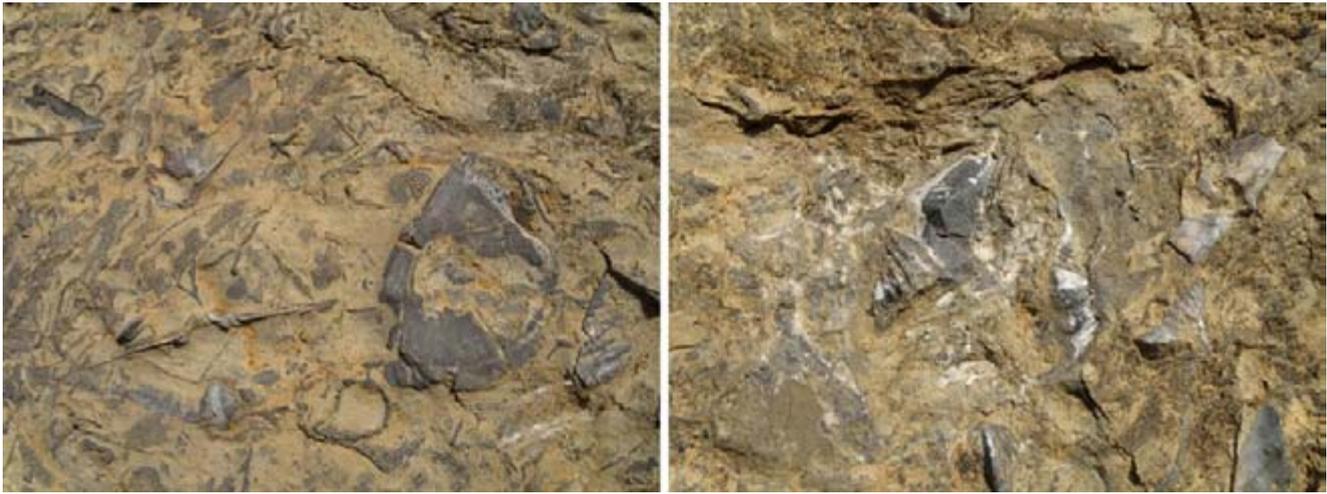
must always be placed next to pre-existing infrastructure, such as habitations, roads, or car parks. Geosites far from these infrastructures will have materials which involve no construction, such as brochures and pamphlets.

To conclude, the sites can be classified in four groups, according to the management proposals recommended in this work: (1) sites which need urgent intervention; (2) sites with scientific interest; (3) sites with didactic and/or touristic interest, and (4) viewpoints.

These categories are not mutually exclusive, as some sites may share various characteristics, e.g., a viewpoint may have a didactic interest and at the same time, it might need urgent intervention.

#### 1. Sites in need of urgent intervention:

- (a) Paleontological sites. Due to the fact that there is no regional legislation on paleontological heritage, every paleontological section with risk of illicit collection is presumed to be highly vulnerable. Morales Romero (1996) states that the utilization of paleontological inventories should be restricted, in order to avoid the disappearance of these sites. That is why, we judge, the location of these sections should not be disclosed if the site protection is not guaranteed. Moreover, mechanisms of control should be strictly applied, either by means of installing physical barriers or by keeping the outcrop permanently watched on. In case the outcrop is used as a geotouristic attraction, it must be kept under a special management regime. Some specimens could be exhibited in a visitor center or museum, but visits to the outcrop must always be guided, and the access should be restricted. During these visits, fossil collections should not be shown. Sites such as Santa Lucía Formation reefal rocks at El Millar (Fig. 10), the paleontological site at Colle, and the reefal rocks at Matallana de Torio are, among others, seriously threatened sections. In these sites, a special status for scientific studies should be arranged, allowing the sampling of specimens under control.
- (b) Rare fragile points, for example, the Fonfría peat and the glacial ice remain in Trasllambrión Jou (Fig. 11). As it was said before (see typology definition), management of these sites should guarantee that its natural rate of destruction is not being accelerated by human activities.
- (c) Vulnerable sites that are threatened and at risk of disappearance because they are being seriously damaged by some human activity. They are either “single” points or points included in a complex area. If the damaging activity were not slowed down or regulated, the sites could disappear. Let



**Fig. 10** Sites that need urgent intervention, paleontological sites. Fossiliferous rocks of the Devonian Santa Lucía Formation at El Millar locality (*left*) show damages by hammering and sampling (*right*)

us see some examples: the point grèzes litées at Truchas (construction material extraction; Fig. 12), each point of the complex area endorreism in Tierra de Campos (intensive agriculture is drying up these wetlands), the glacial landforms at Páramo and Susaño del Sil, and the complex area of La Baña with its moraines and lakes (the last two both threatened by slate quarries).

- (d) Mineralogical points. Although this group is composed of a great variety of sites and, therefore, each one must be considered separately, they all share some common features. Tourist visits to these sites may result an irreparable damage nowadays. Many of them are, in fact, mine galleries dating back to the early or mid-twentieth century, which have not so far gone through any sort of restoration (Fig. 13). The gallery entrances

are open and, in some cases, without protection at all. Being in such a state, it does not make any sense to divulge the mineralogical points. At the same time, as these excavations are all subsurface mines of limited dimensions with small-sized dumps, its visual impact is low. We feel they should be restored with a view to the development of geotourism, not in a conventional way. The dumps would be stabilized, but not reforested, as some specimens of mineral could still be found in them. The galleries would be filled in, or, in some cases, they could be fitted out with the necessary structures to allow touristic visits, as could be the case of San Andrés mine, a talc and pyrite mine at Puebla de Lillo. In any case, the visits will have to be guided with a strict control over collecting.



**Fig. 11** Sites that need urgent intervention. Glacial remains in the Trasllambrión Jou needs urgent intervention due its high fragility

- 2. Sites with scientific interest: these are points and sections, which possess a scientific interest, and so, they should be dedicated to research and education. Some of them have not yet been well-studied; so, our first proposal for their management is to ask the administration to back up and finance research programs in those areas. Many paleontological sections (1a) and every fragile point (1b) mentioned above would be included in this chapter, as well as some others, e.g., the area called lake and moraine at Respina. It is also important to note that some sections with scientific interest are used as teaching localities (at university level) or visited by geological enthusiasts. In some of them (e.g., the Palaeozoic stratigraphical sequence at Los Barrios de Luna), hammering is particularly intensive, strongly affecting the feature (Fig. 14).
- 3. Sites with didactic and/or tourist potential: In this group, we have included sites that are not fragile or



**Fig. 12** The point Grèzes litées near Truchas locality is threatened by quarrying and there is a high risk of destruction

vulnerable to use through popularization. They are divided into two groups:

- (a) Sites (sections along riverbanks, areas, and complex areas) that are already being used and receive a large number of visitors. Most of them are located in protected areas. Geology in these sites is not explained, even though it is their main attraction, e.g., the Cares Gorge section, the Liordes depression area (Fig. 5), and the complex area of the Luna and Sil rivers high basin (Fig. 7). Their previous infrastructure and high resistance to user pressures should be used for the popularization of geology.

In this group, show caves prepared for visitors constitute a special case (Fig. 15) because, in the three caves included in present catalog, geology is not properly emphasized; furthermore, in one of them, the geological interpretation is completely

wrong. But, there is still something rather worrying: the humidity and temperature conditions in the caves are not properly controlled, and they lack a study on the resistance to visits.

- (b) Sites (areas and points) not being already used. All the sites in this group should go through a serious analysis to determine their resistance to pressure, what other attractions are nearby, and estimate their popularization. Some examples are the point called erratic boulder between Puebla de Lillo and Redipollos, the Boeza river terraces area, and the Peña Galicia syncline and Devonian stratigraphical section at Aviaodos complex area (Fig. 16).

#### 4. Viewpoint

The inclusion of viewpoints in this sort of catalogs has always been a controversial issue. They are particular sites, as they enjoy no spatial continuity and consist of two clearly different parts: the observation point and the place to be looked at, a large area with geological interest and high esthetic value (Fig. 6). According to their definition (see typology definitions above), viewpoints are only Geosites when some geological interest emerges from them, and they require an external point to observe and appreciate such interest. In our opinion, there are two main reasons to include viewpoints in the present inventory and develop proposals for their management. On the one hand, the effective conservation of viewpoints involves both the preservation of the observatory and, above all, the conservation of the landscape that is viewed, i.e., the conservation of large interesting geological areas. As the elements in these areas are large, a variety of activities can happily be accommodated in them, except those involving



**Fig. 13** Blue aragonite (*left*) deposit in the Antonina mine near Requejo is an important mineralogical point. As shown in the picture (*right*), the old mine has not been restored and the site remains in a quite dangerous condition



**Fig. 14** A view of the Paleozoic stratigraphical section at Los Barrios de Luna, a Geosite of international interest where intensive hammering is strongly affecting the feature (note fallen rocks just at the bottom of the section)

visual impact. On the other hand, we agree with Palacio (1999) in considering viewpoint sites suitable for introducing and popularizing geological heritage particularly with secondary-level students and the general public. Besides, the localities already enjoy some advantages, such as accessibility, infrastructures, and probably, being known to the people.

In our case, we have remarked the relevance of already known viewpoints (e.g., Piedrashitas viewpoint, Fig. 6) and propose some other places as suitable for installation of a geological observatory. The main objective is to preserve the element of interest itself, but it is the aim of popularizing these sites that requires one to establish and maintain the observatory (e.g., faults in limestone at Mallo de Luna).



**Fig. 15** Caves prepared for public visits are a special case. Valdelajo Geosite is a very small cave showing a stunning diversity of speleothems



**Fig. 16** Peña Galicia syncline and Devonian stratigraphical section at Aviados is an interesting area mostly visited by students and mountaineers but it is not being used as Geosite

## Discussion and Conclusions

In the present situation of greater concern for geoheritage, exhaustive inventories of smaller territories with generic purposes are needed in order to join up with efforts for geoconservation at an international and national level. One of the aims of this paper is to insist on the relevance of inventorying and preserving local sites that will not be labeled as Global or National Geosites, or included in a Protected Area. The present inventory encompasses 36 regional sites and 29 provincial sites. Some sites from the first group are located inside the perimeter of a protected area, but the second group of sites, which lie under no protection, constitute 30% of the total. It is important not only to highlight their existence, but also to point them out as possible geotouristic resources. We strongly feel that listing and evaluating geoheritage in detail is one of the keys to tackle the challenge of an integral real geoconservation. A deep knowledge of the geoheritage will allow its integration in administrative and legal processes and, what is more important, link them to local economies.

It is also our objective to contribute to future inventories by means of suggesting useful instruments for the management of geoheritage. With this goal in mind, two special tools are proposed in this paper. The first is the use of the typology as a key factor to summarize the specifications of geoheritage in a region. We propose and define five different categories (points, sections, areas, viewpoints, and complex areas) related to site dimensions and shape, but also, more importantly, to their vulnerability and fragility.

The second tool emerges from combining typology with the main interest and/or the potential of the site itself. It involves distinguishing four groups of sites, and this will help the local authorities to outline the best strategies for

site management: sites in need of urgent intervention, sites with scientific interest, sites with didactic and/or tourist potential, and viewpoints.

Taking this catalog as a base, the next phase should be to determine site limits and to establish the measures for their protection, which is a task to be performed by the regional government. With a starting point like this, the administration would be able to decide the way to preserve geoheritage. This way may vary from the inclusion of sites in a Nature Protected Area to the development and application of specific legislative measures on these features. At that stage, we think it of the greatest importance to follow the proposals that are suggested herein for their management, even in some cases (fragile and vulnerable sites) in a very strict manner.

**Acknowledgements** The authors want to express their gratitude to the project's research group [E. Alonso Herrero (photo in Fig. 13, left),

J.M. Redondo Vega (photo in Fig. 12), J. Cortizo Álvarez, J. Santos González (photo in Fig. 11), A. Gómez Villar, R.B. González Gutiérrez, and A. Herrero Hernández] and to several external experts for their efforts, knowledge, and time. Pablo Pascual and Rodrigo Castaño lent us photos in Figs. 6 and 15, respectively. We are also very grateful to the Environmental Council of Junta de Castilla and Leon for supporting the project and in particular to the technical staff who supervised it: Juan del Nido and Pilar Cabrera.

Special thanks to Ramón Gutiérrez for his precise advice on the English language. We also thank Enrique Díaz Martínez (IGME, Madrid), who offered helpful review of the manuscript and W. Wimbledon, who made a meticulous revision. Thanks to the comments from one external reviewer, the paper improved considerably.

## Appendix

Map of the Leon province showing the position and main interest of the Geosites considered in this inventory.

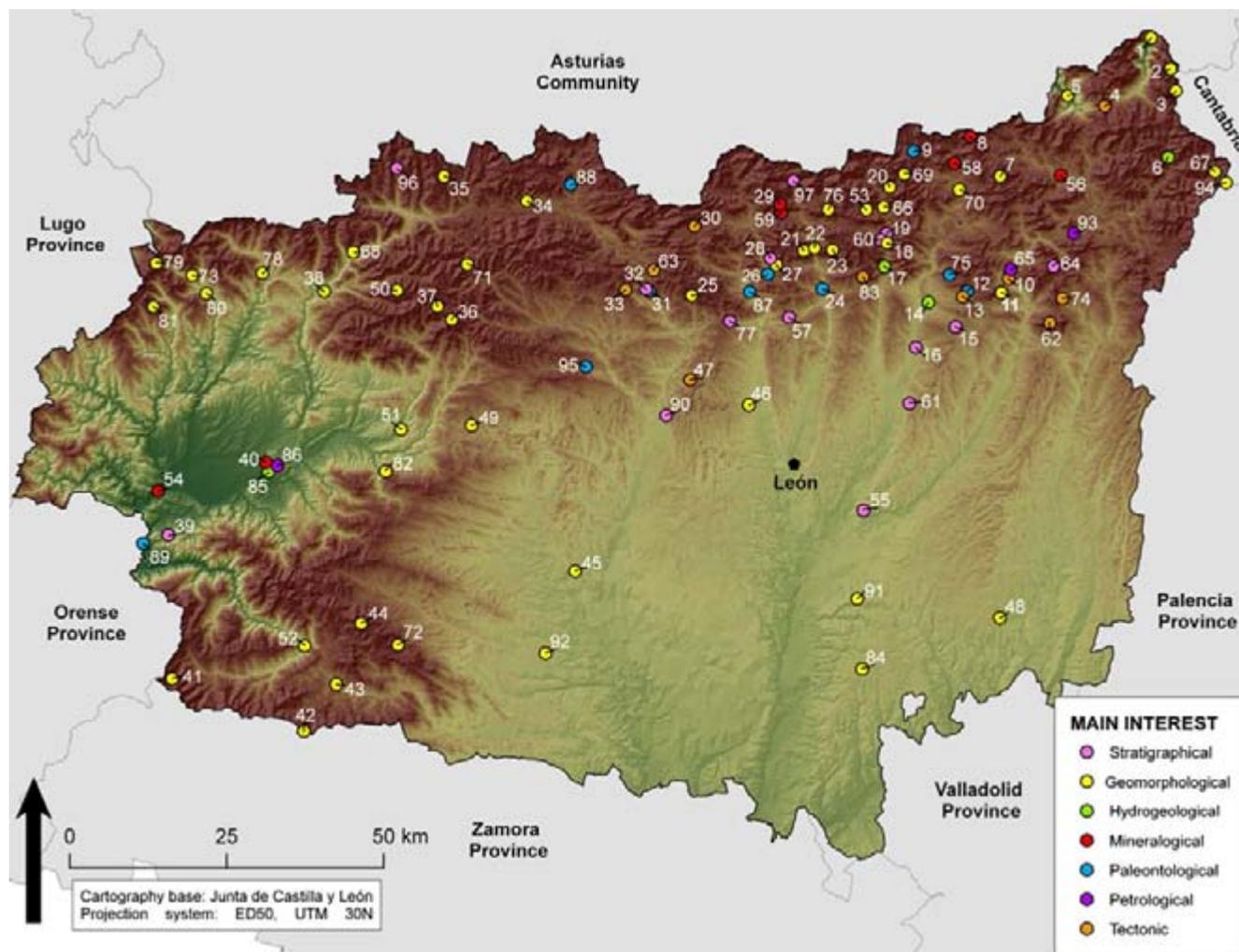


Table listing the Geosites considered in the inventory. For each Geosite, the name, typology, main interest, and membership to a protected area are indicated.

**Table 2** Analysis of selected sites

Number	Spanish site name	English site name	Typology	Main interest	Protected area
1	Desfiladero del Cares	The Cares Gorge	Section	Geomorphological	Picos de Europa National Park and Regional Park
2	Jou del Trasllambrión	Trasllambrión Jou	Area	Geomorphological	Picos de Europa National Park and Regional Park
3	La Vega de Liorde	Liorde depression	Area	Geomorphological	Picos de Europa National Park and Regional Park
4	Mirador de Piedrashitas	Piedrashitas Viewpoint	Viewpoint	Tectonic	Picos de Europa National Park and Regional Park
5	Desfiladero del Beyo	El Beyo Gorge	Section	Geomorphological	Picos de Europa National Park and Regional Park
6	Fuente sulfurosa en Llánaves de la Reina	Sulfide spring at Llánaves de la Reina	Point	Hydrogeological	Picos de Europa Regional Park
7	Complejo glaciar de Mampodre	Mampodre glacial complex	Complex area	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
8	Yacimientos de cinabrio en Riosol y el Puerto de las Señales	Riosol and Las Señales Pass cinnabar deposits	Area	Mineralogical	Picos de Europa Regional Park
9	Turbera de Fonfría	Fonfría Peat	Point	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
10	Cabalgamiento del Manto del Esla en Valdoré	Esla Nappe at Valdoré	Section	Tectonic	
11	Cueva de Valdelejo	Valdelejo Cave	Point	Geomorphological	
12	Yacimiento Paleontológico de Colle	Paleontological site at Colle	Section	Paleontological	
13	Creiácico discordante en Colle	Unconformable Cretaceous rocks at Colle	Section	Stratigraphical	
14	Manantial termal de San Adrián	San Adrián thermal spring	Point	Hydrogeological	
15	Estratotipo de la Formación Vegaquemada en La Acisa de las Arrimadas	Vegaquemada Formation stratotype at La Acisa de las Arrimadas	Section	Stratigraphical	
16	Afloramiento de la Formación Candanedo en Lugán y estratotipo en Candanedo de Boñar	Candanedo Formation at Lugán and stratotype at Candanedo de Boñar	Section	Stratigraphical	
17	Cascada de Nocedo	Nocedo Waterfall	Point	Hydrogeological	
18	Hoces de Valdeteja	Valdeteja Gorges	Section	Geomorphological	
19	Laguna estratigráfica y estratotipo en el Arroyo de Barcaliente	Stratigraphical gap and stratotype at Barcaliente creek	Section	Stratigraphical	
20	Till subglaciar de Villaverde de la Cuerna	Subglacial till at Villaverde de la Cuerna	Area	Geomorphological	
21	Cueva de Valporquero	Valporquero Cave	Area	Geomorphological	Vegacervera gorges natural area
22	Hoces de Vegacervera	Vegacervera Gorge	Section	Geomorphological	Vegacervera gorges natural area
23	Valle del Marqués	Marqués Valley	Area	Geomorphological	Vegacervera gorges natural area
24	Yacimiento arrecifal de Matallana de Torío	Reefal rocks at Matallana de Torío	Section	Paleontological	

Table 2 (continued)

Number	Spanish site name	English site name	Typology	Main interest	Protected area
25	Hoces de los Calderones de Piedrasecha	Los Calderones Gorge at Piedrasecha	Section	Geomorphological	
26	Yacimiento arrecifal de la Fm. Santa Lucía en el Arroyo del Puerto	Santa Lucía Formation at El Puerto creek	Section	Paleontological	
27	Hoces de Villar-Ciñera	Villar-Ciñera Gorge	Section	Geomorphological	
28	Estratotipo del Grupo La Vid	La Vid Group stratotype	Section	Stratigraphical	
29	Mina La Providencia	La Providencia Mine	Point	Mineralogical	
30	Valle de Arbas	Arbas Valley	Complex area	Tectonic	
31	Yacimiento de trilobites en Los Barrios de Luna	Trilobites site at Los Barrios de Luna	Point	Paleontological	Babia and Luna valleys natural area
32	Serie del Paleozoico en Los Barrios de Luna	Paleozoic stratigraphical section at Los Barrios de Luna	Section	Stratigraphical	Babia and Luna valleys natural area
33	Discordancia angular entre el Precámbrico y el Cambriaco en Irede de Luna	Angular unconformity between Precambrian and Cambrian rocks at Irede de Luna	Point	Tectonic	Babia and Luna valleys natural area
34	Cuenca alta de los ríos Luna y Sil	Luna and Sil rivers high basins	Complex area	Tectonic	Babia and Luna valleys natural area
35	Valle de Lumajo	Lumajo Valley	Area	Geomorphological	Sil River high basin, natural area
36	Conjunto glaciar-periglaciario de Arcos de Agua-Peña Cefera	Glacial and periglacial complex in Arcos de Agua-Peña Cefera	Area	Geomorphological	
37	Valle glaciar del Boeza (Campo de Santiago)	Boeza glacial valley (Campo de Santiago)	Area	Geomorphological	
38	Restos glaciares de Páramo y Susaño del Sil	Glacial forms at Páramo and Susaño del Sil	Area	Geomorphological	Sil River high basin natural area
39	Las Médulas	Las Médulas Site	Area	Stratigraphical	Las Médulas natural area
40	Yacimiento de scheelita en Ponferrada	Scheelite deposits at Ponferrada	Point	Mineralogical	
41	Morrenas y lagos de la Baña	La Baña moraines and lakes	Area	Geomorphological	La Baña Lake natural area
42	Modelado glaciar del Macizo de Vizcodillo	Vizcodillo Massiff glacial morphology	Area	Geomorphological	Truchillas Lake natural area
43	Grèzes litées de Truchas	Grèzes litées at Truchas	Point	Geomorphological	
44	Morfología periglaciaria y campos de piedras del Teleno	Periglacial features and block fields in Teleno peak	Area	Geomorphological	
45	Las Torcas de Barrientos	Las Torcas badlands at Barrientos	Area	Geomorphological	
46	Lecho móvil (canales braided) en el Arroyo de Riosequín	Braided channels in Riosequín creek	Section	Geomorphological	
47	Puntos de observación geológica en Rioseco de Tapia	Geological viewpoints at Rioseco de Tapia	Viewpoint	Tectonic	
48	Endorriego en Tierra de Campos	Endorreism in Tierra de Campos	Complex area	Geomorphological	
49	Superficie finipontense de Brañuelas	Finipontian surface at Brañuelas	Area	Geomorphological	
50	Glaciares rocosos de Valdeglesia-Braña Librán	Valdeglesia-Braña Librán rock glaciers	Area	Geomorphological	Sil River high basin natural area
51	Terrazas del Boeza	Boeza river terraces	Area	Geomorphological	

**Table 2** (continued)

Number	Spanish site name	English site name	Typology	Main interest	Protected area
52	Captura fluvial del río Eria	Eria river capture	Area	Geomorphological	
53	Cueva de Coribos	Coribos Cave	Point	Geomorphological	
54	Aragonito azul de mina Antonina en Requejo	Blue aragonite deposit in Antonina mine at Requejo	Point	Mineralogical	
55	Estratotipo de la Formación Mansilla de las Mulas en Villasariego	Mansilla de las Mulas Formation stratotype at Villasariego	Section	Stratigraphical	
56	Fluorita en Burón	Fluorite at Burón	Point	Mineralogical	Picos de Europa Regional Park
57	Afloramiento mesozoico y terciario de Brugos de Fenar	Mesozoic and Tertiary outcrop at Brugos de Fenar	Section	Stratigraphical	
58	Talco y piritas de Puebla de Lillo	Talc and pyrite at Puebla de Lillo	Point	Mineralogical	Picos de Europa Regional Park
59	Mina La Profunda	La Profunda Mine	Point	Mineralogical	
60	Estratotipo de la Formación Valdeteja	Valdeteja Formation stratotype	Section	Stratigraphical	
61	Estratotipo de la Formación Barrillos en Vegas del Condado	Barrillos Formation stratotype at Vegas del Condado	Section	Stratigraphical	
62	Macizo de Peña Corada	Peña Corada Massiff	Area	Tectonic	
63	Fallas en las calizas de Mallo de Luna	Faults in limestone at Mallo de Luna	Viewpoint	Tectonic	
64	Sinclinal de Aguasalio	Aguasalio syncline	Area	Tectonic	
65	Meandro del río Esla y rocas volcánicas en el entorno del Pajar del Diablo (Crémenes)	Esla river meander and igneous rocks around El Pajar del Diablo (Crémenes)	Complex area	Petrological	
66	Complejo morrénico de Valdelugueros	Moraine complex at Valdelugueros	Area	Geomorphological	
67	Difluencia glaciár del Boquerón de Bobias y morrenas del Naranco	Boquerón de Bobias glacial diffluence and Naranco moraines	Area	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
68	Estrías glaciares de Palacios del Sil	Glacial striae at Palacios del Sil	Point	Geomorphological	Sil River high basin natural area
69	Laguna y morrena de Respina	Respina lake and moraine	Area	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
70	Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos	Erratic boulder between Puebla de Lillo and Redipollos	Point	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
71	Captura fluvial y depósito glacio-lacustre del Puerto de la Magdalena	River capture and glacio-lacustrine sediments in La Magdalena Pass	Complex area	Geomorphological	
72	Captura fluvial del río Llamas en Tabuyo del Monte	Llamas stream capture at Tabuyo del Monte	Area	Geomorphological	
73	Deslizamiento en Tejado de Ancares	Landslide in Tejado de Ancares	Area	Geomorphological	Ancares mountain range natural area
74	Discordancias progresivas y paleorrelieves del Carbonífero en Ocejo de la Peña	Carboniferous progressive disconformities and paleo-reliefs at Ocejo de la Peña locality	Section	Stratigraphical	
75	Sección del Devónico en Adrados	Devonian stratigraphical section at Adrados	Section	Paleontological	
76	Valle de Sáncenas	Sáncenas Valley	Area	Geomorphological	
77	Sección del Carbonífero marino en Olleros de Alba	Carboniferous marine stratigraphical section at Olleros de Alba locality	Section	Paleontological	

Table 2 (continued)

Number	Spanish site name	English site name	Typology	Main interest	Protected area
78	Encajamiento del río Cúa en Cariseda	Cua river incision at Cariseda	Viewpoint	Geomorphological	Ancares mountain range natural area
79	Circo y valle Glaciar del Cuiña	Cuiña glacial cirque and valley	Area	Geomorphological	Ancares mountain range natural area
80	Depósito fluvio-glaciar de Sorbeira	Fluvio-glacial deposit at Sorbeira	Point	Geomorphological	Ancares mountain range natural area
81	Conjunto morrénico de Campo del Agua-Porcarizas	Campo del Agua-Porcarizas moraine complex	Area	Geomorphological	Ancares mountain range natural area
82	Río de piedras de San Andrés de las Puentes	Block-stream at San Andrés de las Puentes	Point	Geomorphological	
83	Sinclinal de Peña Galicia y sección del Devónico en Aviaños	Peña Galicia syncline and Devonian stratigraphical section at Aviaños	Complex area	Tectonic	
84	Cárcavas en Quintanilla de los Oteros	Badlands at Quintanilla de los Oteros	Area	Geomorphological	
85	Fuente del azufre en Ponferrada	Sulfide spring at Ponferrada	Point	Hydrogeological	
86	Alteración del granito en Montearenas	Weathered granite (sapolite) at Montearenas	Point	Petrological	
87	Yacimiento arrecifal de la Fm. Santa Lucía en El Millar	Santa Lucía reefal rocks at El Millar	Section	Paleontological	
88	Yacimientos del Carbonífero marino en San Emiliano	Marine carboniferous outcrops at San Emiliano	Complex area	Paleontological	Babia and Luna valleys natural area
89	Sección del Paleozoico inferior y Yacimiento de graptolitos en el embalse de Peñarubia	Lower Paleozoic stratigraphical section and graptolite outcrop in Peñarubia Reservoir	Complex area	Paleontological	Las Médulas natural area
90	Estratotipo de la Formación Villarroquel en Villarroquel	Villarroquel Formation stratotype at Villarroquel	Section	Stratigraphical	
91	Jano en Rebolllar de los Oteros	Jano at Rebolllar de los Oteros	Area	Geomorphological	
92	Canales braided en el río Duerna (entre Destriana y Villalis de la Valduerna)	Braided channels in the river Duerna (between Destriana and Villalis de la Valduerna)	Section	Geomorphological	
93	Rocas ígneas en Horcadas	Igneous rocks in Horcadas	Area	Petrological	Picos de Europa Regional Park
94	Modelado glaciar y periglacial de Tres Provincias-Hoyo Empedrado	Tres Provincias Peak and Hoyo Empedrado glacial and periglacial landforms	Complex area	Geomorphological	Picos de Europa Regional Park
95	Yacimiento del Carbonífero continental en Valdesamario	Continental carboniferous outcrop at Valdesamario	Section	Paleontological	
96	Pórfidos en la mina El Feixolín	Porphyries in El Feixolín Mine	Section	Stratigraphical	Sil River high basin natural area
97	Ripples de Piornedo	Ripples at Piornedo	Point	Stratigraphical	

## References

- Alonso Herrero E (coord) (2004) *Guía geológica visual de León*. Editorial Celarayn. León, p 276. ISBN 84-89716-02-1
- Alonso Herrero E, Gallego Valcarce E (1995) Puntos de interés geológico. In: Gallego Valcarce E, Alonso Herrero E, Penas Merino A (eds) *Atlas del medio natural de la provincia de León*. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, pp 94–95. ISBN 84-7840-237-3
- Brilha J (2002) Geoconservation and protected areas. *Environ Conserv* 29:273–276. ISBN 972-8575-90-4
- Brilha J (2005) *Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage, Viseu, p 190
- Carcavilla Urquí L, López Martínez J, Durán Valsero JJ (2007) *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Cuadernos del Museo Geominero, IGME, Madrid. ISBN 978-84-7840-710-1
- Cendrero Uceda A (1996a) El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. In: MOPTMA (ed) *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp 17–28. ISBN 84-498-0206-7
- Cendrero Uceda A (1996b) Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. In: MOPTMA (ed) *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp 29–38. ISBN 84-498-0206-7
- Dias G, Brilha J (2004) Raising public awareness of geological heritage: a set of initiatives. In: Parkes MA (ed) *Natural and cultural landscapes*. The Geological Foundation, Royal Irish Academy, Dublin, pp 235–238. ISBN 19-048-9000-8
- Elizaga E, Palacio J, González Lastra JA, Sánchez de la Torre L (1983) *Inventario nacional de los puntos de interés geológico del sector Occidental de la Cordillera Cantábrica (vertiente meridional)*. Unpublished report. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid
- Fernández-Martínez E (coord) (1998) *Puntos de interés geoeseducativo de la provincia de León*. Edición de los Autores, Salamanca. ISBN 84-605-8380-5
- Fernández-Martínez E (2000) Puntos de interés geológico y paleontológico. In: Belinchón Callejo G, Llamas de Juan O (coord) *Guía del patrimonio natural de las comarcas de Cuatro Valles. Recursos naturales y usos tradicionales; un legado abierto al futuro*. Asociación Cuatro Valles, pp 29–48. ISBN: 84-607-3016-6
- Fernández-Martínez E, Fuertes Gutiérrez I (coords) (2009) *Lugares de Interés Geológico*. León. DVD publicado por la Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León. ISBN 987-84-692-5657-2
- García Cortés A (main ed) (2008) *Contextos geológicos españoles, una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. IGME Madrid ISBN: 978-84-7840-754-5
- García Cortés A, Carcavilla Urquí L (2009) on line. Methodological paper for the preparation of the Spanish inventory on Geological Interest Sites. Version 12. Last update: 18-05-2009. Consulted: 22-07-2009, p 61
- García Cortés A, Gallego Valcarce E, Palacio Suárez J (1992) *Patrimonio geológico*. INYPSA-IGME, Madrid, pp 1–13. ISBN 84-7840-152-0
- Gray M (2004) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester, p 434. ISBN 978-0-470-84895-1
- Morales Romero J (1996) El patrimonio paleontológico. Bases para su definición, estado actual y perspectivas futuras. In: MOPTMA (ed) *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, pp 39–51. ISBN 84-498-0206-7
- Nuche del Rivero R (ed) (2001) *Patrimonio geológico de Castilla y León*. Enresa, Madrid, p 518. ISBN: 84-931224-3-2
- Palacio J (1999) Viewpoints and geological heritage. Uses in tourism and education. Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millenium. *Sociedad Geológica de España*, Madrid, pp 378–384. ISBN 84-930160-1-2
- Pereira DI, Meireles C, Alves MI, Pereira P, Brilha J, Dias G (2004) In: Parkes MA (ed) *Natural and cultural landscapes*. The Geological Foundation, Royal Irish Academy, Dublin, pp 253–256. ISBN 19-048-9000-8
- Rivas-Martínez S (2007) Mapa de series, geoserries y geopermaseries de vegetación de España. [Memoria del Mapa de Vegetación potencial de España]. Parte I. *Itinera Geobotanica*, 17, Servicio de publicaciones de la Universidad de León, León, pp, 5–436
- Rodríguez Fernández LR, Heredia N (1994) *Mapa geológico de la provincia de León*. Escala 1:200000. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, p 166. ISBN 84-7840-202
- Sáez Ridruejo C, Sanz Pérez E, Hurtado Abril J (ed) (1998) *Patrimonio geológico del Camino de Santiago*. Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid, p 176. ISBN: 84-7840-380-9
- Sharples C (2002) *Concepts and principles of Geoconservation*. Version 3. Tasmanian Parks and Wildlife Service. Available at: <[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)>. Accessed on: 15-02-2010
- Wimbledon WAP, Ishchenko AA, Gerasimenko NP, Karis LO, Suominen V, Johansson CE, Freden C (2000) Geosites—an IUGS initiative: science supported by conservation. In: Baretino D, Wimbledon WAP, Gallego E (eds) *Geological heritage: its conservation and management*. Madrid (Spain), pp 69–94. ISBN 84-930160-1-2



SEGUNDA PARTE:  
PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA



**SEGUNDA PARTE:**  
**PATRIMONIO GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL**  
**PICOS DE EUROPA**

## 2.1. EL TERRITORIO DE ESTUDIO

### 2.1.1. *Ubicación geográfica*

El Parque Regional Picos de Europa se localiza en la zona central de la Cordillera Cantábrica, que se corresponde con la parte oriental de la montaña de la provincia de León (Fig. 2.1). El Parque Regional supone una ampliación de las Reservas Nacionales de Caza de Mampodre y Riaño (creadas en 1966) y su unión con una parte del Parque Nacional Picos de Europa. En la Ley 8/1991 de 10 de mayo, sobre los Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León, se incluye la zona del actual Parque Regional Picos de Europa dentro del Plan de Espacios Naturales Protegidos de Castilla y León y con posterioridad –en 1994– es declarado bajo dicha figura de protección en la Ley 12/1994 de 18 de julio de declaración del Parque Regional de Picos de Europa en Castilla y León. Los valores en los que se apoya la proclamación, según lo expuesto en la propia ley, se concretan en que

las condiciones climáticas y de relieve del noreste de la provincia de León junto su devenir histórico han posibilitado la permanencia, en buen estado de conservación, de ecosistemas propios de la región eurosiberiana que tienen como expresión más significativa extensas áreas del bosque atlántico caracterizados por robledales y hayedos, con unas poblaciones de fauna que son, en muchos casos, las más meridionales de sus áreas de distribución europea, y entre las que destacan el oso pardo y el urogallo. (Ley 12/1994, pág.1)

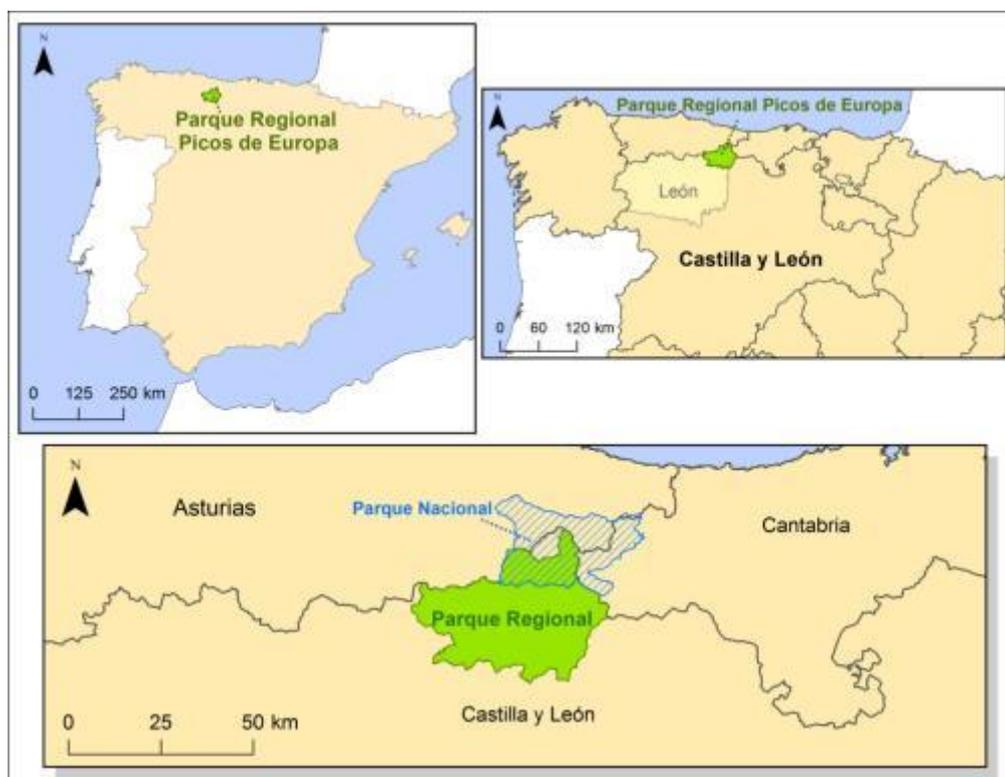


Fig. 2.1: Localización de los Parques Regional y Nacional Picos de Europa.

En total, el Parque Regional tiene una extensión de 120760 hectáreas. Además de Parque Regional, la zona de estudio se encuentra dentro de otras figuras de protección:

1. La zona nororiental del Parque Regional pertenece a su vez al Parque Nacional Picos de Europa (Fig. 2.1). El 22 de julio de 1918 se crea el primer espacio protegido de España, el Parque Nacional de la Montaña de Covadonga. Con posterioridad (77 años después), el 30 de mayo de 1995 se aprueba el aumento de la superficie protegida y se crea el Parque Nacional Picos de Europa (Ley 16/1995 de declaración del Parque Nacional Picos de Europa). La exposición de motivos para su conservación resalta que

son el principal macizo calizo de la Europa Atlántica. En sus arroyos y bosques, en sus prados y riscos, se refugian y perviven seres olvidados ya en muchos lugares y patrones culturales únicos. Vida en presente, parte de nuestro pasado y un referente para el futuro (Ley 16/1995, pág. 1)

El Parque Nacional tiene territorios en León, Asturias y Cantabria y abarca una extensión total de 64660 hectáreas. El Parque Nacional entra en el Regional por el límite entre los municipios de Burón y Sajambre pasando por el Collado de Valdemangán, Peña Negra, Peña Prieta, El Porro, Puerto de Zalambral, Pico de Valdegarcía, Pozua y Collado Barreyo. En este punto, si se continúa en dirección este, sigue por el límite de los municipios de Burón y Valdeón, pasando por Prado Velloso, Collado Sotres, Los Hoyos, Collado Frañana, Peña Cebolleda, Gildar y Cerra de Montó, hasta llegar al límite del municipio de Portilla de la Reina. A partir de aquí continúa en dirección este por el límite de los términos municipales de Valdeón y Portilla de la Reina.

Adicionalmente, el Parque Nacional Picos de Europa se declaró en el año 2003 Reserva de la Biosfera por la UNESCO.

2. Gran parte del Parque Regional está declarada Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) –Picos de Europa en Castilla y León, 101339 hectáreas. Esta figura se adscribe a la Directiva 79/409 de la Unión Europea.
3. Se reconoce en 1998 como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) –Picos de Europa en Castilla y León, 122159 hectáreas– en la propuesta de la Junta de Consejeros de la Comunidad Autónoma para las Zonas de Especial Conservación, figura definida en la Directiva 92/43 de la Unión Europea.

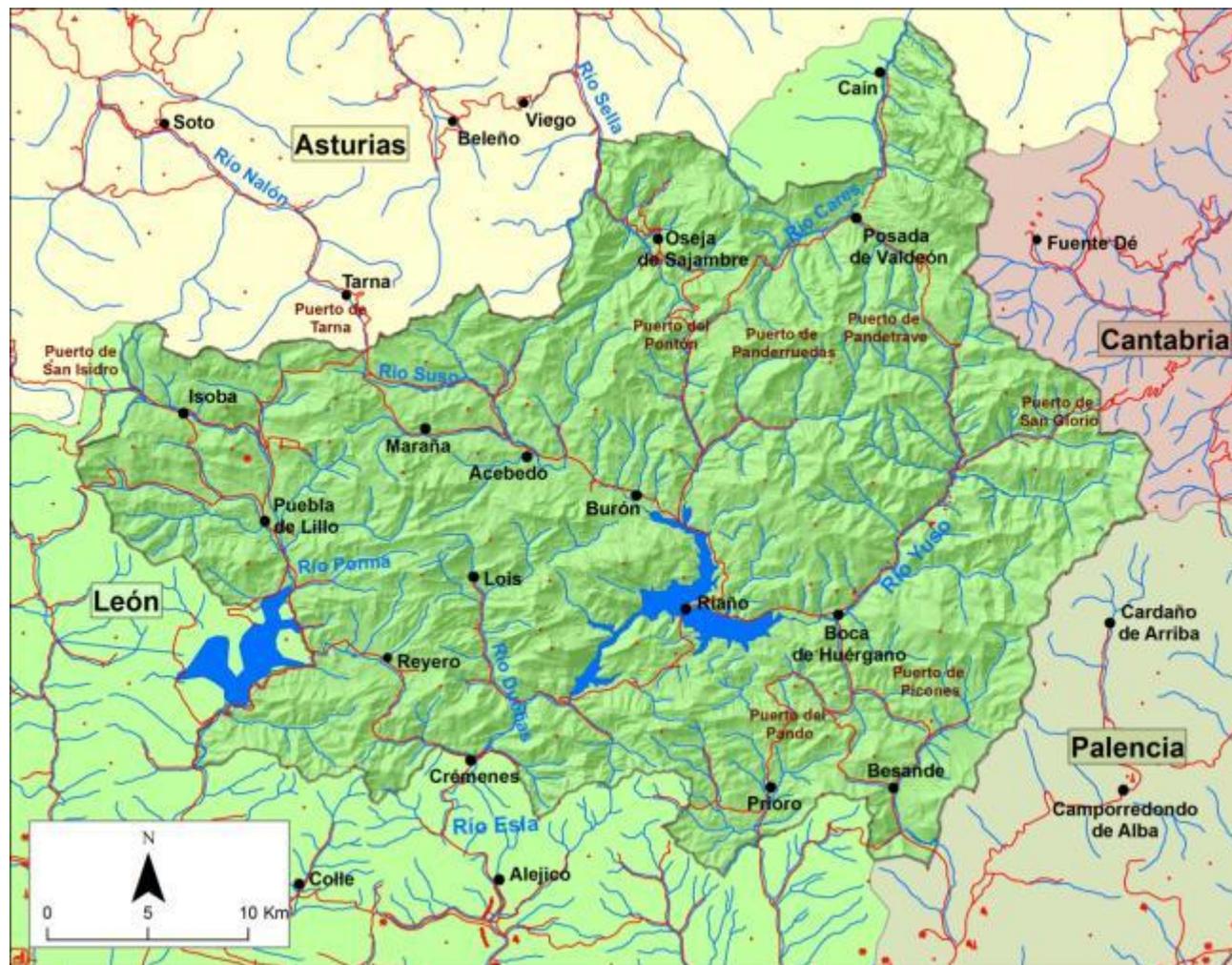


Fig. 2.2: Mapa del Parque Regional Picos de Europa

En el territorio de estudio hay 58 núcleos de población adscritos a doce municipios distintos: Acebedo, Boca de Huérgano, Boñar, Burón, Crémenes, Maraña, Oseja de Sajambre, Posada de Valdeón, Prioro, Puebla de Lillo, Reyero y Riaño. Los habitantes censados en el Parque Regional, según los datos del Instituto Nacional de Estadística con fecha 1 de enero de 2011, se encuentran en torno a 4300, aunque probablemente la población real que reside de forma continua en él es mucho menor.

En cuanto a la red hidrográfica del territorio, la línea divisoria cántabro-atlántica establece una primera diferenciación en la zona: en la parte norte, las aguas discurren de sur a norte y desembocan en el Mar Cantábrico; en la parte sur las aguas fluyen de norte a sur y llegan por mediación del río Duero al océano Atlántico. En relación con las aguas de la vertiente cantábrica, cabe destacar dos subcuencas (Fig. 2.3):

1. El río Sella y un afluente de éste, el Dobra, que también nace en la zona de estudio. El Sella recoge las aguas que caen hacia el norte desde el Puerto de Ventaniella, el Puerto de Zalambreal, el Puerto del Pontón y el valle de Sajambre. Después, continúa su camino por Asturias hasta llegar a la localidad costera de Ribadesella, donde desemboca en el Mar Cantábrico.
2. El río Cares, que se forma a partir de las aguas que discurren en dirección norte desde el Puerto de Panderruedas, la línea de cumbres de la Sierra Cebolleda (Gildar, la Silla), el Puerto de Pandetrave y todo el valle de Valdeón. En Vega de Llés (Asturias) desemboca en el río Deva.

Por otro lado, todas las aguas de la vertiente atlántica del Parque Regional pertenecen a la cuenca del Duero, que muere en el Océano Atlántico en Oporto (Portugal). Aún así se pueden distinguir cuatro subcuencas destacadas (Fig. 2.3):

1. La cuenca del Esla es la más amplia del territorio de esta memoria doctoral. En él se encuentra la cabecera del río Esla, constituida por dos brazos principales, conocidos como Suso y Yuso. El primero se forma por la unión de todos los arroyos del valle de Valdeburón y el segundo discurre por la zona conocida como Tierras de la Reina. Ambos se unen en la actualidad en el embalse construido en 1987 que inundó toda la vega de la Montaña de Riaño (valle de Riaño) y anegó nueve pueblos.
2. El Porma es un afluente de la margen derecha del Esla. Este río nace en el puerto de San Isidro y discurre hacia el sur recogiendo las aguas de la zona al norte de Puebla de Lillo, es decir, de los Puertos de San Isidro y Las Señales. El Porma aparece separado del Suso (rama izquierda del Esla) por el Macizo de Mampodre y los montes de Pardomino. Este río es embalsado en el pantano de Vegamián, construido en 1968, que supuso la desaparición de ocho pueblos. El embalse ya no se incluye en el Parque Regional, es más, su borde este dibuja el

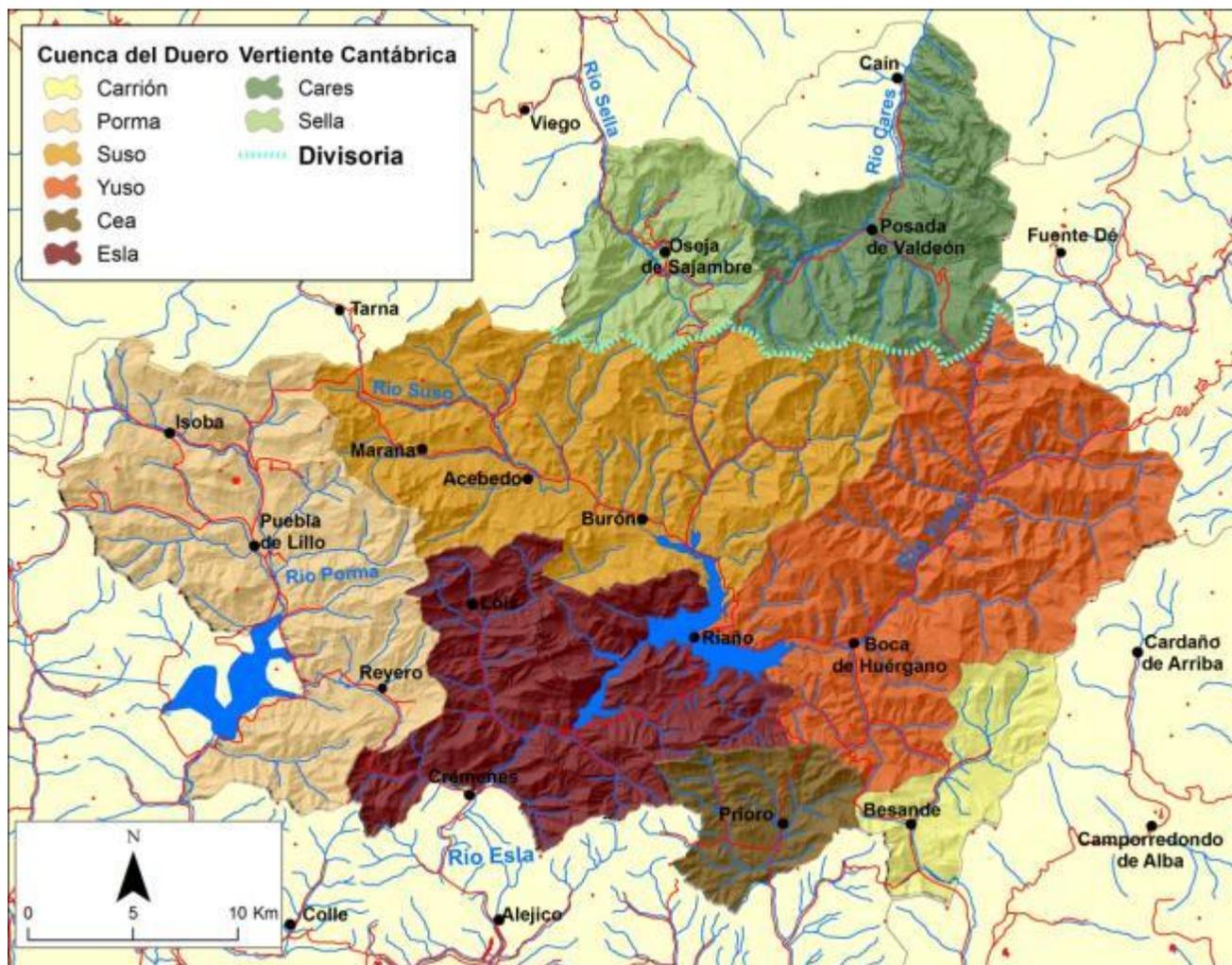


Fig. 2.3: Mapa de cuencas hidrográficas del Parque Regional Picos de Europa en el que aparece resaltada la divisoria de aguas cántabro-atlántica.

límite occidental del Parque. El Porma cede sus aguas al Esla en Rodero (León), cerca de Mansilla de las Mulas.

3. En la zona suroriental, en parte de la vertiente sur de la Rasa y el Alto del Hoyo de Martín Vaquero, que es a su vez vertiente occidental del Espigüete, nace el valle del río Grande, que pasa por Valverde de la Sierra y continúa hacia Besande, localidad tras la cual sus aguas son represadas en el embalse de Besandino. Este río pertenece a la cuenca del Carrión, en el cual desemboca, en la localidad palentina de Velilla del río Carrión.
4. Al sur del territorio, en el valle de Prioro, las aguas que discurren del Puerto del Pando y Loto hacia el sur constituyen la cabecera del río Cea. Este valle está independizado del río Grande por el Puerto de Montevejo. El río Cea es un afluente importante de la margen izquierda del Esla. Su unión se produce cerca de la localidad de Castrogonzalo, ya en la provincia de Zamora.

### 2.1.2. Geología

#### 2.1.2.1. La Zona Cantábrica

Desde un punto de vista geológico, el Parque Regional Picos de Europa se ubica dentro de la Zona Cantábrica, perteneciente al Macizo Ibérico o Hespérico. El Macizo Ibérico está constituido por el zócalo precámbrico y paleozoico que aflora en la mitad occidental de la Península Ibérica y que constituye un fragmento del Orógeno Varisco. Ha sido dividido en varias zonas atendiendo a sus características estratigráficas, estructurales y paleogeográficas (LOTZE, 1945; JULIVERT Y OTROS, 1972; PÉREZ-ESTAÚN Y OTROS, 2004).

La Zona Cantábrica (LOTZE, 1945; JULIVERT Y OTROS, 1972) constituye la zona externa del Macizo Ibérico en el NO de la Península. Su límite occidental es el Antiforme del Narcea, que la separa de la Zona Asturoccidental-leonesa, unidad más interna del Orógeno Varisco. Los otros dos límites de la Zona Cantábrica no se asocian a la tectónica varisca, sino a la alpina: al norte limita con el Mar Cantábrico mientras que hacia el este y hacia el sur se encuentra cubierta por los materiales mesozoicos y cenozoicos de las cuencas Cantábrica y del Duero, respectivamente.

Por tratarse de una zona externa, la Zona Cantábrica presenta una tectónica epidérmica (*thin skinned*) caracterizada por cabalgamientos y pliegues asociados, así como por una ausencia general de metamorfismo, plutonismo y deformaciones internas de las rocas (PÉREZ-ESTAÚN Y OTROS, 1988). No obstante, bajo condiciones concretas y

de forma muy localizada algunas rocas presentan clivaje o metamorfismo de bajo grado y además, existen intrusiones de rocas plutónicas dispersas en determinadas áreas.

Estratigráficamente la Zona Cantábrica presenta una sucesión paleozoica eminentemente sedimentaria, en la que se encuentran representados todos los sistemas, aunque con distinto grado de desarrollo en diferentes regiones e importantes diferencias estratigráficas entre unidades. Según su relación con la Orogénesis Varisca, esta serie ha sido habitualmente dividida en tres conjuntos:

- Secuencia Preorogénica (Cámbrico al Devónico inclusive). Se caracteriza por una alternancia de materiales detríticos y carbonatados. Las formaciones presentan gran constancia lateral, debido a su depósito sobre una plataforma marina de margen pasivo. Tiene forma de cuña, es decir, se adelgazan progresivamente hacia el este donde se encontraría un área continental generadora de sedimentos. Como consecuencia de ello se produce un adelgazamiento e incluso desaparición de las rocas silúrico-devónicas en esa dirección.
- Secuencia Sinorogénica (Devónico más alto, Carbonífero Misisípico y Carbonífero Pensilvánico Inferior y Medio). Litológicamente formada por materiales detríticos y carbonatados. Se caracteriza por su gran variación de facies y espesores, y se organiza en una serie de cuñas clásticas que representan el relleno de los surcos frontales de las unidades cabalgantes. Estas estarían alimentadas por la erosión de la cadena montañosa que se estaba generando en zonas más internas.
- Secuencia Postorogénica (Carbonífero Pensilvánico Superior). Constituida por rocas detríticas. Se encuentra limitada por importantes discordancias angulares. Se depositó en cuencas intramontañosas tardi-Variscas y cuyos afloramientos, parcialmente limitados por fallas, aparecen de forma discontinua en diversas áreas de la Zona Cantábrica.

En el Parque Regional Picos de Europa existen afloramientos pertenecientes a las tres secuencias descritas, aunque la secuencia sinorogénica es la mejor representada. De hecho, en él se encuentran series relevantes para la reconstrucción e interpretación de este periodo en la Zona Cantábrica.

Las diferencias estructurales y estratigráficas han permitido dividir la Zona Cantábrica en varias unidades principales (JULIVERT, 1967a y b; 1971):

- Región de Pliegues y Mantos: se caracteriza por tener una sucesión paleozoica casi completa; en ella se distinguen las siguientes unidades cabalgantes mayores: Unidad de Somiedo-Correcilla, Unidad de la Sobia-Bodón, Unidad del Esla-Valsurbio y Unidad del Aramo. Recientemente,

BASTIDA (2004) denomina a esta Región de Pliegues y Mantos Unidades Occidentales y Meridionales, pues considera que los dos tipos de estructuras no constituyen una característica específica de esta Región dentro de la Zona Cantábrica.

- Cuenca Carbonífera Central: está formada principalmente por rocas carboníferas cuyo espesor alcanza los 6000 metros. En su borde este, próxima al cabalgamiento basal de la unidad, aparece una banda de rocas cambro-ordovícicas.
- Región de Mantos (o del Manto del Ponga): se caracteriza por la ausencia casi total de rocas de edad silúrica y devónica y por la existencia de varias unidades cabalgantes mayores formando un gran manto fuertemente plegado.
- Región de Picos de Europa: consiste en un sistema imbricado de escamas tectónicas constituidas principalmente por rocas carbonatadas carboníferas.
- Región del Pisuerga-Carrión: está constituida por rocas carboníferas, aunque también afloran rocas silúricas y devónicas, formando las unidades cabalgantes palentinas (RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ Y HEREDIA, 1987; RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, 1994). Desde el punto de vista estratigráfico, y de acuerdo con las facies devónicas (BROUWER, 1964; 1967) esta unidad ha sido denominada “Dominio Palentino”, por contraposición al resto de la Zona Cantábrica que constituye el “Dominio Astur-Leonés”.

En el Parque Regional Picos de Europa se encuentran representadas todas las regiones geológicas de la Zona Cantábrica (Fig. 2.4): en la parte sur del territorio se encuentran las unidades del Esla-Valsurbio y de la Sobia-Bodón, ambas pertenecientes a la Región de Pliegues y Mantos. Una extensión importante del Parque, en concreto el centro y noroeste, pertenece a la Región de Mantos y autóctonos relativos de los Beyos y Mampodre. La Región de la Cuenca Carbonífera Central en el Parque Regional está representada por las unidades de calizas y pizarras de Lois-Ciguera y de Yordas, situadas en su parte oeste. Por último, el extremo nororiental del Parque Regional se adscribe a la Región Picos de Europa mientras que en el área situada más al este se encuadra en la Región del Pisuerga-Carrión.

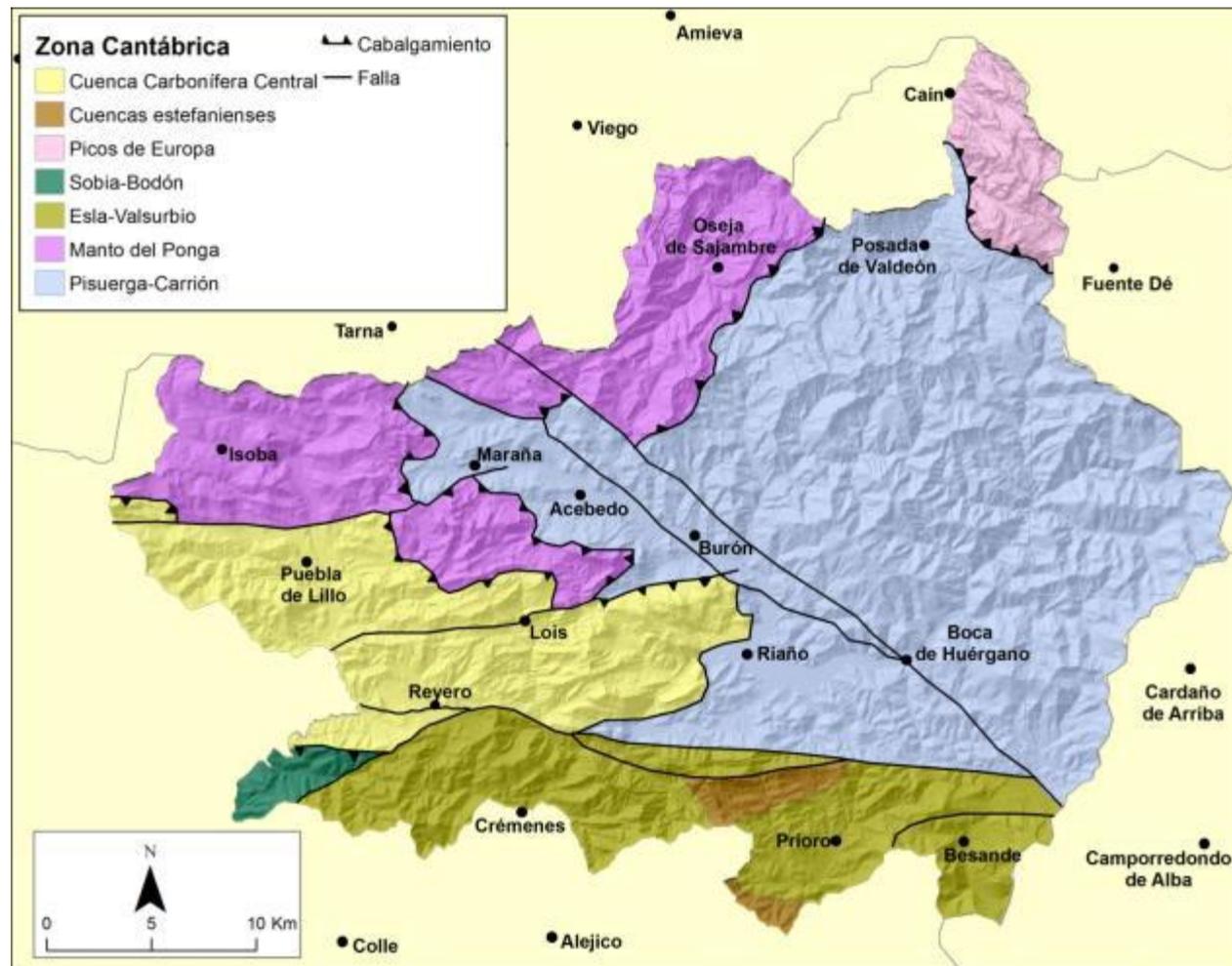


Fig. 2.4: Regiones geológicas del Parque Regional Picos de Europa.

### 2.1.2.2. Estratigrafía

Como se deduce del apartado anterior, en su conjunto, los materiales de la Zona Cantábrica fueron inicialmente depositados en una plataforma somera de bajo gradiente, que recibía sedimentos de un área fuente situada hacia el este. El avance de la Orogenia Varisca provocó un cambio progresivo hacia un escenario de cuenca antepaís, receptora de sedimentos procedentes de las zonas internas del orógeno, situadas, en este caso, hacia el oeste. Por último, a finales del Carbonífero, la mayor parte del territorio se encuentra emergido, salvo algunas cuencas intramontañosas en las que se acumulan sedimentos continentales.

Las rocas más antiguas de la Zona Cantábrica pertenecen al Proterozoico Superior y son las pizarras de bajo metamorfismo y grauvacas de la Formación Narcea que, en la parte inferior de la sucesión, presentan intercalaciones con rocas volcánicas. Estas afloran exclusivamente en la parte más occidental de la Zona Cantábrica, en las proximidades de su contacto con la Zona Asturoccidental-Leonesa y por tanto, lejos del territorio de estudio de esta memoria doctoral.

El Paleozoico Inferior de la Zona Cantábrica está constituido por una secuencia eminentemente siliciclástica, exceptuando la Formación Láncara. La sucesión comprende rocas desde el Cámbrico hasta el Ordovício Inferior: areniscas de la Formación Herrería, dolomías de la Formación Láncara, pizarras y areniscas de la Formación Oville y cuarcitas de la Formación Barrios. No obstante, de acuerdo con ARAMBURU Y GARCÍA RAMOS (1988) y ARAMBURU (1989) el depósito de este periodo no es continuo y presenta una disconformidad de edad Cámbrico superior-Ordovícico Inferior (Tremadociense), que, además, podría correlacionarse con la discontinuidad Sárdica presente en la Península Ibérica, Bretaña y Cerdeña.

En general la serie presenta afloramientos destacables en la Región de Pliegues y Mantos y en el Manto del Ponga, mientras que sus afloramientos son escasos en el resto de Regiones de la Zona Cantábrica. En el Parque Regional Picos de Europa, donde la secuencia completa no se encuentra bien representada, los afloramientos de rocas de esta edad se encuentran en la parte oeste (cuenca del Porma), noroeste (valle de Sajambre) y sur (cuenca del Esla). Como se menciona en la descripción de la secuencia preorogénica (v. pág. 104), ésta sufre un adelgazamiento progresivo hacia el este de la Zona Cantábrica. Este hecho es constatable en el territorio de estudio, pues con frecuencia los afloramientos del Paleozoico Inferior contactan directamente con rocas de edad carbonífera.

Las series del Ordovícico Medio y Superior de la Zona Cantábrica son, en la actualidad, objeto de cierta controversia. Los primeros estudios sobre materiales ordovícicos en la Zona Cantábrica apuntaban a la existencia de una laguna estratigráfica

que abarcaría desde el techo de la Formación Barrios (datada como Cámbrico Medio-Ordovícico Inferior, en concreto Arenigiense) hasta el Silúrico. Por otra parte, ARAMBURU (1989) describe en una localidad puntual del centro de la Zona Cantábrica las denominadas “Capas de Getino”, que son interpretadas por ARAMBURU Y GARCÍA RAMOS (1993) como una sucesión condensada entre el Ordovícico Inferior y Silúrico más bajo. Recientemente, BERNÁRDEZ Y OTROS (2006) han dado a conocer varias secciones cuyo análisis cuestiona las interpretaciones anteriores. En ellas aparece, sobre la Cuarcita de Barrios, una sucesión de diamictitas glaciomarinas de edad Ordovícico Superior (Hirnatiense) sobre las que se sitúa una banda de cuarcitas donde, de acuerdo con GUTIÉRREZ-MARCO Y OTROS (2002), se registra el límite Ordovícico-Silúrico. Estas capas habrían sido asimiladas con anterioridad en un caso puntual a las Capas de Getino y, más usualmente, a la parte terminal de la Formación Barrios. La nueva interpretación anula, por tanto, la presencia de una amplia laguna estratigráfica, al mismo tiempo que evidencia el desarrollo de una glaciación Hirnatiense en la Zona Cantábrica.

El Silúrico está representado en la Región de Pliegues y Mantos por lutitas de carácter carbonatado de la Formación Formigoso y areniscas ricas en hierro de la Formación Furada-San Pedro, cuya parte superior se adscribe ya al Devónico Inferior. En el Parque Regional Picos de Europa, los afloramientos del Silúrico son muy puntuales y se concentran en la parte sur del mismo, en concreto en el flanco norte del Sinclinal de Aguasalio (que se encuentra parcialmente incluido dentro del espacio natural) y zonas cercanas.

El Devónico aflora principalmente en la Región de Pliegues y Mantos y, en menor medida, en los denominados Mantos Palentinos de la Región del Pisuerga-Carrión. Los materiales devónicos de ambas regiones presentan netas diferencias de facies, que han determinado su división de dos dominios distintos (BROUWER, 1964): Dominio Astur-Leonés y Dominio Palentino, respectivamente. La Facies Astur-leonesa está constituida por una alternancia de rocas siliclásticas y carbonatadas, de hasta 2000 m de potencia, depositadas en ambientes de plataforma somera y ricas en fauna bentónica. La Facies Palentina está constituida principalmente por lutitas con calizas subordinadas, depositadas con tasas de sedimentación relativamente bajas que se traducen en una serie de espesor máximo en torno a 800 m. Los fósiles, correspondientes a faunas nectónicas y pelágicas, son localmente abundantes. De forma muy general se puede decir que el Dominio Palentino indica un medio de depósito más tranquilo y ligeramente más profundo que el Dominio Astur-Leonés.

En el Parque Regional afloran ambas facies devónicas. El Dominio Astur-Leonés se presenta en el sur-suroeste del territorio y está compuesto por afloramientos puntuales, salvo en el entorno del Sinclinal de Aguasalio, donde se encuentra muy bien representada la secuencia completa (Formaciones La Vid, Santa Lucía, Huergas, Portilla, Nocado, Fueyo y Ermita). A su vez, la Facies Palentina aflora en todo el este

del Parque Regional, tanto en los territorios que vierten al Carrión (ubicados más al sur) como en los de la cuenca del Yuso (situados en la parte noreste del área de estudio). Los afloramientos de la parte más antigua de la serie (Formaciones Abadía y Polentinos) son escasos en el territorio de estudio. Por el contrario, el resto de la serie (Formaciones Gustalapedra, Cardaño, Murcia y Vidrieros) sí está bien representado. De hecho, las secciones que constituyen los estratotipos de las formaciones Gustalapedra y Murcia se encuentran dentro del Parque Regional Picos de Europa.

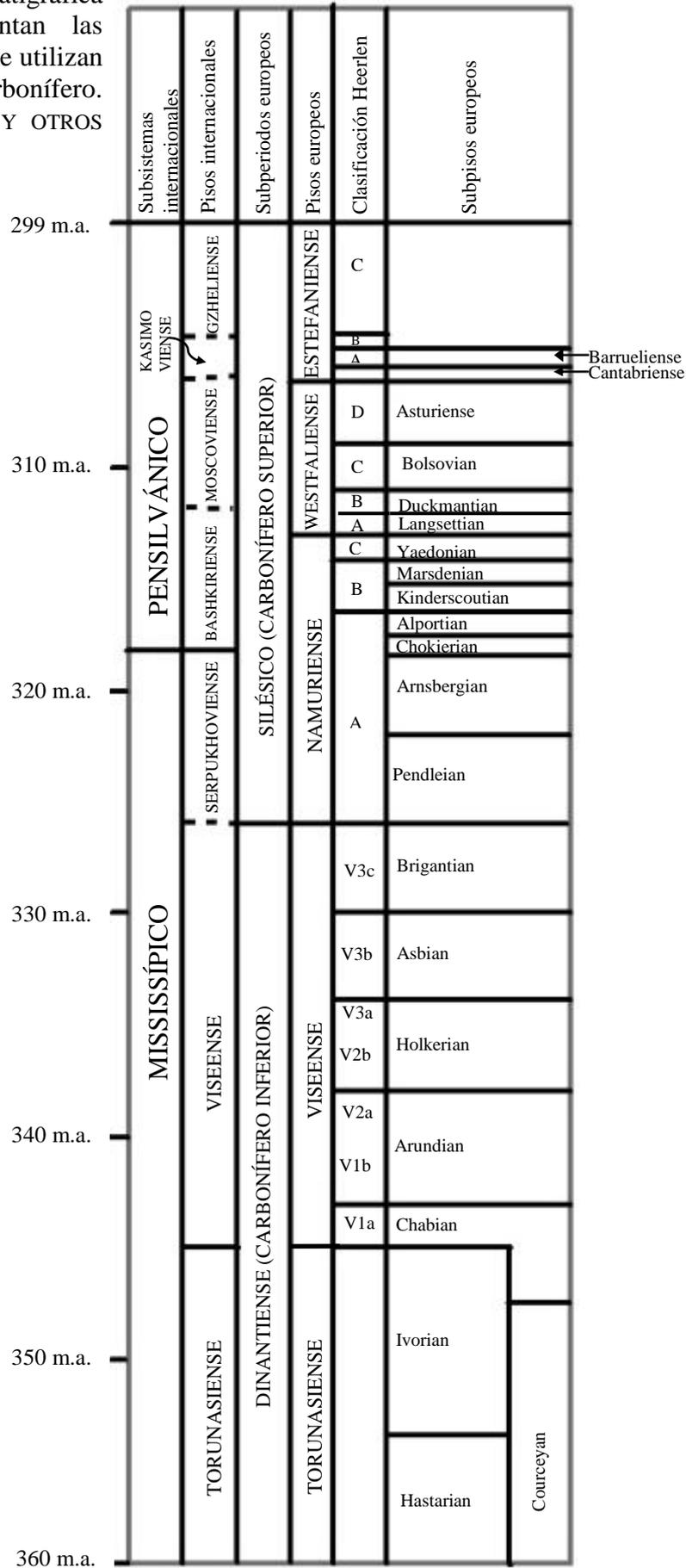
Los afloramientos de rocas carboníferas son los que mayor extensión ocupan en la Cordillera Cantábrica y se encuentran presentes en todas las unidades de la Zona Cantábrica. De la misma forma, el Carbonífero ocupa una importante extensión del Parque Regional y dentro de su perímetro se encuentran series que han aportado datos importantes para la reconstrucción de los acontecimientos de este período. Por ello, se le dedica una atención especial dentro de este apartado.

La sedimentación durante el Carbonífero está condicionada por el evento tectónico que se desarrolla a lo largo de este período: la Orogénesis Varisca. En la parte inferior del Carbonífero (Misisípico), la Zona Cantábrica era todavía una plataforma marina más o menos estable alejada del orógeno y con una tasa de sedimentación relativamente baja. Sin embargo, en una segunda etapa (Pensilvánico), la Zona Cantábrica pasó a ser una cuenca antepaís con una sedimentación muy influenciada por la tectónica, depositándose la denominada sucesión sinorogénica. Estas condiciones paleogeográficas han supuesto la existencia de ambientes sedimentarios muy variados.

Esta sedimentación marcada por la tectónica es responsable de la elevada complejidad de la estratigrafía del Carbonífero de la Zona Cantábrica. La importante variedad de facies implica la definición de numerosas formaciones y un importante trabajo de búsqueda de correlaciones. Por ello, en este apartado se presenta un resumen muy simplificado sobre la serie carbonífera en el que se toman como base las síntesis realizadas por ALLER Y OTROS (2002) para la Zona Cantábrica y las de SÁNCHEZ DE POSADA Y OTROS (2002), RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ Y OTROS (2002) y VILLA Y SÁNCHEZ DE POSADA (2009) sobre el período Carbonífero.

La secuencia carbonífera preorogénica consiste en una serie condensada de carácter eminentemente pelágico. Presenta una sucesión principalmente carbonatada muy similar en el conjunto de la Zona Cantábrica. Existe un nivel característico de este periodo constituido por calizas rojas nodulosas (caliza “griotte” carbonífera) de la Formación Alba.

Tabla 2.1. Tabla cronoestatigráfica en la que se representan las diferentes divisiones que se utilizan para el período Carbonífero. Modificado de WATERS Y OTROS (2009).



A finales del Misisípico los efectos de la orogénesis se acrecientan en la parte oeste y suroeste de la cuenca (más cercana al área fuente), donde empiezan a generarse depósitos turbidíticos, mientras que la zona este continúa siendo una plataforma en mar abierto en la que se depositan calizas. De manera paulatina en el área oeste comienza y se sucede el emplazamiento de mantos alóctonos, que provoca la migración del frente orogénico hacia el este. Asimismo, el emplazamiento de cada gran manto alóctono origina un surco de subsidencia en la cuenca antepaís adyacente, en el que se depositan gran cantidad de sedimentos y que se va haciendo menos profundo hacia las zonas distales, desapareciendo gradualmente en las áreas que aún no han sido afectadas. Este hecho genera un conjunto de cuñas clásticas diacrónicas.

Hablando de forma muy simplificada, a medida que la deformación avanza y el frente orogénico se desplaza hacia el este, las unidades situadas en esta dirección registran su influencia, y sufren una modificación progresiva de la sedimentación: sobre los sedimentos carbonatados se depositan primero turbiditas y, sobre éstas, sedimentos terrígenos procedentes de la erosión del área emergida. Aunque con importantes variaciones derivadas de sus características diferenciales y del contexto cambiante, este esquema básico se repite de oeste a este a medida que la deformación afecta a las diferentes unidades de la Zona Cantábrica.

Más allá de esta secuencia genérica, la evolución de la cuenca supone la creación de una importante multiplicidad de ambientes sedimentarios; a medida que la superficie emergida se incrementa y el volumen de sedimentos erosionados es mayor, se generan numerosos y potentes sistemas deltaicos y de abanicos aluviales costeros, que registran una gran diversidad de facies propias de estos ambientes sedimentarios. Además, al este de la plataforma carbonatada existe otra fosa que se va rellenando con los escasos sedimentos que le llegan del continente, entre los que se alternan brechas y olistolitos calcáreos deslizados desde la plataforma.

A lo largo del Pensilvánico Inferior y Medio (Bashkiriense-Moscoviense) la complejidad de ambientes sedimentarios se incrementa enormemente y en el Pensilvánico Medio se acrecienta también la sedimentación parálita, que ocasiona la intercalación de capas de carbón en las series de transición y continentales. De hecho, a finales del Moscoviense, el avance del orógeno ha causado la retirada del mar en la mayor parte de la Zona Cantábrica. Durante el Pensilvánico Superior (Kasimoviense-Gzhelense) sólo se registra sedimentación marina en las Regiones de Picos de Europa, Pisuerga-Carrión y en una pequeña zona del Manto del Ponga. No obstante, en la Región de Picos de Europa el desarrollo de plataformas carbonatadas continúa durante el Bashkiriense y el Gzheliense, lo que da lugar a la importante serie carbonatada de esta edad. Las últimas etapas de sedimentación marina están representadas por las secuencias turbidíticas de las Regiones de Picos de Europa y del Pisuerga-Carrión.

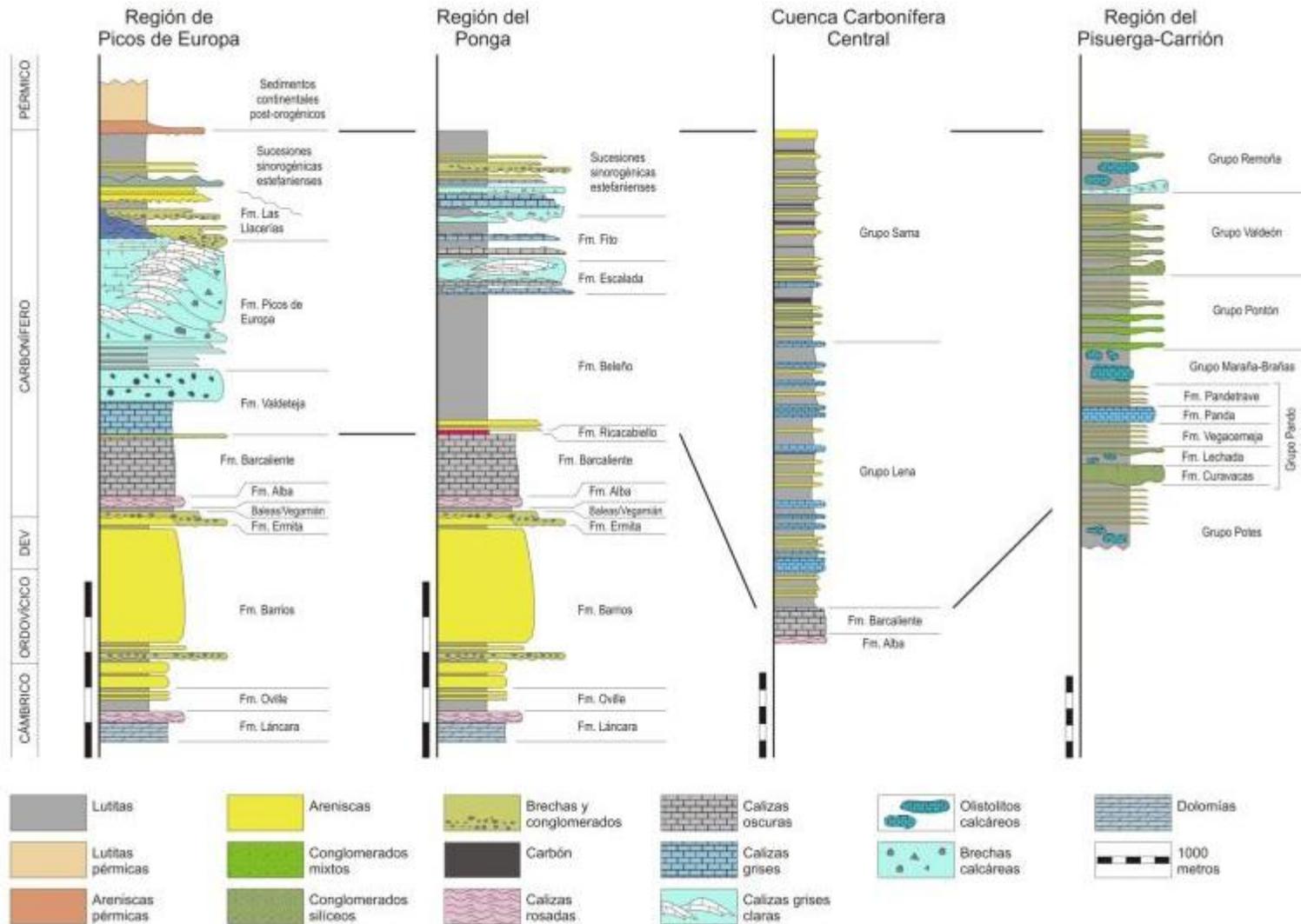


Fig. 2.5: Columnas estratigráficas que muestran las equivalencias entre las diferentes formaciones carboníferas del Parque.

En este sentido, cabe mencionar el carácter singular de la Región del Pisuerga-Carrión dentro de la Zona Cantábrica, pues de acuerdo con ALONSO (1987), HEREDIA Y OTROS (1990), RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1991) y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), en ella la abundancia de sedimentos sinorogénicos relacionados con la existencia de pendientes submarinas (olistostromos, turbiditas, brechas...) o subaéreo-litorales (abanicos fluviodeltaicos) es significativamente mayor que en el resto de las regiones. Otro rasgo específico es la persistencia de las condiciones sinorogénicas desde el Mississípico (Serpukhoviense) hasta el Pensilvánico Superior, que provoca la proliferación de discordancias sintectónicas, muchos más escasas o inexistentes en otras áreas de la Zona Cantábrica (ALONSO Y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1985). La rápida variación espacial y temporal de las facies que caracteriza a los ambientes sinorogénicos, unido a la complejidad estructural de un área situada en la parte cóncava de una cadena orogénica arqueada, han conducido a que, en la literatura geológica sobre la región, proliferen los nombres locales de “formaciones” o “grupos”.

Por otra parte, y de forma simultánea, en el interior de algunas áreas de la Zona Cantábrica (principalmente en la Unidad de Somiedo-Correcilla) se desarrollan durante el Estefaniense (Kasimoviense-Gzhelinse) cuencas intramontañosas en las que se depositan sedimentos constituidos por conglomerados, arenas, lutitas y capas de carbón. Estos afloramientos aparecen discordantes sobre el resto del Paleozoico y se encuentran parcialmente rodeados por fallas que tienen un carácter tardi-orogénico.

Por tanto, el Carbonífero de la Zona Cantábrica ha registrado la formación, evolución y desaparición de una cuenca antepaís; ofrece la oportunidad de analizar completamente tanto la secuencia estratigráfica marina como otras de carácter continental contemporáneas a ésta, lo que constituye un modelo extraordinario para el estudio de un proceso como éste. Además, de acuerdo con SÁNCHEZ-POSADA Y OTROS (2002), las series carboníferas de la Zona Cantábrica presentan una variedad de facies y abundancia de fósiles pertenecientes a grupos de gran interés paleontológico y estratigráfico que les confieren relevancia internacional. VILLA Y SÁNCHEZ DE POSADA (2009) añaden a estos valores sus rasgos sedimentarios, extenso registro geológico (de hace 290 a 360 m.a.) y excelentes afloramientos.

Ya se ha mencionado previamente que en el Parque Regional Picos de Europa los afloramientos carboníferos constituyen un porcentaje importante de la superficie y que además, muchas de sus secciones han resultado relevantes para el estudio del período en el conjunto de la Zona Cantábrica. Algunos de los aspectos más destacables en este sentido son:

- En el Parque Regional se encuentran afloramientos carboníferos de todas las Regiones de la Zona Cantábrica, con una representación sobresaliente de la

sucesión sinorogénica en la que ha quedado registrada la gran diversidad de ambientes sedimentarios y facies detallada previamente.

- Varios estratotipos de formaciones carboníferas se encuentran en el interior del espacio protegido, en concreto:
  - Formación Ricacabiello (SJERP, 1967), de edad Bashkiriense. Pertenece a la Región del Manto del Ponga y está constituida por lutitas grisáceas, rojizas con tramos verdosos, nódulos de siderita y magnesio e intercalaciones carbonatadas con fósiles y bioclastos en la base. Se depositó en una fosa localizada lejos del continente y separada de este por una plataforma carbonatada, por lo que recibía un aporte de sedimentos escaso.
  - Formación Lois-Ciguera (BROUWER Y GINKEL, 1964; SJERP, 1967), de edad Moscoviense. Pertenece a la Cuenca Carbonífera Central y está compuesta por calizas de color gris claro a blanco, dispuestas en estratos y bancos masivos. Representa un ambiente de plataforma marina somera que no recibe aportes continentales.
  - Formación Lechada (SAVAGE, 1967) de edad Moscoviense y adscrita a la Región del Pisuega-Carrión. Se trata de una serie turbidítica compuesta por una alternancia de areniscas litareníticas y lutitas, que además contiene olistolitos en su parte basal.
  - Formación Vegacerneja (HEREDIA, 1992; MOTIS Y OTROS, 2002): está constituida por lutitas con intercalaciones de areniscas y en la parte superior presenta un mayor contenido de areniscas entre las que se intercala algunas capas de caliza. Se depositó en una plataforma terrígena (MOTIS Y OTROS, 2002).
  - Formación Panda (MAAS, 1974; MAAS Y GINKEL, 1983), de edad Moscoviense (en concreto Podolsky medio-superior). Se compone fundamentalmente de calizas agrupadas en tres miembros que, de acuerdo con MOTIS Y OTROS (2002), se corresponden con tres ambientes sedimentarios diferentes: una plataforma carbonatada submareal, una plataforma carbonatada con montículos de fango y el talud de plataforma carbonatada.
  - Formación Pandetrave (KAMERLING, 1962; KUTTERING, 1966; BOSCHMA Y SATALDUINEN, 1968; MARTÍNEZ GARCÍA, 1981; RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ Y HEREDIA, 1987), de edad Moscoviense (en concreto, Podolsky-Myachkovsky). Consta de intervalos potentes de lutitas oscuras con intercalaciones de areniscas y conglomerados que suponen depósitos de flujos gravitacionales. MOTIS Y OTROS (2002) explican el ambiente

sedimentario de esta formación como un talud terrígeno o una cuenca profunda.

- Además de los estratotipos, existen algunas secciones o afloramientos destacados, cuyo interés es ampliamente descrito en el capítulo de Lugares de Interés Geológico del Parque Regional Picos de Europa (v. pág. 171):
  - Olistolitos calcáreos de Sajambre (Región del Manto del Ponga)
  - Sección del sinclinal de Lechada en el río Yuso
  - Sección de Lois-Ciguera
  - Sucesión sedimentaria sintectónica del Grupo Pando en el Puerto del Pando.
  - Afloramiento de la Fm. Curavacas entre Portilla y Llánaves de la Reina.
  - Estratotipo del Cantabriense en Tejerina
  - Grupo Pando

### 2.1.2.3. *Relieve*

El primer gran evento tectónico reconocible de modo extensivo en las rocas de la Cordillera Cantábrica es la Orogénesis Varisca. El edificio montañoso creado por la misma fue desmantelado rápidamente (en 50-60 millones de años), pues, según indica COWARD (1995), la erosión se vio favorecida por un importante episodio extensional a gran escala. No obstante, de acuerdo con ALONSO Y OTROS (2007), la orogénesis Varisca tuvo un importante papel en la generación del relieve actual, al condicionar la distribución geográfica de rocas de diferente naturaleza y resistencia a la erosión. En este sentido, es destacable también que las estructuras tectónicas variscas crean multitud de líneas de debilidad en el basamento paleozoico que serán reactivadas en el siguiente acontecimiento orogénico: el Orógeno Alpino. En esta última etapa compresiva, acontecida durante el período Terciario, se elevó la Cordillera Cantábrica. Su levantamiento con respecto a la Cuenca del Duero se explica por un cabalgamiento profundo despegado en la corteza media, que conlleva el desarrollo de una gran flexión monoclinial (ALONSO Y OTROS, 1996; PULGAR Y OTROS, 1999). Como explican ALONSO Y OTROS (2007), los rasgos principales de la Cordillera Cantábrica se deben a la Orogénesis Alpina y el relieve estructural creado por la gran flexión monoclinial es aún evidente en el relieve actual. La divisoria de aguas entre la cuenca hidrográfica del Duero y la Cantábrica es próxima a la charnela de la flexión monoclinial, donde debió

situarse la divisoria de aguas inicial al comienzo del levantamiento y que ha ido retrocediendo por erosión remontante. Este proceso continúa siendo muy activo en la actualidad, pues la divisoria de aguas supone una frontera entre dos zonas con una configuración fisiográfica muy diferente. Los ríos de la vertiente septentrional, debido a la proximidad de la Cordillera Cantábrica a la costa del Mar Cantábrico, salvan un gradiente altitudinal mucho más marcado que los cursos de la cuenca del Duero. Esta disimetría se hace más evidente en las áreas en las que afloran litologías deleznales, pues el retroceso de la divisoria hacia el sur es mucho más rápido que en las litologías duras y genera deslizamientos de dimensiones importantes. Como consecuencia de esta erosión diferencial, la divisoria de aguas tiene en la actualidad un trazado sinuoso.

Aparte de esta configuración general, la asimetría de la divisoria de aguas cántabro-atlántica es responsable de otros dos rasgos característicos del relieve de la Cordillera Cantábrica que, a su vez, alimentan las diferencias entre ambas vertientes. En primer lugar, la cercanía del nacimiento de los ríos cantábricos a su nivel de base les confiere un elevado poder erosivo que ha favorecido su encajamiento en litologías resistentes, de forma que en la vertiente norte de la Cordillera los ríos han excavado desfiladeros con desniveles muy acusados. Por otro lado, en la vertiente atlántica el relieve es menos pronunciado que en la norte, por lo que los cursos fluviales presentan altitudes medias muy elevadas. Ello ayudó al desarrollo de un importante glaciario cuaternario en valles con orientación poco favorable para ello, aumentando la amplitud de sus cabeceras. Algunos de los mejores ejemplos de estos procesos en la Cordillera Cantábrica se encuentran dentro del territorio del Parque Regional Picos de Europa: la garganta del Cares o el desfiladero del Beyo son excepcionales por los desniveles de sus paredes, que comunican las cimas más elevadas de los Picos de Europa (y de la Cordillera Cantábrica) por encima de los 2500 m con el curso del río a 400 m de altitud; los valles de Luriana, Valdosín, Muñenes, Naranco o Lechada en la cuenca del Esla presentan cabeceras amplias con forma de U, pues han sido trabajados por los glaciares, que además han generado multitud de depósitos.

Como se deduce de los párrafos precedentes, los principales procesos geomorfológicos que han modelado el relieve del Parque Regional son el glaciario cuaternario y la dinámica fluvial. No obstante, a ellos hay que añadir los procesos gravitacionales y la karstificación en las zonas de litologías carbonatadas.

#### - Morfología glacial y periglacial

Una de las características del relieve del territorio es la impronta que en él ha dejado el glaciario cuaternario. Las huellas glaciares son variadas y abundan tanto las

formas erosivas en las cabeceras (circos, *horns*, artesas, lagunas, etc.) como las formas de depósito en zonas más bajas (morrenas, depósitos de *till*, bloques erráticos, etc.)

En el conjunto de la Cordillera Cantábrica se observa que el desarrollo de los procesos glaciares fue más intenso en la vertiente septentrional que en la meridional. Asimismo, su magnitud es considerablemente mayor en los valles de orientación norte. De acuerdo con ALONSO OTERO Y OTROS (1981), después de éstos, los más afectados por el hielo fueron los orientados al este-sureste, luego los del sur, sur-sureste y, por último, el glaciario fue escaso o prácticamente inexistente en las zonas orientadas al oeste.

Desde los estudios de CASIANO DE PRADO, en el año 1852, numerosos autores han estudiado la herencia glacial en esta zona de la Cordillera Cantábrica y referidas con preferencia a la zona del Parque Nacional de Picos de Europa<sup>1</sup>. La elevada altitud de estos macizos, su escarpado relieve (que limita la insolación de muchas zonas) y la orientación favorable de muchos de sus valles motiva que el desarrollo de los glaciares en esta zona fuera importante: de acuerdo con MARQUÍNEZ Y ADRADOS (2000), en el Macizo Occidental se encontraba el mayor sistema glacial cantábrico y, según los datos de ALONSO Y GONZÁLEZ SUÁREZ (1998), Picos de Europa constituye la única zona de la Cordillera donde existen heleros conservados, en concreto en el Jou Negro (Macizo Occidental) y en los circos noreste de las Torres del Llambrión y la Palanca (Macizo Central). No obstante, se encuentran excelentes ejemplos de morfología glacial en el Parque Regional fuera de los macizos de Picos de Europa, como en el Macizo de Mampodre (ARENILLAS PARRA Y ALONSO OTERO, 1981; ALONSO HERRERO 1987a; 1991; 2002), el Macizo de Tres Provincias-Agujas de Cardaño (SAVAGE, 1967; ALONSO HERRERO, 1987a; 1994; 2002), la cabecera alta del río Porma (STICKEL, 1929; SUÁREZ RODRÍGUEZ, 1990), los Macizos del Pico Corisco y Peña Prieta (ALONSO HERRERO, 1994) o la zona de La Rasa y el valle del río Grande (ALONSO HERRERO, 1997). Adicionalmente, la elevada magnitud que tuvo el glaciario en el conjunto del Parque Regional se apoya en la existencia de evidencias de gran importancia en exposiciones sur, como las morrenas de la vertiente sur del Macizo de Mampodre o el circo glacial en la cara meridional de Peña Ten (2142 m).

En cuanto a la datación de los vestigios glaciares del territorio, a falta de estudios específicos sobre el tema, algunos autores los interpretan como herencia del último período glacial (Würm) con distintas fases de retroceso (por ejemplo, STICKEL, 1929; ALONSO OTERO Y OTROS, 1981; ARENILLAS PARRA Y ALONSO OTERO, 1981; CASTAÑÓN ÁLVAREZ, 1989; FROCHOSO, 1980; FROCHOSO SÁNCHEZ Y CASTAÑÓN ÁLVAREZ, 1998),

<sup>1</sup> Por ejemplo: HERNÁNDEZ PACHECO (1914), OBERMAIER (1914), STICKEL (1929), NUSSBAUM Y GYGAX (1953), LLOPIS LLADO (1954), MARTÍNEZ ÁLVAREZ (1965), MUÑOZ JIMÉNEZ (1980), ARENILLAS PARRA Y ALONSO OTERO (1981), ALONSO HERRERO (1987b), FLOR Y BAYLÓN (1989), RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994) FARIAS Y OTROS (1990), JIMÉNEZ SÁNCHEZ (1996), MENÉNDEZ Y MARQUÍNEZ (1996) y ALONSO Y GONZÁLEZ SUÁREZ (1998), GONZÁLEZ-TRUEBA (2006)]

mientras que otros reconocen al menos dos (OBERMAIER, 1914; LOTZE, 1962; ALONSO HERRERO, 1987a; 2002; FLOR Y BAYLÓN-MISIONÉ, 1989; MENÉNDEZ Y MARQUÍNEZ, 1996, entre otros).

En ambas vertientes, en zonas de morfología glaciaria se produce un proceso de incisión fluvial sobre los sedimentos y superficies glaciares. Así, en los antiguos valles glaciares con perfil en “U” se observa un perfil sobreimpuesto de menor envergadura tipo “V”, como consecuencia de la dinámica fluvial. Además, la antigua morfología glaciaria queda enmascarada por conos, taludes y derrubios de ladera procedentes de la dinámica de vertientes, así como por la morfología kárstica en las zonas constituidas por rocas carbonatadas.

Otros depósitos superficiales característicos de la Cordillera Cantábrica son los canchales o pedreras, que se acumulan a los pies de los escarpes rocosos y que se han formado por crioclastia de los mismos. En la actualidad en la Cordillera Cantábrica estos procesos de fragmentación de la roca por la sucesión de ciclos de hielo-deshielo se encuentran muy atenuados, de modo que estas formas son heredadas de periodos en que las condiciones climáticas eran sensiblemente diferentes a las actuales. Ello se evidencia en la colonización vegetal progresiva que están sufriendo estos depósitos. Dentro de las formas periglaciares, cabe destacar los glaciares rocosos, pues de acuerdo REDONDO VEGA Y OTROS (2010) en la Cordillera Cantábrica constituyen herencias morfoclimáticas de un sistema periglaciario ya finalizado que se ubica temporalmente entre el final de la glaciación pleistocena y las condiciones actuales.

En el Parque Regional Picos de Europa existen grandes extensiones de formas periglaciares, entre las que cabe resaltar las de Picos de Europa y el Hoyo Empedrado (a los pies de la cordal formada por el Mojón de las Tres Provincias-Agujas de Cardaño). Además, destacan los glaciares rocosos de área de San Isidro, los de la Sierra Cebolleda (Pico Gildar), los de la cordal Pico Mediodía-Ricacabiello y el del Pico La Rasa.

#### - Morfología fluvial

En la actualidad, la dinámica fluvial constituye el agente de modelado del relieve más destacado de ambas vertientes de la Cordillera Cantábrica. Dentro de ella se distingue, por una parte, la dinámica de las aguas de arroyada y, por otra, la dinámica fluvial en sentido estricto, originada por los cursos de agua continuos. Por lo común, en la zona de estudio la totalidad de las cabeceras de arroyo presentan gradientes rectilíneos elevados y su caudal tiene una influencia nival marcada. En épocas de precipitaciones fuertes o deshielo (o cuando ambas situaciones coinciden) su poder erosivo aumenta de forma notable. De hecho, en estos momentos pueden llegar a producirse avenidas o riadas.

Como se comenta previamente (v. pág. 116), cabe diferenciar la actuación de la dinámica fluvial a ambos lados de la divisoria cántabro-atlántica; en la vertiente norte los cursos fluviales tienen una acción erosiva marcada pero no originan grandes depósitos. Tan sólo los tramos bajos de los ríos que discurren hacia el cantábrico (fuera ya del territorio del estudio) presentan una apertura pequeña de los fondos de valle con depósitos fluviales. Por el contrario, en la vertiente sur las cabeceras de los ríos son amplias y la mayor parte de los valles presenta terrazas fluvio-glaciares o fluviales en las que se encajan ríos y arroyos.

#### - Morfología de vertientes

Las laderas del territorio están densamente tapizadas por depósitos de gravedad, en particular en las zonas donde se produce una disminución en la pendiente. Estos canchales o pedreras surgen porque el mecanismo más común de erosión de los escarpes rocosos es la fractura de los clastos, que se produce en general por congelación del agua que se acumula en sus grietas, es decir, por gelifracción. Los fragmentos rocosos se desprenden, caen y se acumulan en la base de los cantiles. De acuerdo con MARQUÍNEZ Y ADRADOS (2000), los ciclos de helada son la variable climática que controla el proceso de desprendimiento de bloques, por lo que este es mucho más frecuente en los cantiles más altos, al pie de las torres y aristas de las zonas elevadas.

No obstante, cada tipo de roca presenta una diferente resistencia mecánica a la erosión, lo cual genera diferencias entre los tipos de depósitos asociados a cada litología. Las cuarcitas y las calizas son las rocas más resistentes desde este punto de vista y, por tanto, poco propensas a procesos de gelifracción y a deslizamientos o flujos de masas de roca. Sin embargo, las rocas silíceas o terrígenas de grano fino son deleznable y se erosionan con facilidad y rapidez. En rocas de este tipo, como las lutitas, existen deslizamientos de tipo argayo así como fenómenos de reptación del suelo.

En algunos casos, los conos de deyección están cementados, en especial los de naturaleza calcárea (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1985). OBERMAIER (1914) describe por primera vez este tipo de depósitos en los Picos de Europa e introduce el término gonfolitas para designarlos.

#### - Morfología kárstica

Existen numerosos ejemplos de las diferentes formas kársticas en el territorio de estudio, tanto de endokarst (cuevas, galerías y simas) como de exokarst (depresiones o

jous, dolinas, lapiaces, etc.) Este último alcanza su mayor desarrollo en las zonas de disposición subhorizontal y, en particular, en aquellas que cuentan con líneas de debilidad de origen tectónico.

Se detectan elementos de morfología kárstica en casi todos los afloramientos calcáreos del Parque Regional, en particular en las zonas de mayor altitud. Esto se debe a que una temperatura inferior intensifica los procesos de karstificación, pues a medida que la temperatura disminuye, mayor es la solubilidad del dióxido de carbono en el agua. Como consecuencia de ello, la permanencia de la nieve también intensifica los fenómenos kársticos. De acuerdo con MIOTKE (1968), la cantidad de nieve y duración del deshielo tienen una gran importancia en la formación y conservación de los lapiaces y otras formas kársticas menores. Por ello, y debido al potente paquete de calizas existente en ellos, el desarrollo de los procesos kársticos alcanza una magnitud excepcional en los macizos de Picos de Europa, donde ha sido estudiado por varios autores (por ejemplo, MIOTKE, 1968; SMART, 1986; HOYOS Y HERRERO, 1989; GONZÁLEZ-TRUEBA, 2006). De hecho, de acuerdo con MARQUÍNEZ y ADRADOS (2000) la karstificación alcanza en los Picos de Europa una entidad y una singularidad difíciles de igualar en todo el mundo. Además, en esta zona destaca la conjugación de este proceso con otros agentes formadores de relieve. Ya SMART (1986) explica el origen mixto (glaciokárstico) de las características “jous” (grandes depresiones) de Picos de Europa. Se trata de amplias depresiones de origen kárstico que funcionaron como circos glaciares durante el Pleistoceno, lo que a su vez provocó un ensanchamiento mayor de las mismas.

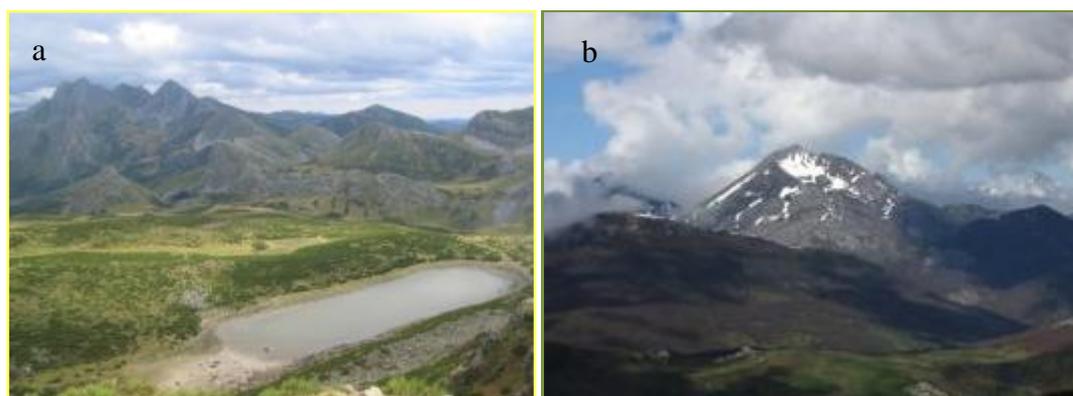


Fig. 2.6: En la imagen a se observa en primer término el Lago de Tronisco y al fondo el Macizo de Mampodre, con su morfología glaciar característica. En la fotografía b se aprecia el circo glaciar de Peña Ten.

### 2.1.3. Edafología

La formación del suelo en esta zona está limitada por el clima y por el relieve pronunciado que aparece en buena parte del territorio. Abundan los riscos, roquedos y canchales asociados a ellos, que carecen de cubierta edáfica o presentan en algunos puntos un horizonte incipiente. De hecho, en la zona de los macizos de Picos de Europa sólo existen capas de suelo continuas en lugares donde los sedimentos glaciares han aportado una capa de material fino sobre las calizas compactas, por ejemplo, en las morrenas (MIOTKE, 1968). Este relieve fuerte y abrupto ocasiona un ciclo continuo erosivo y de alteración que motiva que los suelos presenten, en general, un perfil de tipo AC. Tan sólo en las zonas llanas y deprimidas los perfiles de los suelos alcanzan el tipo A(B)C o incluso ABC (ALONSO HERRERO, 1987a; 1991; 1997). No obstante, el crecimiento de la cubierta vegetal en esta zona es también importante, lo que fija y permite la conservación de muchos suelos que se encuentran en situaciones topográficas desfavorables.

Según la clasificación de la *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) (2006), la mayor parte de los suelos de este territorio pertenecen al grupo de los Leptosoles, pues se trata de suelos con escaso desarrollo de horizontes, muy superficiales sobre roca continua o bien muy pedregosos. También se detectan Cambisoles, en perfiles con al menos una formación incipiente de suelo subsuperficial y algunos Umbrisoles, allí donde la materia orgánica se ha acumulado en el suelo mineral, lo que ocurre con frecuencia en las umbrías. Los suelos poco desarrollados procedentes de las areniscas sufren procesos de podsolización y por ello pertenecen a los Podosoles. En los depósitos fluviales y fluvioglaciares se originan suelos cuyo desarrollo está limitado por la presencia de agua, como son los Fluvisoles y los Gleysoles.

De acuerdo con la última revisión *Soil Taxonomy System* (1999), elaborada por el *United States Department of Agriculture*, los suelos de este territorio son en su mayoría Inceptisoles y Entisoles, es decir suelos de desarrollo pequeño. También aparecen algunos Mollisoles.

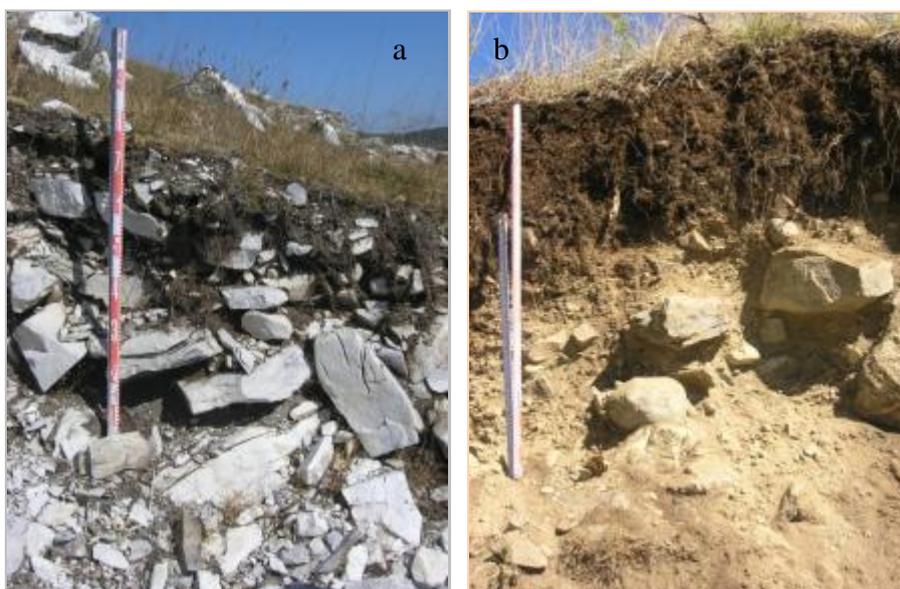


Fig. 2.7: En la fotografía de la izquierda (a) se observa un suelo de perfil AC desarrollado sobre calizas en las proximidades de La Uña. En la imagen de la derecha (b) aparece un perfil con mayor grado de desarrollo en el valle de Lechada. Su roca madre son sedimentos de origen glaciar. Fotografías: Eduardo Alonso Herrero.

#### 2.1.4. Flora y vegetación

El Parque Regional Picos de Europa se caracteriza por una gran diversidad florística, que se debe a la confluencia de varios factores. Entre ellos destacan: 1) las características bioclimáticas del territorio 2) la variedad de sustratos litológicos existente y 3) su orografía abrupta.

1. La caracterización bioclimática. En la Península Ibérica existen dos macrobioclimas diferentes (Templado y Mediterráneo) determinados por unas variables climáticas y ecosistemas propios. De acuerdo con la diagnosis bioclimática realizada por LENCE PAZ (2001), ALONSO REDONDO (2003) Y DEL RÍO GONZÁLEZ (2005) a partir de los índices bioclimáticos propuestos por Rivas-Martínez<sup>2</sup>, el Parque Regional presenta un macrobioclima Templado y dentro de éste el bioclima Templado oceánico. No obstante, el territorio se localiza muy próximo al macrobioclima Mediterráneo, de manera que en numerosas áreas del mismo se reconoce la variante submediterránea de dicho bioclima. De las estaciones estudiadas por DEL RÍO GONZÁLEZ (2005), resultaron submediterráneas las localidades de Besande, Boca de Huérgano, Isoba, Pantano

<sup>2</sup> Los índices bioclimáticos de Rivas-Martínez se definen en RIVAS-MARTÍNEZ (n1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 2004a, 2004b, 2007); RIVAS-MARTÍNEZ Y OTROS (1999, 2001, 2002) y RIVAS MARTÍNEZ y LOIDI (1999).

del Porma, Prioro y Riaño. Desde el punto de vista florístico y vegetacional, esta diversidad bioclimática se traduce en una coexistencia de especies típicas de los dos biomas ibéricos.

2. La variedad de sustratos litológicos. Como se ha explicado en el apartado de geología (v. pág. 103), en el territorio de estudio aflora una importante diversidad de rocas que condiciona el carácter de los suelos y por tanto, la flora y vegetación que se desarrolla sobre ellos.
3. La orografía abrupta. A medida que aumenta la altitud, la temperatura disminuye, mientras que se incrementan la humedad, las precipitaciones en forma de nieve y la acción del viento. Esto provoca que a lo largo de una cliserie altitudinal se produzcan sendos cambios en la edafogénesis y en la vegetación. Los contrastes de altitud existentes en el área de estudio motivan que en ella convivan especies adaptadas a las diferentes condiciones ambientales reinantes en cada rango altitudinal.

Además de la variedad provocada por cada factor individualmente, la combinación de ellos crea una multiplicidad de ambientes en el territorio de estudio. Esto se traduce en una extraordinaria diversidad de flora y vegetación. En líneas generales, sus características principales se resumen en:

- El predominio del bosque atlántico caducifolio [bosques de *Fagus sylvatica* (hayedos), de *Quercus petraea* (robleales albares), formaciones de *Corylus avellana* (avellanedas), etc.] del cual existen masas en estado de conservación excelente y la aparición en situaciones favorables de masas boscosas de carácter submediterráneo [bosques de *Quercus rotundifolia* (encinares), de *Quercus pyrenaica* (melojares) de *Quercus faginea* (quejigares) y formaciones de *Juniperus thurifera* (sabinas)].
- El elevado número de plantas de alta montaña, así como de especies fisurícolas, rupícolas, glerícolas y quionófilas.
- La convivencia de elementos propios del clima actual con otros de climas pasados. Los numerosos microambientes presentes en estas montañas han servido como lugar de refugio de especies que ocuparon mayores extensiones bajo unas condiciones climáticas reinantes diferentes a las actuales. Así, MORA (2006) reconoce en Picos de Europa taxones eurosiberianos, mediterráneos, boreoalpinos (ej.: *Callitriche palustris*) e incluso de forma relictas elementos atlántico-macaronésicos (ej.: *Culcita macrocarpa*) y mediterráneo-iranianos (*Ephedra nebrodensis*).

- La abundancia de endemismos pirenaico-cantábricos y cantábricos y la existencia de algunos taxones exclusivos de determinadas áreas del Parque Regional.

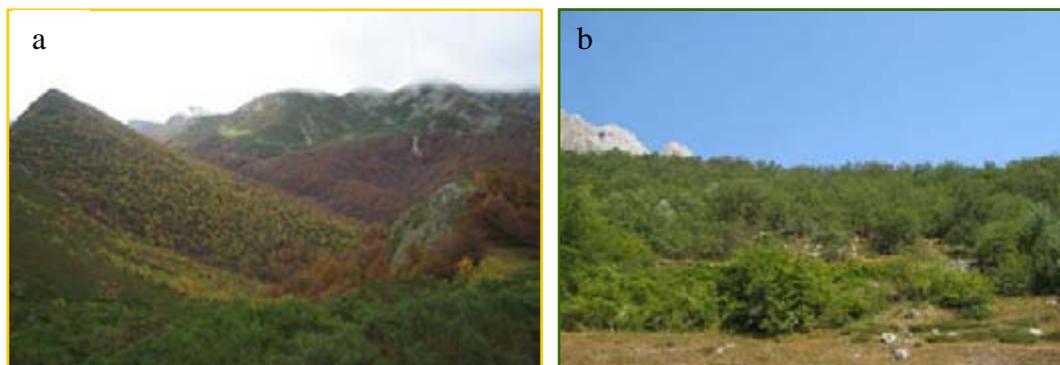


Fig. 2.8: En la imagen de la izquierda (a) se observa el mosaico de formaciones boscosas caducifolias de carácter atlántico en el Valle de Sajambre. La imagen b muestra el quejigar del Monte Corona (Valle de Valdeón), formación boscosa de carácter submediterráneo.

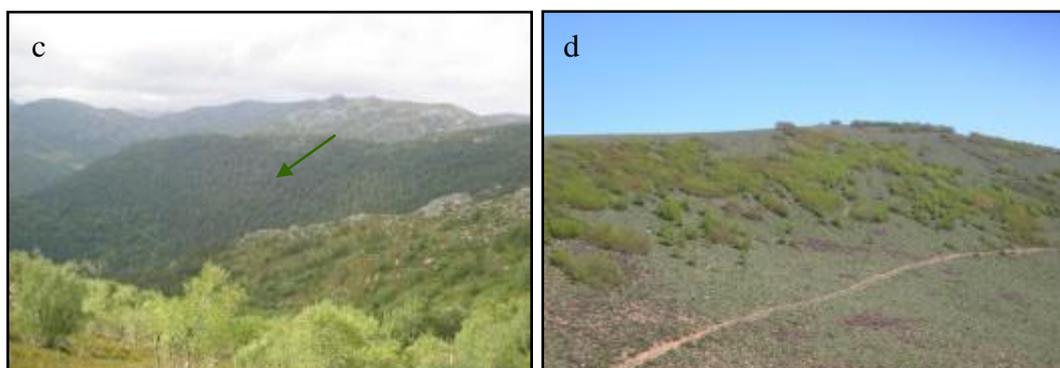


Fig. 2.9: En la imagen de la izquierda se observa la Loma del Pinar, en las cercanías del Puerto de las Señales. Esta masa de coníferas presenta un carácter relicto y constituye una de las joyas botánicas del Parque Regional, propuesta como Zona de Reserva en el PORN. En la imagen de la derecha se observan los microbosques de roble cantábrica (*Quercus orocantabica*) en las proximidades de La Rasa. Esta especie, descrita en la Cordillera Cantábrica en 2002 (cf. RIVAS-MARTÍNEZ Y OTROS, 2002), se encuentra en la actualidad en plena expansión colonizando las zonas más altas tras el abandono de usos tradicionales en el territorio.

### 2.1.5. Fauna

En el Parque Regional Picos de Europa se encuentra representada toda la fauna cantábrica, que se caracteriza por su singularidad en el contexto peninsular y europeo. Además, en esta área existe una importante representación de fauna ibérica

(CLEVENGER y PURROY, 1991 y PURROY Y VARELA, 2003). La diversidad faunística actual se debe fundamentalmente a los siguientes factores: 1) su caracterización bioclimática, 2) la existencia de diversos ambientes, 3) el buen estado de conservación de algunos biotopos y 4) el uso humano del territorio.

1. Caracterización bioclimática. Como se ha explicado en el apartado de flora (v. pág. 122) este espacio se enmarca próximo a la transición entre los dos macrobioclimas peninsulares. Ello ocasiona que esta área suponga el límite del área de distribución de determinadas especies características del macrobioclima Templado.
2. La existencia de una importante diversidad de hábitats naturales. El paisaje del territorio se compone de un mosaico de bosques, matorrales, medios abiertos y afloramientos rocosos, que albergan comunidades faunísticas especialistas de estos ambientes así como aquellas propias de los ecotonos asociados a ellos. Además, el elevado gradiente altitudinal existente implica la diversificación de estos medios y consecuentemente, de la fauna asociada a ellos.
3. El buen estado de conservación de algunos biotopos. La compleja orografía ha limitado el uso humano del territorio a las zonas más fácilmente accesibles. De este modo, determinados biotopos han permanecido relativamente inalterados y han permitido la supervivencia de especies que han desaparecido en otros lugares.
4. Uso humano del territorio. El paisaje del Parque Regional ha sido modificado por la actividad humana desde tiempos remotos. Ello ha condicionado una diversificación de los hábitats naturales preexistentes, permitiendo la aparición de comunidades faunísticas ligadas a ambientes agroganaderos.

A modo de resumen, algunos de los aspectos más destacables de la fauna del Parque Regional Picos de Europa son:

- La existencia de las poblaciones más meridionales de determinadas especies de distribución eurosiberiana, como la amenazada población de urogallo cantábrico (*Tetrao urogallus* subsp. *cantabricus*) o las de chova piquigualda (*Pyrrhocorax graculus*), gorrión alpino (*Montifrigilia nivalis*), rana bermeja (*Rana temporaria*), marta (*Martes martes*) y armiño (*Mustela erminea*).
- La elevada representación de endemismos ibéricos y cantábricos. Existen varias especies de vertebrados que son exclusivos de la Cordillera Cantábrica y que se encuentran presentes en el Parque Regional como la lagartija serrana (*Iberolacerta monticola*), la víbora cantábrica (*Vipera seoanei*), la perdiz pardilla (*Perdix perdix* subsp. *hispaniensis*), la liebre del piornal

(*Lepus castroviejoï*) y el rebeco cantábrico (*Rupricapra parva*). Pero también hay especies de entomofauna endémicas de este territorio, como los coleópteros *Pterostichus cantaber*, *Nebria asturiensis* y *Cryobius cantabricus*.

- La presencia de especies propias de ambientes singulares poco representados en el resto de la Península. Entre ellas se encuentran el tritón alpino (*Mesotriton alpestris*); las rapaces rupícolas como el alimoche (*Neophron percnopterus*), el buitre leonado (*Gyps fulvus*), el águila real (*Aquila chrysaetos*) y el halcón peregrino (*Falco peregrinus*); las aves ligadas a la alta montaña cantábrica, como son el acentor alpino (*Prunella collaris*), el treparriscos (*Trichodroma muraria*) y las mariposas *Parnassius apollo*, *Callimorpha quadripuctaria*, *Maculinea nausithous* que también habitan las cimas más altas del Parque Regional.
- Por último es destacable la supervivencia del oso pardo (*Ursus arctos*) en el Parque Regional Picos de Europa, aunque su población, desconectada de la otra existente en la Cordillera Cantábrica, se encuentra amenazada.



Fig. 2.10: La imagen a es una estampa típica en Picos de Europa: los rebecos cantábricos culminando las peñas. En este caso se encuentran en las proximidades de la Torre del Llad (Los Urrieles) y el macizo que asoma al fondo entre el mar de nubes es Mampodre. En la fotografía b un macho de roquero rojo a punto de ser soltado tras haber sido anillado por David Miguélez (Grupo Ibérico de Anillamiento, GÍA-LEÓN) en Los Urrieles.



Fig. 2.11: Huellas de oso en Tierras de la Reina. Gracias a la interpretación de Miguel de Gabriel (comunicación personal), se puede distinguir que la huella de arriba es de un pie izquierdo y la de abajo es una mano derecha.

## 2.2. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EL ESTUDIO DE LOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA

La identificación de LIG ha conllevado la revisión de trabajos previos tanto de patrimonio como de geología regional. Adicionalmente, para ciertos aspectos concretos se ha consultado a algunos especialistas.

### 2.2.1. Descripción y delimitación de los LIG

A diferencia del catálogo regional de la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a), en el inventario del Parque Regional Picos de Europa se establecen los límites geográficos de los LIG. La descripción y delimitación de los LIG son dos fases coetáneas y complementarias entre sí. Una vez identificados los elementos de interés, se estudian y describen desde el punto de vista patrimonial. Con esta información se establecen sus límites territoriales. A su vez, gracias a la cartografía del LIG se determina la tipología del mismo y se culmina su descripción.

Igual que en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), el esquema metodológico seguido para la descripción de los LIG se ajusta a las propuestas tradicionales de CENDRERO (1996a y b) y CARCAVILLA URQUÍ Y OTROS (2007). No obstante, en este nuevo trabajo se aplican las propuestas de FUERTES GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010). En este sentido, una de las más relevantes hace referencia al concepto de tipología. Esta se define como un parámetro que sirve para resumir las características principales de un LIG y se propone como una herramienta útil para agrupar la gran variabilidad de LIG existente de forma útil de cara a la ordenación del territorio. Así, la tipología otorga una idea del tipo de LIG según sus dimensiones, la forma y disposición de sus elementos, su fragilidad y su vulnerabilidad (estos dos últimos conceptos se detallan a continuación en el subapartado sobre Valoración de los LIG, v. pág. 129).

En este marco, FUERTES GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010) definen y aplican cinco categorías tipológicas: punto, sección, área, mirador y área compleja. En esta segunda parte de la memoria doctoral se adopta esta clasificación tipológica, aunque, como se comenta en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012), se realiza una puntualización: como se extrae de su propia definición, las áreas complejas constituyen un tipo de LIG que surge de la agrupación de sendos LIG adscritos a una o varias de las otras cuatro categorías precedentes (punto, sección, área y/o mirador). Por ello, se considera que las áreas complejas son una categoría de LIG que no resulta equiparable a las demás y que por tanto, debe ser tratada por separado. La definición de las áreas complejas de un territorio precisa el análisis de la tipología y ubicación de los

diferentes LIG existentes en el mismo. Por ello, en este apartado de la memoria doctoral, el establecimiento de la tipología de los LIG se desarrolla en dos fases: en primer lugar se acomete un análisis individualizado de cada tipo de LIG y posteriormente, se contempla su agrupación en áreas complejas.

En resumen, el punto de partida para la descripción y delimitación de los LIG es el estudio de su interés y de los elementos que lo componen. A continuación se realiza el cartografiado de dichos elementos y se toma como base para llevar a cabo la delimitación espacial del LIG y su representación cartográfica. Una vez cartografiados los diferentes LIG, se estudian las relaciones espaciales entre los mismos y se procede a la identificación de las áreas complejas en caso de que existan.

### 2.2.2. Cartografía de los LIG

Como se deduce del apartado anterior, la cartografía de LIG se desarrolla en dos etapas claramente diferenciadas:

1. Cartografía de los elementos que constituyen los LIG.

La primera fase consiste en la extracción del mapa geológico o geomorfológico de la información relevante para el LIG o bien en su elaboración en caso de que esta información no aparezca reflejada en trabajos cartográficos previos. Por ejemplo, en un área con interés por sus formas glaciares, se cartografiarán los diferentes elementos relacionados con dicho proceso: morrenas, lagunas, turberas, *tills*, etc.

2. Representación cartográfica de los LIG

Como se detalla en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012), en esta memoria doctoral se propone una representación cartográfica sintética de los LIG basada en su tipología. En ella no aparecen los elementos que contiene cada LIG – en los que se basa su delimitación – sino exclusivamente la tipología y límites del LIG.

### 2.2.3. Valoración de los LIG

Las fichas valorativas elaboradas son similares a las presentadas en la parte primera de esta memoria doctoral (v. pág. 55) para el inventario de León. No obstante, hay algunas diferencias entre la propuesta actual y las anteriores:

1. Existen dos parámetros recogidos en los trabajos para la provincia de León que se han obviado en el caso del Parque Regional. El motivo es que en la escala de

análisis actual estos parámetros resultan iguales para todos los LIG y no suponen la diferenciación de los mismos: 1) Asociación con otros elementos del medio natural o histórico-cultural y 2) Titularidad del terreno y pertenencia a un espacio natural protegido.

2. Extensión superficial: se modifican los límites con respecto a los utilizados en la provincia de León, al haber comprobado que estos resultan demasiado amplios para esta escala de trabajo. Este parámetro, en relación con la potencialidad de uso, se refiere a que en general cuanto mayor sea su superficie, mayores serán las actividades posibles en su entorno. De esta manera, se definen cinco categorías de extensión que son las siguientes:
  - i. Menor de 1 ha (1 punto)
  - ii. De 1 a 100 hectáreas (3 puntos)
  - iii. Mayor de 100 hectáreas (5 puntos)

En los LIG con tipología de mirador, en el apartado potencialidad de uso, la extensión superficial hace referencia al observatorio.

➤ Diferencias en cuanto al tratamiento de vulnerabilidad y fragilidad

Resulta importante detenerse a comentar este aspecto, pues constituye uno de los temas más intensamente analizados en esta memoria doctoral, por lo que ha sufrido una evolución a lo largo del desarrollo de la misma. Ésta puede observarse si se rastrea cronológicamente el tratamiento otorgado a los parámetros vulnerabilidad y fragilidad en las publicaciones. Tras las diversas tentativas de los trabajos precedentes, aquí se realiza una aproximación que, desde nuestro punto de vista, se encuentra muy mejorada respecto a las anteriores. Su aplicación al Catálogo de LIG del Parque Regional Picos de Europa (v. pág. 171) ha dado buenos resultados y ha arrojado conclusiones que consideramos interesantes y que nos han conducido a evaluar la propuesta como acertada (v. Resultados y Discusión, pág.437 y pág. 451, respectivamente).

En el catálogo de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009, v. DVD, pág. 71) se valora la vulnerabilidad intrínseca dentro del riesgo de degradación. El concepto desarrollado parte de la propuesta de CARCAVILLA Y OTROS (2007). Se trata de un parámetro dependiente de las propias características del LIG, que valora su susceptibilidad de cambio ante actuaciones humanas. Posteriormente, FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010) hacen hincapié en la importancia de evaluar también las posibles degradaciones de origen natural que puede sufrir un LIG y valoran por un lado la susceptibilidad a modificaciones naturales que menoscaban su valor (fragilidad) y, por otro, la susceptibilidad del LIG a actividades antrópicas

(vulnerabilidad). La propuesta actual mantiene los términos fragilidad y vulnerabilidad pero con matices sustanciales:

- Fragilidad es la susceptibilidad de un LIG de sufrir degradaciones debidas a factores intrínsecos al propio elemento geológico, es decir, a las propias características y/o dinámica del elemento. Es cierto que la naturaleza o ciclo de todo rasgo geológico tiende a su destrucción, por ello, el concepto de fragilidad debe estar siempre ligado a una escala temporal. Son elementos frágiles aquellos cuya destrucción o desaparición ocurre de forma muy rápida, a escala histórica e, incluso, en muchas ocasiones, humana. En el caso de nuestros territorios de estudio (tanto León como el Parque Regional Picos de Europa), se detectan los siguientes elementos frágiles: todos los LIG cuyo sustrato litológico son rocas deleznales, aquellos que contienen heleros glaciares, turberas y/o determinados elementos de origen periglacial y algunas cuevas. La relevancia de reconocer estos elementos reside en la necesidad de evitar que la gestión de los mismos acelere su proceso de degradación natural.
- Vulnerabilidad es la susceptibilidad de un LIG a sufrir degradaciones debidas a factores extrínsecos al propio elemento geológico. Éstas, a su vez, pueden ser naturales o antrópicas, por lo que se distinguen dos tipos de vulnerabilidad:
  - Vulnerabilidad natural: es la vulnerabilidad generada por procesos naturales existentes en el territorio en que se ubica el LIG. Algunos lugares presentan un clima y/o geología muy activa que pueden degradar o incluso destruir el rasgo de interés. Es el caso de las zonas volcánicas, las zonas con actividad sísmica intensa, las costas, los desiertos, etc. Nuestros territorios, ubicados en latitudes templadas y con una geología poco activa, no presentan procesos naturales especialmente destructivos. No obstante, dentro de las zonas de estudio de esta memoria doctoral se reconocen algunos factores naturales que pueden acelerar la degradación intrínseca de los LIG:
    - a) La altitud: en las zonas montañosas las condiciones climáticas se endurecen, aumentando la cantidad de precipitaciones, la permanencia de la nieve e intensificándose los ciclos de hielo-deshielo y la acción del viento. En general, un mismo rasgo geológico sufrirá una meteorización y erosión mucho más acentuada cuanto mayor sea la altitud en la que se ubica.
    - b) La pendiente: a medida que aumenta la pendiente la erosión se ve favorecida, de manera que, por ejemplo, un sustrato deleznable será

más rápidamente erosionado a medida que se incrementa la pendiente.

- c) La cercanía a los cursos de agua y zonas potencialmente inundables: aquellos LIG que se ubican en las proximidades de los cursos de agua pueden verse afectados por las crecidas periódicas de los ríos, por los episodios de torrencialidad que acontezcan en el área o por encharcamiento prolongado por presencia de agua estancada.
  - d) Por último, existen otros factores naturales no geológicos que pueden degradar el LIG, o más comúnmente, enmascaran y/o ocultan totalmente su valor. Es el caso de la vegetación y la fauna. A menudo, muchos LIG presentan un grado de colonización vegetal que impide la observación de los rasgos de interés. Adicionalmente, la vegetación puede acentuar la meteorización por acidificación de sustratos y roturas mecánicas ocasionadas por raíces. A su vez, determinada fauna puede acelerar la degradación de algunos elementos como heleros, turberas o algunas morfologías de detalle, como los círculos de piedras de origen periglacial.
- Vulnerabilidad antrópica: es la vulnerabilidad generada por las actividades humanas que se desarrollan o pueden desarrollarse en torno al LIG. Este parámetro se correspondería con la denominada vulnerabilidad intrínseca en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), si bien la nomenclatura actual nos parece mucho más adecuada. El adjetivo intrínseca se justifica en el hecho de que es un parámetro dependiente de las características propias del LIG (CARCAVILLA Y OTROS, 2007). En esta propuesta, esta matización carece de sentido, pues los otros dos parámetros (fragilidad y vulnerabilidad natural) también dependen de las características propias del elemento, que determinarán que éste se degrade con mayor o menor facilidad, independientemente de si la agresión es natural (intrínseca o extrínseca) o antrópica. Por ello, el término se adjetiva con la característica específica de este tipo de vulnerabilidad, que es su origen antrópico.

La valoración de estos parámetros se realiza como se detalla a continuación:

- Fragilidad:
  - i. Fragilidad nula: elementos que permanecen inalterados a escala de tiempo humana. (0 puntos)
  - ii. Fragilidad baja: elementos que sufren degradaciones leves perceptibles a escala de tiempo humana, como los LIG constituidos por litologías

- fácilmente erosionables, cuevas en proceso de reconstrucción litoquímica, lagunas en fase de colmatación, etc. (1 punto)
- iii. Fragilidad media: elementos que sufren degradaciones de magnitud media perceptibles a escala humana, como los LIG constituidos por litologías muy deleznable, las cárcavas y los deslizamientos (3 puntos)
  - iv. Fragilidad alta: elementos que sufren modificaciones rápidas e importantes perceptibles a escala humana, como restos de hielo glaciar, turberas, formas periglaciares de detalle (5 puntos)
- Vulnerabilidad natural:
    - i. Vulnerabilidad natural nula: elementos que no se encuentran afectados por procesos naturales que puedan disminuir o destruir su valor. (0 puntos)
    - ii. Vulnerabilidad natural baja: elementos que pueden ser afectados por procesos naturales que enmascaren u oculten su valor sin destruirlo. (1 punto)
    - iii. Vulnerabilidad natural media: elementos que pueden ser afectados por procesos naturales que pueden disminuir o destruir parcialmente su valor. (3 puntos)
    - iv. Vulnerabilidad natural alta: elementos que pueden ser afectados por procesos naturales que pueden degradar de forma grave o incluso destruir totalmente el LIG. (5 puntos)
  - Vulnerabilidad antrópica: a diferencia de las anteriores, ésta no se considera nunca nula, pues todo LIG
    - i. Vulnerabilidad antrópica baja: Elementos de superficie amplia con rasgos geomorfológicos o tectónicos de gran escala, que sólo serían dañados por cambios radicales y generalizados en el espacio que ocupan. Estos rasgos no pierden valor cuando son afectados por actuaciones de magnitud y dimensiones reducidas que utilizan maquinaria o métodos extractivos e incluso podrían asumir modificaciones en su entorno siempre y cuando éstas no resulten especialmente impactantes (embalses, conjuntos de canteras, líneas de alta tensión...). (1 punto)
    - ii. Vulnerabilidad antrópica media: elementos de superficie media e incluso amplia en los que una actuación concreta sobre uno de sus elementos supone una pérdida de valor del conjunto. En general, estos LIG sí se verían afectados por actuaciones que utilizan maquinaria o métodos extractivos. (3 puntos)

- iii. Vulnerabilidad antrópica alta: elementos que son sensibles a pequeñas modificaciones de tipo vandalismo, expolio o recolección indiscriminada y/o que pueden verse afectados por el mero hecho de sobrepasar un determinado número de visitantes. (5 puntos).

### 2.3. SELECCIÓN DE LIG DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA

Varios trabajos han recogido con anterioridad los elementos que constituyen el patrimonio geológico de la provincia de León o de alguna de sus comarcas. La recopilación realizada en esta memoria doctoral sólo tiene en cuenta aquellas publicaciones que indican algún LIG dentro del perímetro del Parque Regional Picos de Europa.

ELÍZAGA Y OTROS (1983) inventarían los puntos de interés geológico de la vertiente meridional del sector occidental de la Cordillera Cantábrica. Entre las localidades seleccionadas estos autores incluyen una del territorio de estudio de esta memoria: la garganta del Cares. ALONSO HERRERO (1987b) detalla, caracteriza y describe brevemente 13 Puntos de Interés Geológico en la Comarca de Riaño; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE (1995) seleccionan 69 Puntos de Interés Geológico en la provincia de León, 22 de los cuales se encuentran dentro del perímetro del Parque Regional. En este trabajo no se realiza una descripción de los rasgos elegidos, pero sí se concreta su interés principal (petrológico, estratigráfico, sedimentológico, paleontológico, tectónico, geomorfológico, hidrogeológico, museos-colecciones y minero), su influencia (internacional, nacional, regional) y su uso potencial (turístico, didáctico, científico y económico). En FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (COORD., 1998) se publica un inventario de los puntos de interés geoes educativo, en el que se describen con detalle y se indica su potencial didáctico. Nueve de los lugares incluidos en dicho estudio pertenecen al Parque Regional. GONZÁLEZ TRUEBA (2006) detalla los lugares de interés geomorfológico del Macizo Central de Picos de Europa. Ocho de ellos se encuentran en León y por tanto, en el Parque Regional. Posteriormente, GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS (2008) realizan una valoración de los lugares de interés geomorfológico propuestos en GONZÁLEZ TRUEBA (2006). Por último, en 2009 la Fundación Patrimonio Natural de la Junta de Castilla y León publica el inventario de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS. 2009a). En este trabajo se describen y valoran 97 LIG de la provincia, de los cuales, 15 se encuentran en Picos de Europa.

En total, los trabajos previos han referido 41 recursos geológicos relevantes ubicados en el Parque Regional. Como se deduce de la explicación anterior, muchas veces las localidades mencionadas no se describen de forma detallada y en ningún caso se realiza una delimitación espacial de los LIG. Así, no es posible saber si los lugares citados por autores diferentes son considerados de la misma manera (mismo tipo de interés y sobre todo extensión y límites similares). Por ello, el listado inicial sirve como punto de partida y su finalidad es básicamente de recopilación. A continuación debe completarse la lista y en una etapa posterior (a través del trabajo de campo) se caracteriza, describe y delimita cada LIG.

Los 41 LIG recogidos de la bibliografía, junto con los autores que han mencionado cada uno de ellos y ordenados por cuencas de oeste a este y de norte a sur, son:

**Cuenca del Porma:**

1. Lago del Ausente (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995)
2. Talco y piritas en Puebla de Lillo (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA 1998; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
3. Turbera de Fonfría (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
4. Morrena y laguna de Respina (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
5. Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)

**Cuenca del Suso:**

6. Yacimiento de cinabrio de Riosol y Puerto de las Señales (ALONSO HERRERO, 1987b; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
7. Complejo glaciar del Mampodre (ALONSO HERRERO, 1987b; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; ALONSO HERRERO Y DOMINGO GARCÍA, 1998; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
8. Apilamiento antiformal de Cuesta Rasa (Acebedo). (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995)
9. Lagunas, turberas y morrenas de nevero de la cabecera del arroyo Heredia (ALONSO HERRERO, 1987b)
10. Fluorita de Burón (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA, 1998; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
11. Antimonita de Burón (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA, 1998)

**Cuenca del Sella:**

12. Sección del desfiladero del Beyo y olistolitos calcáreos en Sajambre (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)

13. Glaciarismo de Vegabaño (ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE, 1995).

#### **Cuenca del Cares:**

14. Mirador de Piedrashitas (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008, que lo denominan Frente cabalgante de Traviesas de Salinas; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
15. Mirador de Pandetrave (PALACIO, 1999)
16. Desfiladero del Cares (ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE, 1995; GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
17. Morfología glaciokárstica en el Jou Grande (ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE, 1995); Complejo glaciar de Torre Blanca-Hoyo de los Llagos (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008)
18. Morfología glaciokárstica en la Vega de Liordes (ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE, 1995; GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
19. Jou del Trasllambrión (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
20. Canal de Asotín (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008)
21. Canal de Dobresengos (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008)
22. Horn del Pico Tesorero (GONZÁLEZ TRUEBA, 2006; GONZÁLEZ TRUEBA Y SERRANO CAÑADAS, 2008)

#### **Cuenca del Yuso:**

23. Agujas de Cardaño, granodiorita de Peña Prieta (ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE, 1995; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009b)
24. Modelado glaciar y periglacial de Tres Provincias-Hoyo Empedrado (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)

25. Difluencia glacial del Boquerón de Bobias y morrenas de Naranco (ALONSO HERRERO, 1987b; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
26. Conglomerados de Curavacas (FERNÁNDEZ MARTÍNEZ Y ALONSO HERRERO, 1998)
27. Sección del Sinclinal de Lechada en el río Yuso (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995)
28. Desfiladero y Fuente sulfurosa en el desfiladero de Llánaves de la Reina. (ALONSO HERRERO, 1987b; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
29. Estratotipo de la formación Gustalapedra (ALONSO HERRERO, 1987b)
30. Estratotipo de la formación Murcia (ALONSO HERRERO, 1987b)
31. Estratotipo de la formación Lechada (ALONSO HERRERO, 1987b)

#### **Cuenca del Esla:**

32. Antimonita de Riaño (ALONSO HERRERO, 1987b; ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA 1998).
33. Arsenopirita de Puente Bachende (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA 1998)
34. Mercurio de Lois (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA, 1998)
35. Oro-uranio de Salamón (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA 1998)
36. Calcopirita de las Salas (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995; MATÍAS RODRÍGUEZ Y DOMINGO GARCÍA, 1998)
37. Sección del Carbonífero en Lois (ALONSO HERRERO Y GALLEGO VALCARCE, 1995).
38. Afloramientos de rocas ígneas de Horcadas (ALONSO HERRERO, 1987b; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)
39. Captura fluvial de Peña Cantoro (ALONSO HERRERO, 1987b; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a)

Además de éstos, hay dos LIG que se encontraban en la zona de estudio pero desaparecieron tras la construcción del embalse de Riaño. Ambos son citados por Alonso Herrero (1987b): Fuente de Villar y Llanura de inundación fluvial de Riaño.

Por otra parte, a esta escala de análisis en la presente memoria doctoral se proponen otros 26 LIG dentro del Parque Regional:

**Cuenca del Porma:**

1. Morfología glaciar del valle de Isoba y lago de Isoba
2. Páramo de Remelende
3. Calda de Cofiñal
4. Dúplex de Primajas
5. Contacto Formación Barrios (Ordovícico) con calizas carboníferas en el Alto Porma
6. Relieve cuarcítico de La Cabrera

**Cuenca del Suso:**

7. Circo glaciar de Peña Ten
8. Turbera de Polvoreda
9. Morfología glaciar de Llanetas
10. Estratotipo de la Formación Ricacabiello

**Cuenca del Cares:**

11. Glaciokarst en la Vega de Llos
12. Morfología glaciar de Peñas Cifuentes
13. Morfología glaciar de la cabecera del río Cares
14. Avalancha rocosa de Cordiñanes

**Cuenca del Yuso:**

15. Morfología glaciar del Macizo del Coriscao (Culebregas, Puerma, Luriana y Valdeloso)
16. Morfología glaciar y periglacial de La Rasa
17. Estratotipo de la Formación Vegacerneja

18. Estratotipo de la Formación Panda
19. Estratotipo de la Formación Pandetrave
20. Yacimiento de oro en Guspiada
21. Mineralizaciones en el área de Villafrea de la Reina

**Cuenca del Esla:**

22. Hoz Oscura en Horcadas
23. Estratotipo del Cantabriense en Tejerina

**Cuenca del Carrión:**

24. Morfología glaciar del valle del Río Grande

**Cuenca del Cea:**

25. Desfiladero de las Conjas
26. Sucesión sedimentaria sintectónica del Grupo Pando en el Puerto del Pando

Tras el estudio detallado de la ubicación y tipología de estos LIG, se han establecido los límites de los mismos. El concepto de tipología utilizado es el propuesto por FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010). No obstante, se tiene en cuenta la matización sobre las áreas complejas realizada por FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012). El concepto de área compleja se inspira en los *complex-interest Geosites* o bien *sites with high geodiversity* de WIMBLEDON Y OTROS (2000). De acuerdo con esto, las áreas complejas son territorios de dimensiones importantes que presentan homogeneidad fisiográfica y en las que existe una geodiversidad elevada. Por ello, su definición surge de la observación de la distribución espacial de los LIG en el territorio de estudio y tiene que llevarse a cabo una vez que éstos se han analizado, descrito y delimitado con precisión.

En primer lugar, el estudio individualizado de las 65 localidades recopiladas (se excluyen ya las dos desaparecidas) lleva a la reorganización de las mismas para la propuesta de LIG. Como ocurrió en la última fase de la selección de localidades en el inventario de León (v. pág. 33), a través del trabajo de campo se observa que muchas localidades coinciden en el espacio o se encuentran muy próximas y relacionadas entre sí, por lo que se unen en un LIG de mayor tamaño. Como consecuencia de este proceso,

a partir de las 65 localidades iniciales se definen 55 LIG para el Parque Regional Picos de Europa.

En la Tabla 2.2 se muestran los nombres definitivos de los LIG y en las descripciones y mapas presentados después pueden verse las localidades incluidas en cada LIG.

Tabla 2.2: Listado de LIG del Parque Regional Picos de Europa en el que se muestran la tipología e interés principal de los mismos.

	<b>LIG</b>	<b>Tipología</b>	<b>Interés</b>
1	Talco y piritas de Puebla de Lillo	Área	Mineralógico
2	Morfología glaciár del valle del Arroyo de Isoba	Área	Geomorfológico
3	Morfología glaciár del Valle de Respina	Área	Geomorfológico
4	Páramo de Remelende	Área	Geomorfológico
5	Calda de Cofiñal	Punto	Hidrogeológico
6	Relieve cuarcítico de La Cabrera	Sección	Geomorfológico
7	Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos	Punto	Geomorfológico
8	Mirador del circo glaciár de Peña Ten (Valdosín)	Mirador	Geomorfológico
9	Turbera de Polvoredó	Punto	Paleontológico
10	Yacimientos de cinabrio en Riosol y el P. de las Señales	Punto	Mineralógico
11	Macizo de Mampodre	Área	Tectón. y geom.
12	Peña Ricacabiello	Área	Geomorfológico
13	Estratotipo de la Formación Ricacabiello	Sección	Estratigráfico
14	Olistolitos calcáreos en el Valle de Sajambre	Área	Tectónico
15	Desfiladero del Beyo	Sección	Geomorfológico
16	Glaciárismo en Vegabaño	Área	Geomorfológico
17	Morfología glaciár de las Sierras Cebolleda-Gabanceda	Área	Geomorfológico

<b>LIG</b>		<b>Tipología</b>	<b>Interés</b>
18	Mirador de Piedrashitas	Mirador	Tectónico
19	Mirador de Pandetrave	Mirador	Geomorfológico
20	Desfiladero del Cares	Sección	Geomorfológico
21	Canal de Dobresengos	Área	Geomorfológico
22	Canal de La Sotín	Área	Geomorfológico
23	Vega de Liordes	Área	Geomorfológico
24	Macizo de Peñas Cifuentes	Área	Geomorfológico
25	Glaciokarst en la Vega de Llos	Área	Geomorfológico
26	Estratotipo de la Formación Vegacerneja	Sección	Estratigráfico
27	Estratotipos de las Formaciones Panda y Pandetrave	Sección	Estratigráfico
28	Macizo del Coriscao	Área	Geomorfológico
29	Sinclinal de Lechada y estratotipo de la Fm. Lechada	Sección	Tect. y Estratig.
30	Conglomerados de Curavacas y desfiladero de Llánaves	Sección	Petrol. Y Geom.
31	Fuente sulfurosa de Llánaves de la Reina	Punto	Hidrogeológico
32	Granodiorita de Tres Provincias-Agujas de Cardaño	Área	Petrológico
33	Modelado glaciar y periglaciar de Tres Provincias...	Área	Geomorfológico
34	Valles de Lechada, Naranco y Boquerón de Bobias	Área	Geomorfológico
35	Fluorita de Burón	Punto	Mineralógico
36	Antimonita de Burón	Punto	Mineralógico
37	Antimonita de Riaño	Punto	Mineralógico
38	Arsenopirita de Las Viescas (Riaño)	Punto	Mineralógico
39	Yacimiento de oro en Guspiada	Punto	Mineralógico

	<b>LIG</b>	<b>Tipología</b>	<b>Interés</b>
40	Modelado periglacial de La Rasa	Área	Geomorfológico
41	Estratotipo de la Formación Gustalapedra	Punto	Mineralógico
42	Estratotipo de la Formación Murcia	Sección	Estratigráfico
43	Mineralizaciones en el área de Villafrea de la Reina	Sección	Estratigráfico
44	Mercurio de Lois	Sección	Estratigráfico
45	Carbonífero de Lois-Ciguera	Punto	Mineralógico
46	Oro-uranio de Salamón	Punto	Mineralógico
47	Calcopirita de Las Salas	Punto	Mineralógico
48	Mirador del Dúplex de Primajas	Mirador	Tectónico
49	Mirador de la captura fluvial de Peña Cantoro	Punto	Petrológico
50	Rocas ígneas de Horcadas	Mirador	Geomorfológico
51	Hoz oscura en Horcadas	Sección	Geomorfológico
52	Sección del Cantabriense en Tejerina	Sección	Estratigráfico
53	Sección del Grupo Pando en el Puerto del Pando	Área	Geomorfológico
54	Morfología glaciar del Valle del Río Grande	Sección	Estratigráfico
55	Desfiladero de Las Conjas	Sección	Geomorfológico

➤ Identificación de áreas complejas

Como se comenta anteriormente, a partir del listado de LIG del Parque Regional se definen las áreas complejas existentes en el mismo. Un área compleja debe cumplir las tres características siguientes:

1. Englobar diversos LIG con distintos tipos de interés.

2. Poseer entidad fisiográfica, es decir, que sea un área identificable y separable con fronteras naturales, como una cuenca hidrográfica o un macizo montañoso.
3. Permitir la posibilidad de desarrollar una gestión conjunta de los LIG contenidos en ella.

Según estos criterios se han identificado 9 áreas complejas en el Parque Regional Picos de Europa. Todas ellas contienen al menos 3 LIG y en conjunto engloban 36 de los 55 LIG identificados en el territorio. A continuación se listan las áreas complejas definidas, indicando en cada caso los LIG incluidos en ellas.

#### I. Área compleja Cuenca alta del río Porma

- Área de interés mineralógico Talco y Piritas de Puebla de Lillo (1)
- Área de interés geológico Morfología glaciar del valle del Arroyo de Isoba (2)
- Área de interés geomorfológico Morfología glaciar del valle de Respina (3)
- Área de interés geomorfológico Páramo de Remelende (4)
- Punto de interés hidrogeológico Calda de Cofiñal (5)
- Sección de interés geomorfológico Relieve cuarcítico de La Cabrera (6)
- Punto de interés geomorfológico Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos (7)

#### II. Área compleja Mampodre. En ella se unen los LIG:

- Área de interés geomorfológico y tectónico Macizo de Mampodre (11)
- Área de interés geomorfológico Peña Ricacabiello (12)
- Sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Ricacabiello (13)

#### III. Área compleja Valle de Sajambre:

- Área de interés estratigráfico y tectónico Olistolitos calcáreos de Sajambre (14)
- Sección de interés geomorfológico Desfiladero del Beyo (15)
- Área de interés geomorfológico Glaciarismo en Vegabaño (16)

## IV. Área compleja Sierras de Cebolleda-Gabanceda:

- Área de interés geomorfológico Morfología glaciar de las Sierras Cebolleda-Gabanceda (17)
- Mirador de interés tectónico Piedrashitas (18)
- Mirador de interés geomorfológico Pandetrave (19)

## V. Área compleja Macizo de Los Urrieles:

- Sección de interés geomorfológico Desfiladero del Cares (20)
- Área de interés geomorfológico Canal de Dobresengos (21)
- Área de interés geomorfológico Canal de La Sotín (22)
- Área de interés geomorfológico Vega de Liordes (23)
- Área de interés geomorfológico Macizo de Peñas Cifuentes (24)

## VI. Área compleja Cuenca alta del Río Yuso:

- Sección de interés estratigráfico Sinclinal de Lechada y estratotipo de la Formación Lechada (29)
- Sección de interés petrológico y geomorfológico Conglomerado de Curavacas y Desfiladero de Llánaves (30)
- Punto de interés hidrogeológico Fuente sulfurosa de Llánaves de la Reina (31)

## VII. Área compleja Valles de Lechada y Naranco.

- Área de interés petrológico Granodiorita de Tres Provincias-Agujas de Cardaño (32)
- Área de interés geomorfológico Modelado glaciar y periglacial de Tres Provincias-Hoyo Empedrado (33)
- Área de interés geomorfológico Valles de Lechada, Naranco y Boquerón de Bobias (34)

## VIII. Área compleja Alto de La Rasa:

- Área de interés geomorfológico Modelado periglacial de La Rasa (40)

- Sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Gustalapedra (41)
- Sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Murcia (42)

IX. Área compleja Cuenca del río Dueñas:

- Punto de interés mineralógico Mercurio de Lois (44)
- Sección de interés estratigráfico Carbonífero de Lois-Ciguera (45)
- Punto de interés mineralógico Oro-Uranio de Salamón (46)
- Punto de interés mineralógico Calcopirita de Las Salas (47)

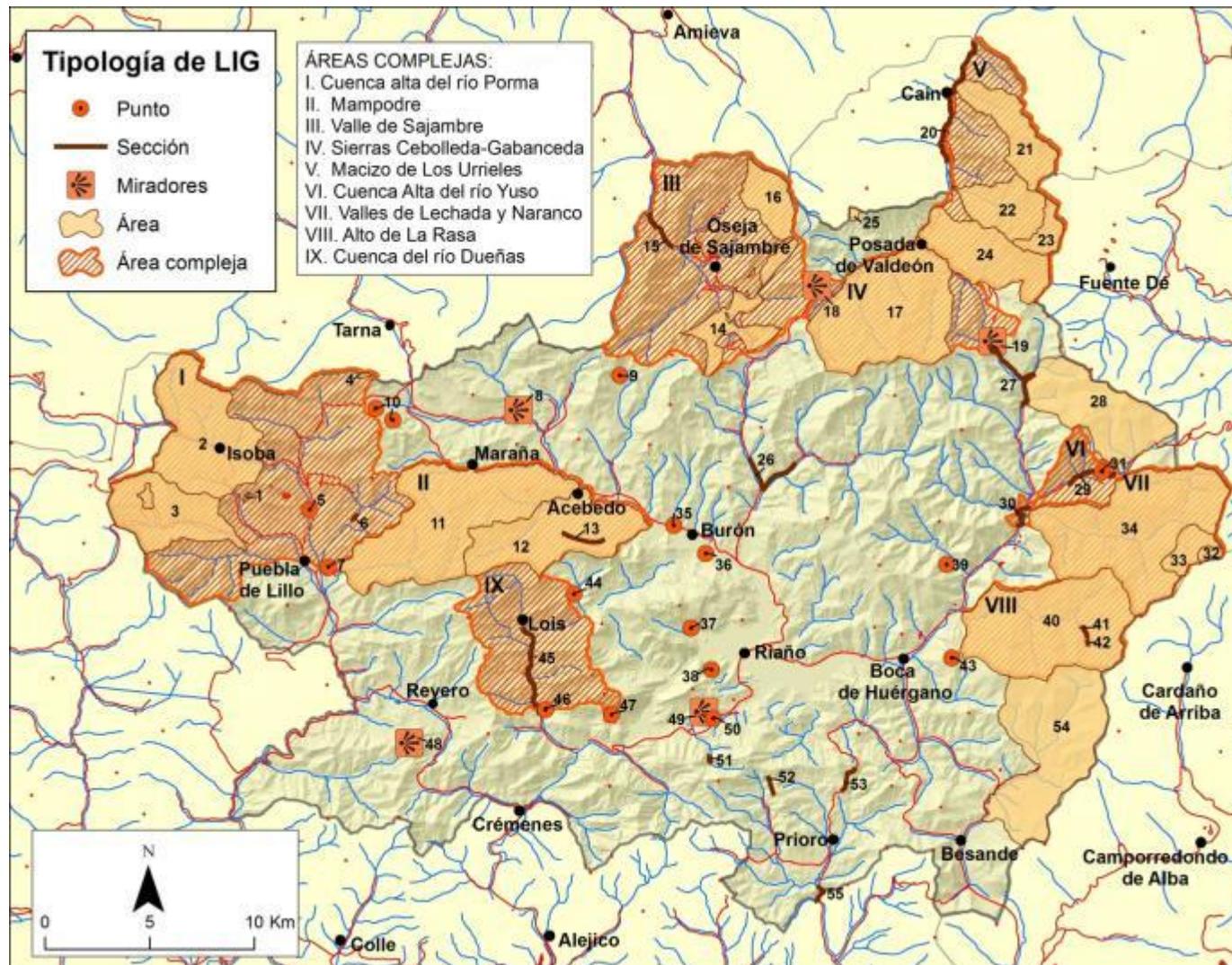


Fig. 2.12: Mapa de LIG del Parque Regional Picos de Europa



FUERTES-GUTIÉRREZ, I. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2012.  
Mapping geosites for geoheritage management: a methodological proposal for  
the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain)

*Environmental Management*, 50-5: 789-806

DOI 10.1007/s00267-012-9915-5



# Mapping Geosites for Geoheritage Management: A Methodological Proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain)

Inés Fuertes-Gutiérrez ·  
Esperanza Fernández-Martínez

Received: 18 August 2011 / Accepted: 28 June 2012  
© Springer Science+Business Media, LLC 2012

**Abstract** Mapping is a basic requirement for land use management, as effective protection of nature requires a clear delimitation of the sites involved. Additionally, mapping has other benefits for the transfer of information, as long as it is a comprehensible way of information exchange. The knowledge of geoheritage (geological heritage) and how it can be incorporated into the management of natural areas is an emerging topic. In this paper, a methodology that can be used to map geoheritage is proposed through the example of the Regional Park of Picos de Europa (Spain). Cartography is designed to be used as a tool for both prescriptive geoheritage management and land use planning processes in the protected area. The current examples of mapping consist of two groups of maps: (1) basic descriptive maps, where geosites are represented and which offer an overview of the geoheritage in the territory and (2) applied derived maps, which use the previous base cartography but also implement specific queries for management. Information codified in the derived maps may be diverse, ranging from the geosite degradation risk to the most adequate geosite use. The designed maps also achieve an important aim: They are easily interpreted and, therefore, might be used by many different professionals involved in environmental management.

**Keywords** Mapping · Geoheritage · Geosites · Land use management · Protected areas · Picos de Europa · Spain

## Introduction

Geoheritage mapping can be incorporated into the management of natural areas. According to Brocx and Semeniuk (2007), geoheritage (geological heritage) is a concept concerned with the preservation of features with importance to Earth science, such as landforms, natural and artificial exposures of rocks, and sites where geological features can be examined. A clear and synthetic definition of geoheritage is the one included in the Spanish National Law on Protection of Natural Areas and Wildlife (2007) (*Law 42/2007 de Patrimonio Natural y Biodiversidad*), which was created by specialists from both the Spanish Geological Survey and the Spanish Geological Society and which states that geoheritage includes the natural geological resources of scientific, cultural and/or didactic value: geological formations and structures, terrain shapes, minerals, rocks, meteorites, fossils, soils and other geological features that permit the knowledge, study and interpretation of (a) the origin and evolution of the Earth, (b) the processes which have sculpted it, (c) the climates and landscapes from the past and present and (d) the origin and evolution of life. Other concepts closely connected to that of geoheritage are geoconservation and geodiversity. Geoconservation describes a series of actions intended to preserve the geoheritage of a certain place (Brocx and Semeniuk 2007). Geological diversity (geodiversity) is defined as the variety of geological features, including rocks, minerals, fossils, soils, geological units and landscapes, which are the result of the Earth evolution and history (*Law 42/2007 de Patrimonio Natural y*

---

I. Fuertes-Gutiérrez (✉)  
Biodiversity and Environmental Management, Facultad de CC.  
Biológicas y Ambientales, University of León, Campus de  
Vegazana, s/n León, 24071 León, Spain  
e-mail: ifueg@unileon.es

E. Fernández-Martínez  
Geology and Geography, University of León, Campus de  
Vegazana, s/n León, 24071 León, Spain

*Biodiversidad*). A geosite is a locality that constitutes part of the geoheritage of a territory. Besides that, publications by geomorphologists cited through this paper use the concept of geomorphosite defined by Panizza (2001), as they restrict their scope to those localities constituted by geomorphological landforms that are part of geoheritage<sup>1</sup>.

Concern for geoheritage has increased across the world over the last two decades. The increasing interest in geoheritage is supported by the growth in the volume of literature on this topic during this time. Firstly, many authors have discussed and specified the main concepts concerning geoheritage, particularly geodiversity, geoheritage and geosite (Elízaga 1988; Wimbledon 1996a; Sharples 2002; Gray 2004; Kozłowskyi 2004; Brilha 2005; Carcavilla and others 2007; Carcavilla and others 2008, between others). Another important group of works has considered the methodology used to select localities that should be recognized as geosites and protected because of geological interest (for example, Duque and others 1983; Águeda and others 1985; Alexandrowicz 1993; Wimbledon and others Wimbledon and others 1995; Wimbledon 1996b; Gonggrijp 1997; Sharples 2002; Dingwall and others 2005; Leman and others (eds.) 2008; Vdovets and others 2010; Mansur and de Souza 2011). Many other papers have applied and adapted these principles to a range of situations and scales and have developed inventories of geosites in different countries or regions (for example Alexandrowicz 1998; Joyce 2010; de Lima and others 2010; Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez 2010; Mansur and de Souza 2011).

There is still work to do, however, to achieve the integration of geoheritage as a fundamental parameter in environmental conservation and management. From our point of view, one of the general aims is to enforce and standardize the methodological bases for geoconservation.

As has been disclosed, the present contribution considers geoheritage mapping, specifically. A methodology for mapping geoheritage is proposed through the example of a protected area in Spain, the Regional Park of Picos de Europa. The mapping is based on the concept of geosite typology as a parameter, which tries to group types of geosites and thereby to find general and common management principles. Our research aims to produce a cartography that may constitute a summary of the geoheritage in a territory. The resulting maps would have the objective of both representing the boundaries and spatial distribution of geosites in a specific area and of summarizing some relevant characteristics that are required for their management.

<sup>1</sup> It is not the aim of this paper to discuss the terminology; the authors' intention is only to clarify that, in the present contribution, when using geosites, geomorphosites are also included. For this reason, many ideas and methodologies developed in the field of geomorphosites are extendable and applicable to geosites.

Therefore, the mapping is thought to be the basis for creating further maps, which are essential for decision making in environmental management, such as zoning of protected areas, the creation of geotourism plans or the protection of geoheritage. In this paper, two examples of such maps are presented, specifically, the map of geosites' intrinsic value and the geosites' risk of degradation.

## Mapping Geoheritage

As Coratza and Regolini-Bissig (2009) point out, mapping may be considered as a powerful means of communication, and it is particularly effective because it uses an international language, which is easily transmittable and cannot be misunderstood. Additionally, mapping is a basic tool for environmental management and land planning (Lüttig, 1979; Cendrero 1980, 1990; Sánchez Díaz and others 1995, between others). As previously mentioned, geoheritage research has, until now, been mainly focused on the definition of the basic concepts, the identification and assessment of geosites and the principles for geoconservation. Only in recent years has mapping gained higher prominence and several studies have been specifically centered on mapping methodology: Carton and others 2005; Bissig 2008; Coratza and Regolini-Bissig 2009; Regolini-Bissig and Reynard 2010(eds.).

As Coratza and Regolini-Bissig (2009) explain, designing maps is not a simple procedure. A map can be considered as a link in an information exchange, which includes a codification phase (implementation of the map) and a decodification phase (interpretation of the map). The complexity of creating maps lies in the fact that the codification or implementation stage implies a series of queries. However, the final user must be able to interpret these queries successfully without any additional help or information. This requires that the codification be as precise and objective as possible and that the expression of the information is clear, synthetic and easily readable.

From our perspective, the first assumption to make when considering geoheritage mapping is that this cartography must be based on geological mapping but must also be different from it. As Coratza and Regolini-Bissig (2009) affirm when referring to geomorphosites, these sites are different from other geological or geomorphological features and require their own specific mapping methods and standards to preserve Earth heritage. Additionally, there are three reasons as to why specific geoheritage maps, different from the geological and geomorphological maps, are needed. Firstly, geosite mapping has different aims from geological and/or geomorphological cartography. The second reason is that this cartography must be interpreted by a wider group of specialists, who will take part in the management. Finally,

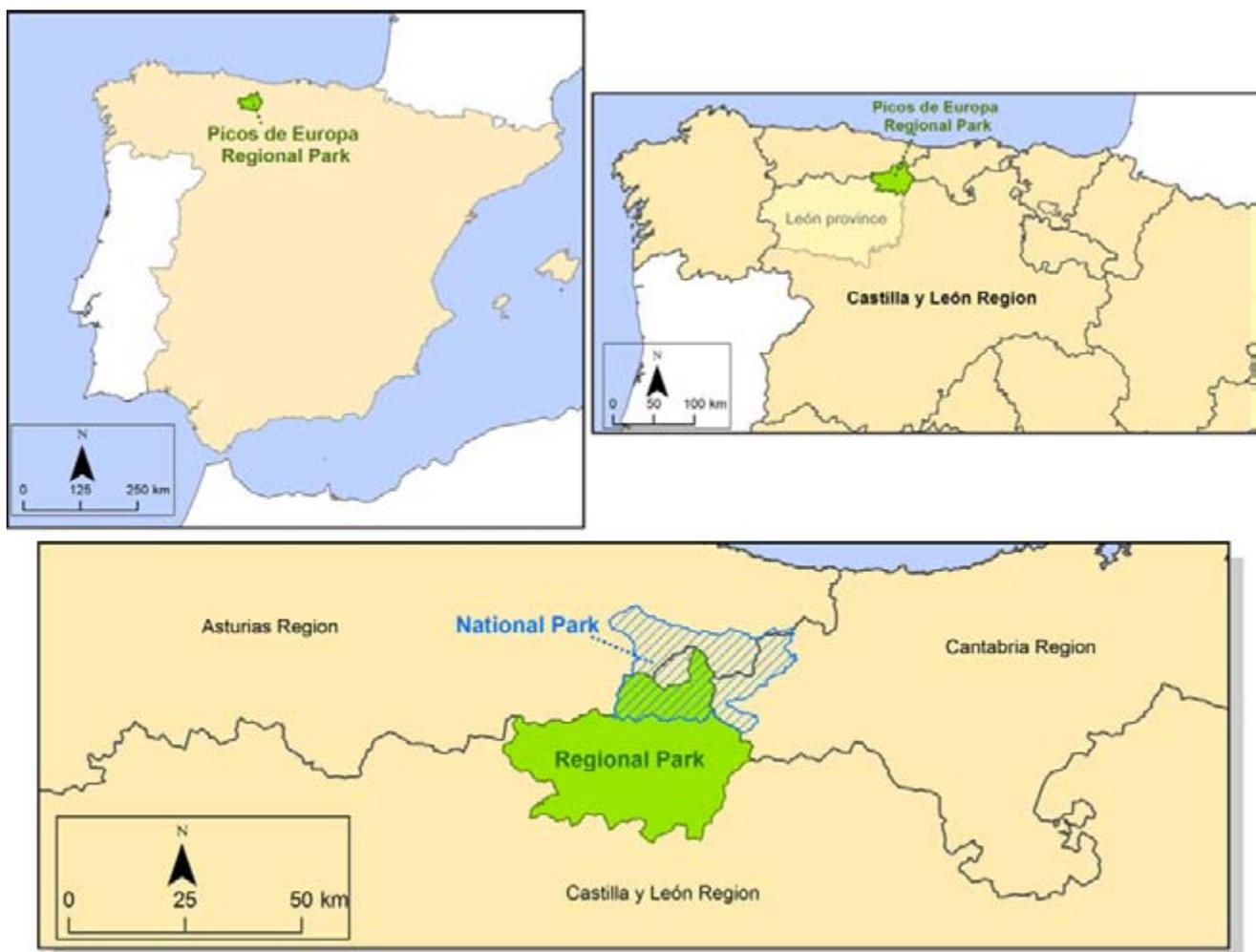
despite the broad range of sites, which constitute geoheritage (from a thermal spring to a mineralogical outcrop, a stratigraphical section or a large area with tectonic interest), some common management principles can be identified and expressed together in a geosite map.

In this context, a methodology for designing geoheritage maps from geological and geomorphological maps may be developed. Some authors have discussed how to create some specific geoheritage maps. For example, both Regolini-Bissig (2010), for interpretative maps, and Erhartič (2010), for geoconserving maps, have described this process, but both approaches still maintain geomorphological map units. In this paper, we present a different approach from the aforementioned reports, which lies in the creation of geosite-specific mapping designed specifically to be used for geoheritage management. The information included in geological and geomorphological maps is fundamental but is not enough for geoheritage management. A geoheritage map must enclose further information, not just that given by the single units constituting the geosite.

Hence, creating geoheritage maps requires the selection of the information represented in the previous maps that is relevant for management and its grouping and expression in a way that is useful for that task (with the specific concepts and terminology required). For example, a geosite constituted by an area with periglacial processes would be represented as a whole in the geoheritage map. Although this area includes different landforms, it constitutes just one geosite, and these geomorphological units must be considered together for the management and conservation of geoheritage (for example, for preserving this landscape in a territory where periglacial processes are relict).

### Picos de Europa Regional Park: A Territorial Description

Picos de Europa Regional Park is a protected area located in the León province, in the Castilla y León Region, Spain (Fig. 1). It covers a territory of 120,000 ha that was



**Fig. 1** Location of both Picos de Europa National and Regional Park in Spain

declared under protection in 1994. The name of this Regional Park might cause confusion: the Regional Park is not the same territory as the better known Picos de Europa National Park, but both parks share some common area (Fig. 1). That shared portion comprises a small percentage of the entire Regional Park. The rest of the area is also of great interest, as it is composed of diverse territories from both geological and biological points of view. Therefore, despite its name, the Regional Park is far from simply being a Picos de Europa National Park perimeter protected area.

Presently, inside the territory, there are 58 inhabited villages with a total population of less than 4,500, mainly concentrated in two villages (data from the National Statistics Institute dated January, 2010). In 1987, a reservoir was constructed in the area of Riaño (the main settlement of the territory). Seven villages were flooded, and two more were affected by the building of the dam. Additionally, the widest plains, along with their fine soils and meadows, also disappeared under the water. Consequently, this great transformation strongly accelerated the abandonment of traditional activities (mainly cattle raising and agriculture) in a large part of the area. Despite the declaration of the Regional Park (and the different subsidies received for it), this zone has not recovered its socio-economic dynamism.

From a geological perspective, this territory belongs to the Iberian Massif, a region that covers a large area in the western part of the Iberian Peninsula. The rocks forming this massif are Paleozoic in age (542–251 my) and were emerged and deformed during the Variscan (or Hercynian) Orogeny, a large continental collision that occurred during the upper Paleozoic (360–300 my) and that led to the formation of the supercontinent Pangea.

In this geological context, the Picos de Europa Regional Park is characterized by the occurrence of diverse types of sedimentary rocks, mainly limestone alternating with shale and sandstone. Cambrian to middle Carboniferous rocks were deposited within shallow marine environments and usually they bear fossils of marine invertebrates, such as brachiopods, corals and crinoids. Upper Carboniferous rocks were deposited after the Variscan Orogeny when the old sea became a tropical forest. These rocks are mostly conglomerate, sandstone, shale and coal beds, usually bearing plant fossils.

The Variscan Orogeny affected mainly the first group of rocks (the so-called pre-orogenic sequence) creating a complex structure of folds, faults and nappes, and giving way to the intrusion of some scattered plutonic rocks (Fig. 2a) and hydrothermal mineral deposits.

The Variscan Massif generated during this orogeny became eroded during the Mesozoic, but the region was lifted again during the Alpine Orogeny, which acted in the north of Spain from 50 to 10 my.

Currently, it is a precipitous land with steep slopes that entail very active gravitational processes and river erosion (several mountains more than 2,600 m high and about 25 km far from the coast). The territory is also characterized by vast karstified areas and many examples of Pleistocene glaciation that form wild and impressive landscapes (Fig. 2a, b)

Thus, the relief of this area is the product of a very complex geological history, which is the main cause of the important geodiversity of the Regional Park.

The declaration of the Picos de Europa Regional Park (Law 12/1994 *de 18 de julio de declaración del Parque Regional "Picos de Europa" en Castilla y León*) justifies the park's recognition in the following excerpt: "both climatic conditions and relief in the northwest area of the Leon province, together with its historical evolution have permitted the permanence, in a good conservation status, of Eurosiberian representative ecosystems, whose most significant expressions are the vast extensions of oak and beech Atlantic forests with fauna populations that are, in most cases, the most southern of Europe, emphasizing the brown bear and the capercaillie". The legal text also mentions that its proximity to the Mediterranean region enriches the biological heritage of the area.

However, as is usual in Spain, the law does not cite the geology of the area as one of the reasons for its protection, and despite the large number of sites of geological interest inside the Regional Park (which will be described in this paper), the only mention of the geology in the entire text is the intention to declare a small calcareous region with some relief peculiarities, the Mampodre Massif, as a geological reserve (Fig. 2b).

In summary, geoheritage is absent from the planning of the protected area, and consequently, some geosites are being irreversibly damaged. For example, some peats with paleontological interest are being used as pasture when other traditional meadows are abandoned. Another example is the planning of a sky station in a unique area of the territory that still maintains some remnants of periglacial processes.

### Methodological Principles for the Geoheritage Mapping Proposal

Our approach is inspired by the methodological principles established by Cendrero and Díaz de Terán (1987), Cendrero (1990) and Sánchez Díaz and others (1995) for the elaboration of geoenvironmental cartography aimed at land planning. These authors have suggested the development of at least two types of maps: (1) basic descriptive maps, which include and summarize the main characteristics of

**Fig. 2** **a** View of the Agujas de Cardaño Peak, where the largest granodiorite intrusion of this area outcrops. In the left part of the image a small but still active lobulated rock glacier may be distinguished within the vast debris cone. Photograph by Javier Santos González; **b** Panoramic of the Mampodre Massif, one of the emblematic ranges in Picos de Europa Regional Park. This massif was the only locality proposed as a geological reserve in the legal document enclosed for the declaration of the protected area. In that text, it was singled out for its geomorphological peculiarities. In the inventory of geosites used for this paper, Mampodre is one of the largest areas, enhanced by both its geomorphological and tectonic importance; the latter is considered to be the primary interest of the geosite



the territory and (2) interpretative maps, where the units delimited in the basic maps are evaluated with different management perspectives and purposes. In the present paper, these concepts are applied to geoheritage analysis to develop a methodology for mapping geosites and obtaining geosite basic maps and geosite applied maps.

Basic maps may reflect the observable features and main characteristics of the geosites (dimensions, shape, element

disposition, etc.) In our approach, we represent geosites according to three features (which are numbered here and explained later in the section titled “Creating basic descriptive maps”):

- (1) The concept of typology, as a tool that summarizes geosite main characteristics, particularly for management and dissemination.

- (2) The primary interest of every geosite, which is usually connected in some way to its typology.
- (3) Geosite boundaries.

The resulting maps offer a helpful overview of the features composing geoheritage in a territory and their main particularities. They constitute the starting point for the elaboration of applied maps.

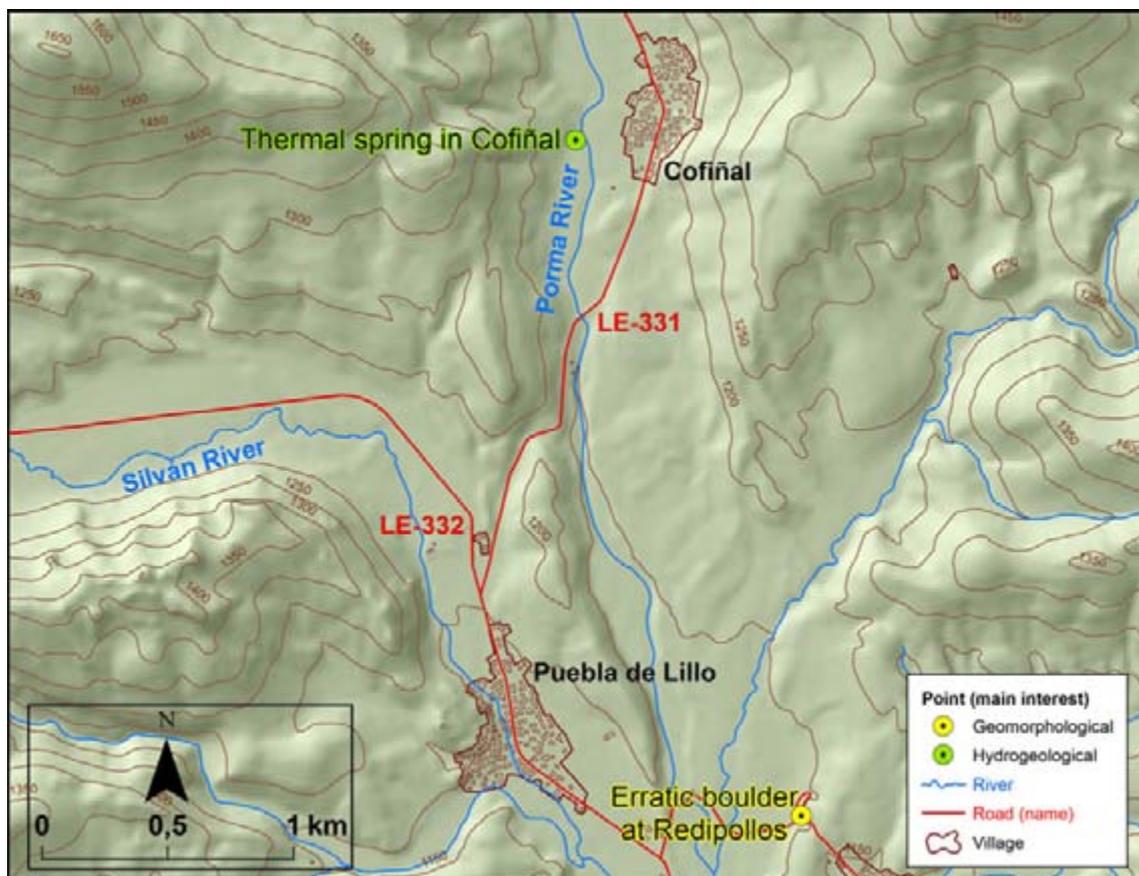
Alternatively, in the applied maps, different variables required for management may be represented (for example, degradation risk or potential for use). These maps require interpreted information gathered from the geosite assessment phase, normally developed during the creation of geoheritage inventories. Some examples of the uses of these maps are to express geosite priority for conservation or its most appropriate use.

### Considerations for Mapping Scale

Environmental management in general, but particularly that of a protected area, requires very detailed cartography.

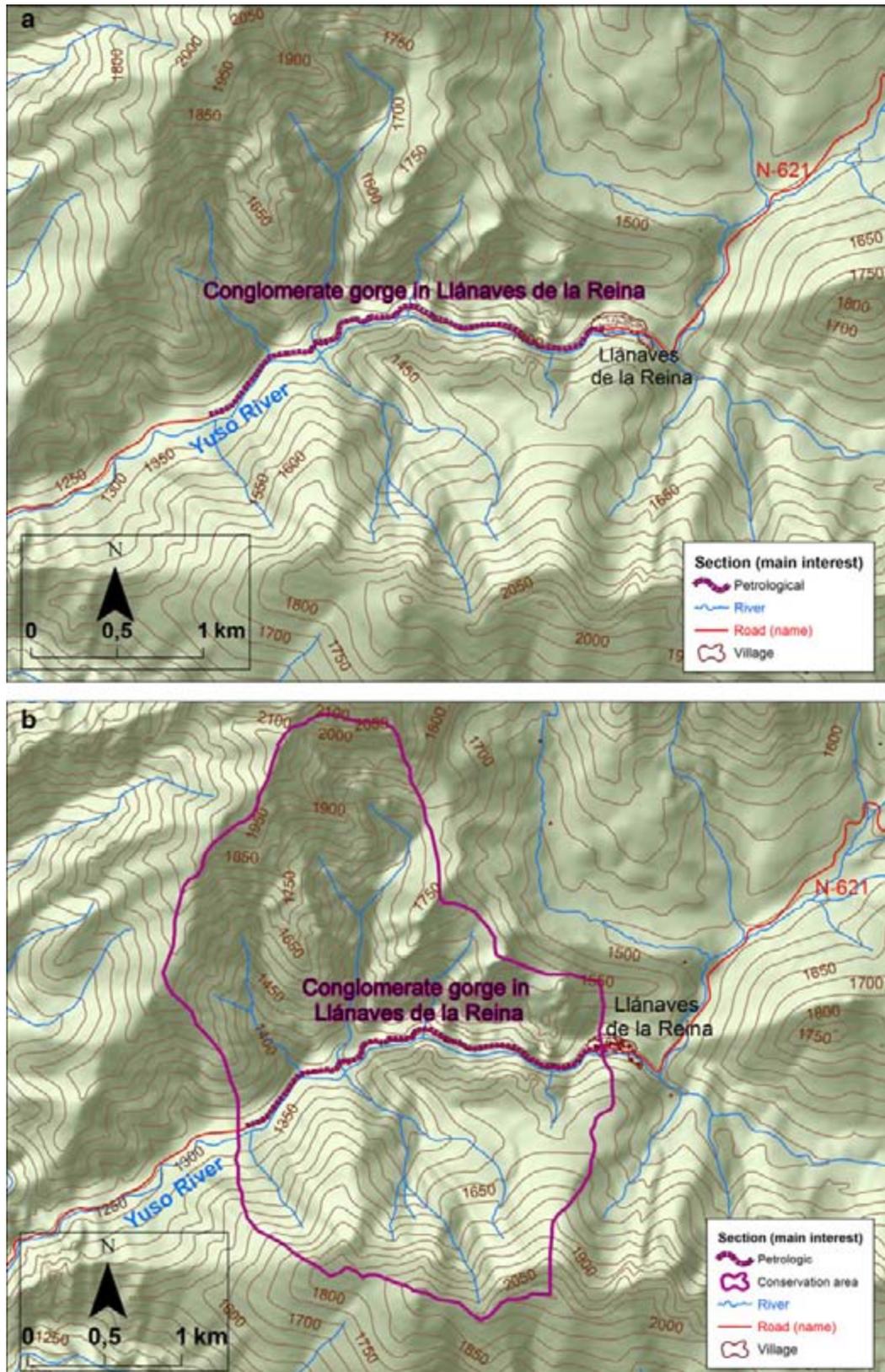
Today, present techniques and available data permit precise mapping at a large scale (1:10,000). In this study, information was collected and processed with that degree of detail, and each geosite was mapped at 1:10,000 (Figs. 3, 4, 5, 6). However, this paper attempts to identify general principles and considerations with which to undertake the first steps for geoconservation in a protected area. Thus, it is focused on the geoheritage of the Picos de Europa Regional Park treated as a whole rather than on the specific geosites. To achieve these aims, a complete vision of the geoheritage is needed, and therefore, we present maps of the entire territory with a scale of 1:200,000 (Figs. 7, 8, 9, 10).

Both the methodology and the scale utilized in this paper were designed for this specific aim (geoheritage management in protected areas). The methodology's application to different situations of geoheritage mapping (for example, mapping geological frameworks for inventoring global geosites in a country) might require adaptation to the particularities of the specific project.



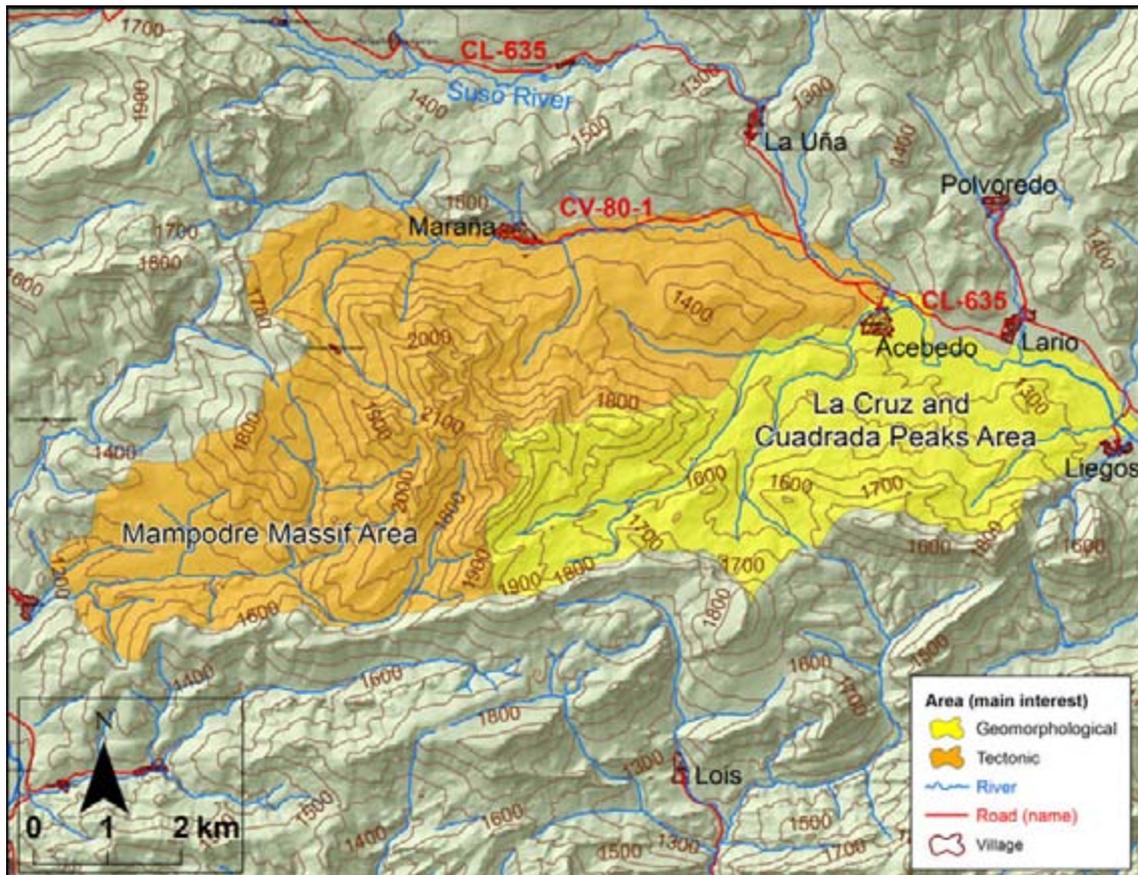
**Fig. 3** Map showing point geosites. Typological representation also corresponds to the boundaries of the geosite, but point typology entails that these geosites are isolated features and have very small

dimensions. Thus, even in detailed maps, it is not possible to draw them as polygons. This also informs us that these geosites might be vulnerable because of their small dimensions



**Fig. 4** **a** Map of a section in which the spatial expression of this typological class can be observed. Additionally, and from the point of view of management, this map may also inform that an appropriate

way of disseminating information on this geosite would be on a route along the section; **b** Delimitation of the area, which constitutes the section geosite



**Fig. 5** Example of two areas in which typological representation coincides with the spatial delimitation of the geosite. Their large dimensions suggest that these geosites might be compatible with other land uses apart from conservation

### The Starting Point for Mapping

Before the map can be completed, two procedures must be followed, as the information obtained from them is essential to creating the map: (1) identification of geosites and (2) analysis and description of every geosite.

#### Identification of Geosites

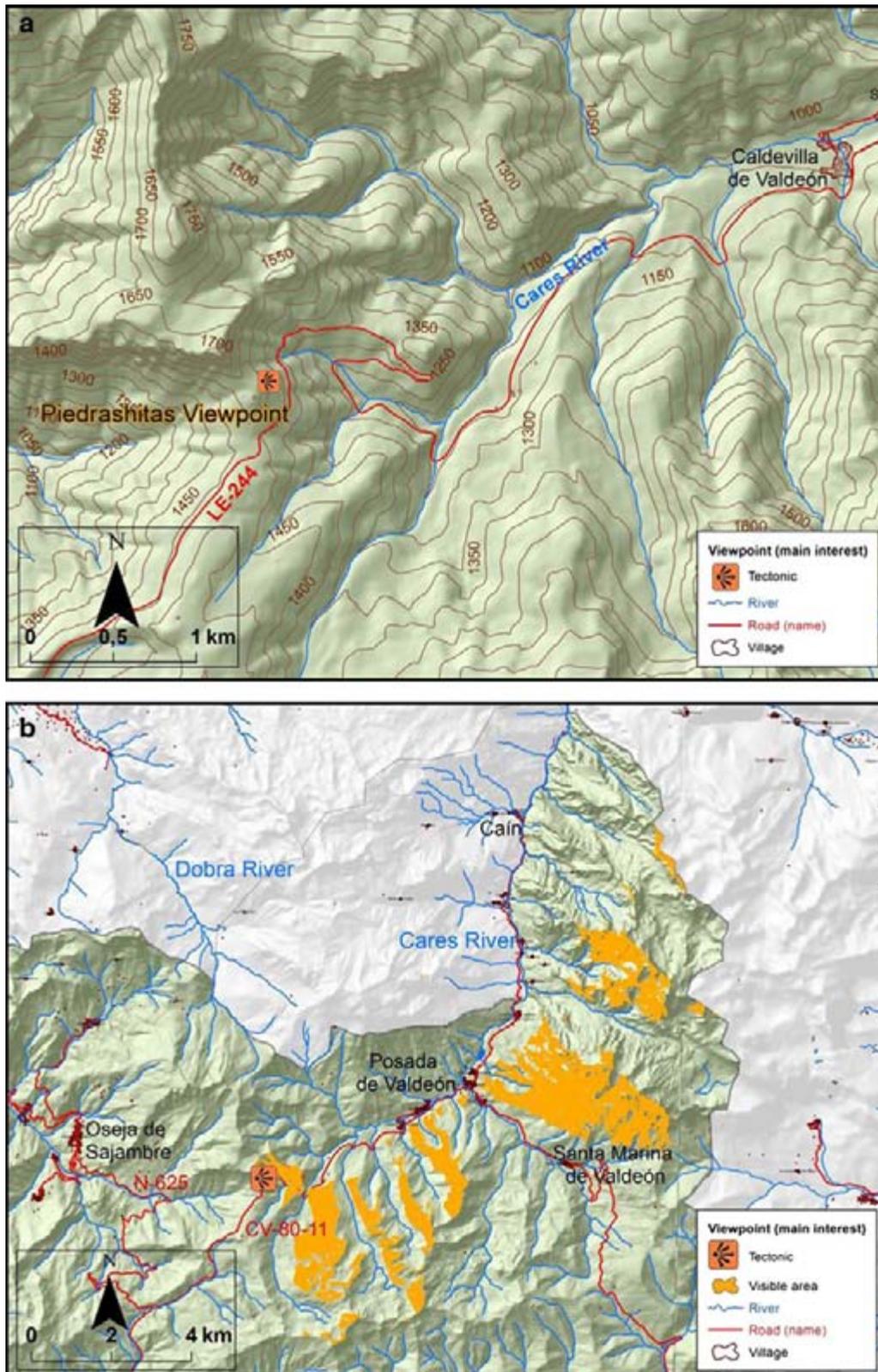
Geosite inventory has been made through the review of previous literature, both that describing the geology of the area and that describing geoheritage. The criteria for geosite cataloguing are taken from the definitions of Carcavilla and others (2007). In this context, geosites are localities that have the following characteristics:

- Contain registered peculiar geological processes,
- Are located where a geological process or feature is represented in a model way,
- Are located where outcrops have been selected as stratigraphical or chronological standard sections and

- Whose landscape is singular or represents the geology of the area.

Apart from listing the features that achieve those characteristics, geosite identification also attempts to determine the features relevant to the reconstruction of the geological history of the territory and/or the geological Zone/Region/Unit in which it is included. Many of the geosites identified (41 from de 51) were mentioned in previous reports of the area, including those by Elízaga and others (1983), Alonso Herrero (1987), Alonso Herrero and Gallego Valcarce (1995), Fernández-Martínez and others (Fernández-Martínez and others 1998), González Trueba (2006), Fernández-Martínez and others (Fernández-Martínez and others 2009a).

In this study, no selection of geosites has been made for the definitive list. That is, the final compilation of sites is the result of all inventoried geosites because the inventory's aim is to provide a basis for decision making in geoheritage management and land planning in the protected area. Any process related to geoheritage (for



**Fig. 6** a Typology of a viewpoint; b, c Viewpoint and the area observed from it (b). For calculating this area, the Digital Elevation Model of the territory and the tool Viewshed from the software ArcGIS 9.2. by ESRI have been used. This area is chaotic and useless

for management. Thus, it is transformed into a regular area (c). The criterion used for it is the delimitation of the complete hydrographic basins of the areas, which should be protected

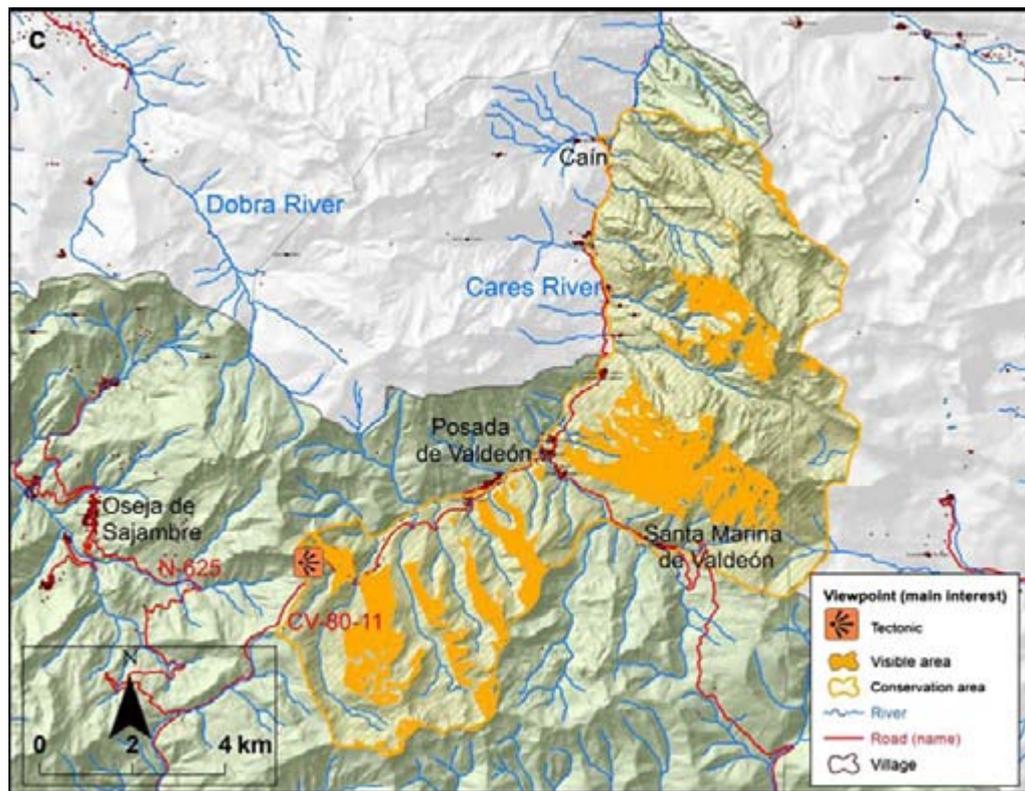


Fig. 6 continued

example, the development of a geotouristic plan or the establishment of reserve zones) must consider every geoheritage feature that is present in the territory.

#### Description and Analysis of Every Geosite

The analysis of sites comprises the review of the bibliography for each, and the study of the geosites in the field. This work must be performed from the perspective of a heritage feature, i.e., from its potential as scientific, educational and/or a touristic element. With all the information collected, a broad description of every geosite is made. The entire definition of the geosite is gathered in a descriptive survey.

An important task during the analysis and description of the geosites is the study of the spatial distribution and dimensions of the different geological and/or geomorphological features of which they are composed. This study is necessary to assign a typological class to every locality. The concept adopted for typology is the one defined by Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010), who conceive typology as a synthetic parameter useful for summarizing the main characteristics of a geosite. Typology gives information on the dimensions of the geosite, the shape and disposition of its features, and its fragility and vulnerability (in this case, fragility is defined as the risk of degradation of a site from natural processes, while

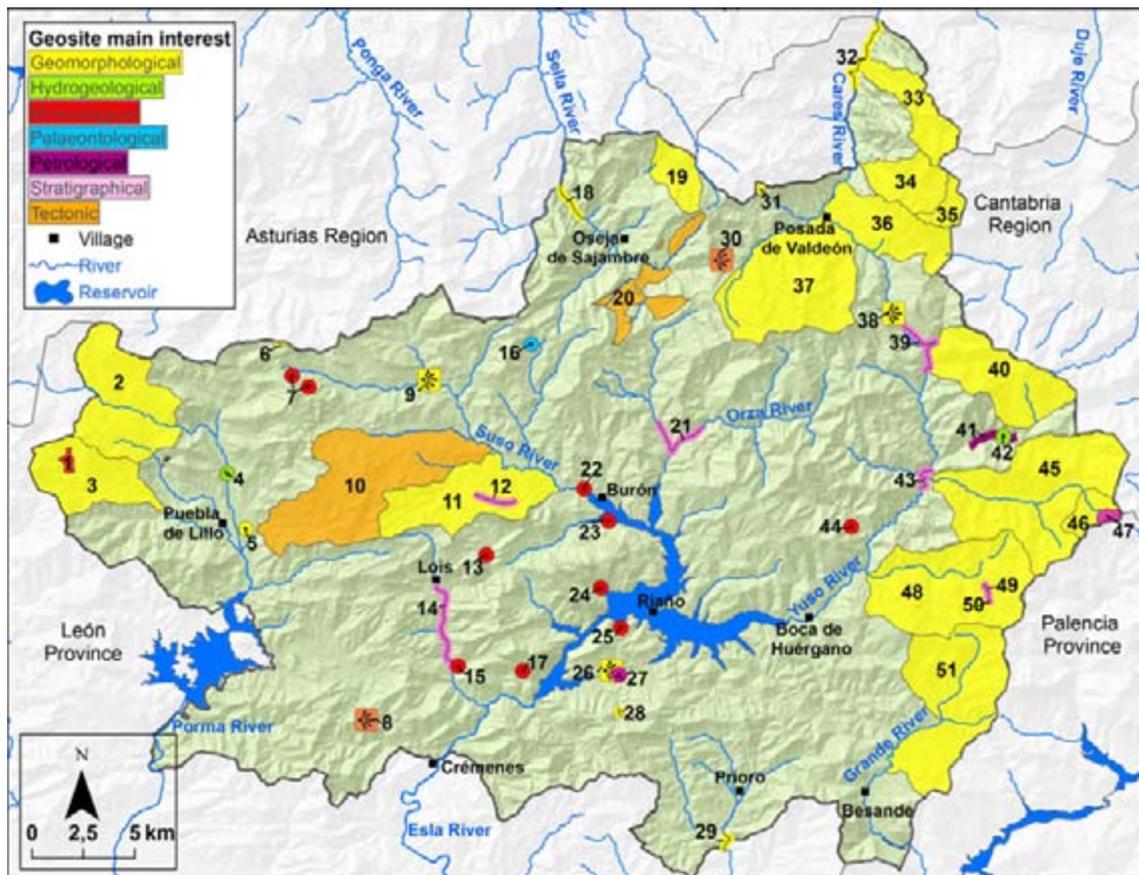
vulnerability is the measure of the degradation risk due to human activities). Thus, these authors link each typological category to general principles for geosite conservation and the potential for use.

#### Creating Basic Descriptive Maps

As stated above, a geosite basic map is composed of three elements: typology, the point of primary interest and geosite boundaries. These three features will be overlaid over a topographic map.

Related to typology, Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010) establish five typological categories: points, sections, areas, viewpoints and complex areas. In this contribution, only the first four of them are used. Complex areas are not taken into account, as they are large zones with a high geodiversity and a type of geosite that results from the grouping of several geosites from different categories. Therefore, we suggest that complex areas should be considered at a higher level and, hence, analyzed in a later stage. The map of the complex areas of a territory may be created when the map of the other categories is finished and when geodiversity spatial distribution may be analyzed.

Typological categories and their associated repercussions for management are fully detailed by Fuertes-



**Fig. 7** Map of geosites in Picos de Europa Regional Park. Typological classes are easily discernible within it. Apart from typology, the primary interest of geosites is shown by different colors: mineralogical

(red), petrological (purple), stratigraphical (pink), paleontological (blue), hydrogeological (green) and geomorphological (yellow). The legend of this map is detailed in Table 1 (Color figure online)

Gutiérrez and Fernández-Martínez (2010). Here, we include a short description of every typology, and we analyze its spatial expression.

- Points: Small-sized (in our territory and with the scale used, under 1 ha) isolated features (for example, a thermal spring, an erratic boulder or some mineralogical outcrops). Whether fragile or not, they are always vulnerable because of their dimensions.

Most points cannot be drawn on the map as their own areas because of their small dimensions. Although the limit for separating punctual features from the other typologies is marked in 1 ha, it is worth mentioning that almost every point has metrical or decametrical dimensions (Fig. 3).

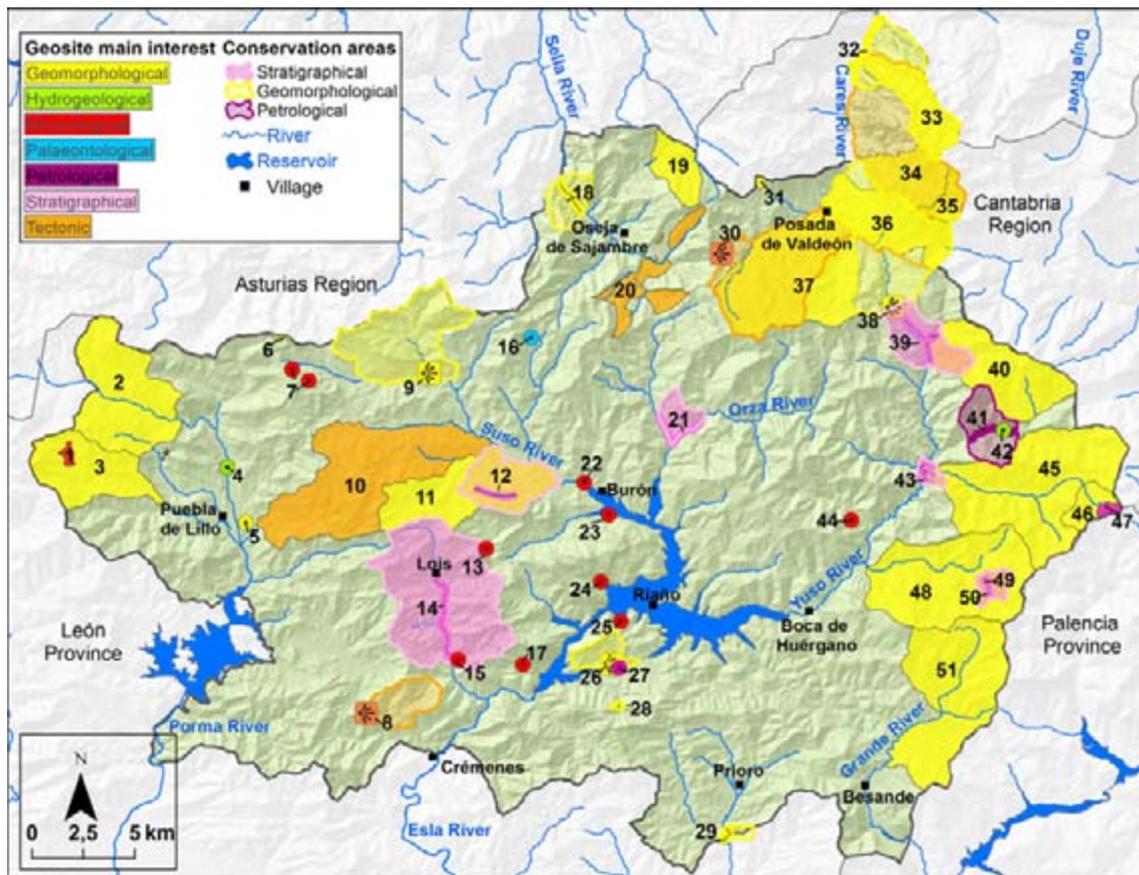
- Sections: Chronological (stratigraphical) sequences and/or features having linear spatial development (for example, a stratotype defined along a road, a gorge or some braided channels along a river). At this scale, sections are represented by lines on the map (Fig. 4a).
- Areas: Larger-sized sites including just one type of interest (for example, a glacier valley or a massif with

tectonic interest). Their fragility and vulnerability is low because of their dimensions. Areas are drawn as polygons on the map (Fig. 5).

- Viewpoints: A viewpoint includes two different elements, a large area of geological interest and an observatory from where this area may be viewed. However, typological representations of viewpoints consist of a point but are different from the point geosites, as they are observer points (Fig. 6a).

When representing the point of primary interest, we use different colors on the map. The classification by means of primary interest used is the one proposed by authors who have previously worked in the region (Fernández-Martínez and others 2009a, b and Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez 2010) and has seven different categories: mineralogical, petrological, stratigraphical (which includes sedimentological), paleontological, tectonic, geomorphological and hydrogeological.

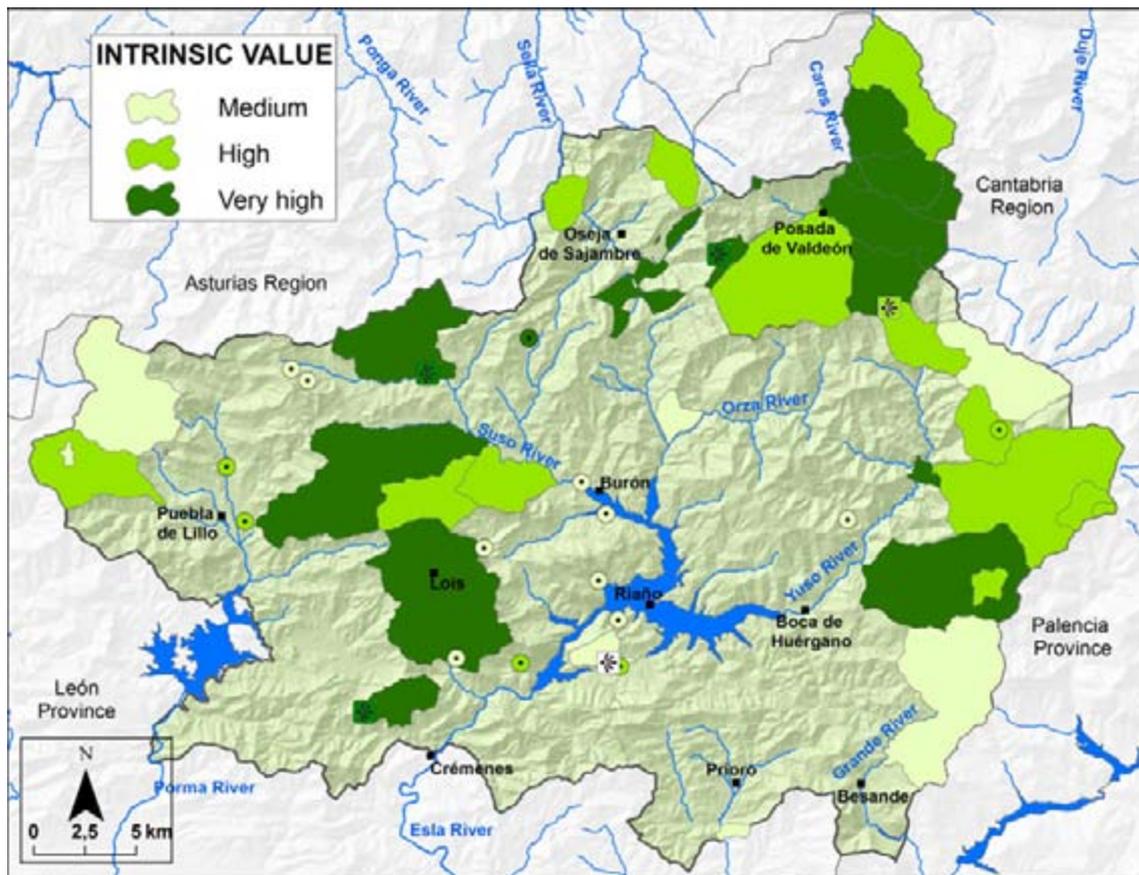
Concerning the geosite boundaries, charting is based on both the geological and the geomorphological maps. The information taken from these documents is different



**Fig. 8** Map of geosites showing their typology, primary interest and actual limits (Color figure online)

for every type of geosite. Some examples are detailed as follows:

- Some area geosites will be directly transferred from the geological or geomorphological maps to the geosite map. For example, in the petrological area Granodiorite at Peña Prieta (Fig. 7, number 47), the batholith mapped in the geological map constitutes the geosite. The geosite Olistoliths in Sajambre valley is also taken from the geological map (both the olistoliths and the detrital rocks outcrops in which they are included, Fig. 7 number 20).
- The geomorphological areas are delimited after the analysis of the distribution of the different elements inside them (represented in the geomorphological map). For example, in an area of interest due to its glacial morphology (for example, Isoba valley glacial morphology, Fig. 7, number 2), limits are marked taking into account the geomorphological landforms (moraines, terraces, lakes, etc.) but also the studies and publications, which establish the relationships between the glacial elements and determine the limits of the area affected by the same glacier or group of glaciers. This mapping methodology permits the separation of different geomorphosites in an area with much glacial evidence. In the case of geosites number 2 and 3, neighboring areas exhibit interesting glacial morphology and deposits but are different from one another. The two valleys have contrasted lithologies, and they were affected by different groups of glaciers with diverse characteristics (aspect, length, thickness, etc.)
- The stratigraphical sections are drawn along the outcrops, which constitute the locality (for example, the petrological section “Conglomerate gorge” in Llánaves de la Reina, Figs. 4a, b and 7, number 41) One criterion that was used in our mountain territory is the delimitation of such outcrops up to the summit line, which implies the change of aspect. In stratigraphical sequences with high scientific value, another criterion might be the additional protection of every outcrop in a perimeter around the section.
- Viewpoints: as previously stated, viewpoints are sites composed of two features: a point (the observatory) and an area (the one viewed from the observatory). The observatory should be processed as a point, and the area should be delimited as the view from the observatory (Fig. 6b, c).



**Fig. 9** Map of classes of intrinsic value. Sites are colored by means of their geological importance (Color figure online)

Combining the three different criteria explained above, (typology, primary interest and geosite boundaries), two different descriptive maps were created. As can be seen in Figs. 7 and 8, the first basic map (which includes typology and primary interest) is simpler and much clearer than the second (which also includes geosite limits). The difference between both maps lies in the existence of two typological classes (specifically, sections and viewpoints), which do not have a polygonal representation, i.e., whose spatial expression does not show the exact surface that constitutes the geosite. This information is obviously essential for precise geosite management. Therefore, boundaries of each geosite are defined and implemented in a new, second map that shows the actual dimensions and boundaries of all the localities.

The value of maintaining the first map when the second is more complete may be questioned. In that respect, we would like to argue that, as shown, information in the second map (Fig. 8) is not as easily legible as in the first one (Fig. 7). Moreover, we consider both maps interesting and worthy of development because they have different uses and fulfill different needs. The first map offers an overview of the geoheritage in the territory, showing the types of elements of which it is composed. Each typological class has a characteristic and distinguishable appearance. This

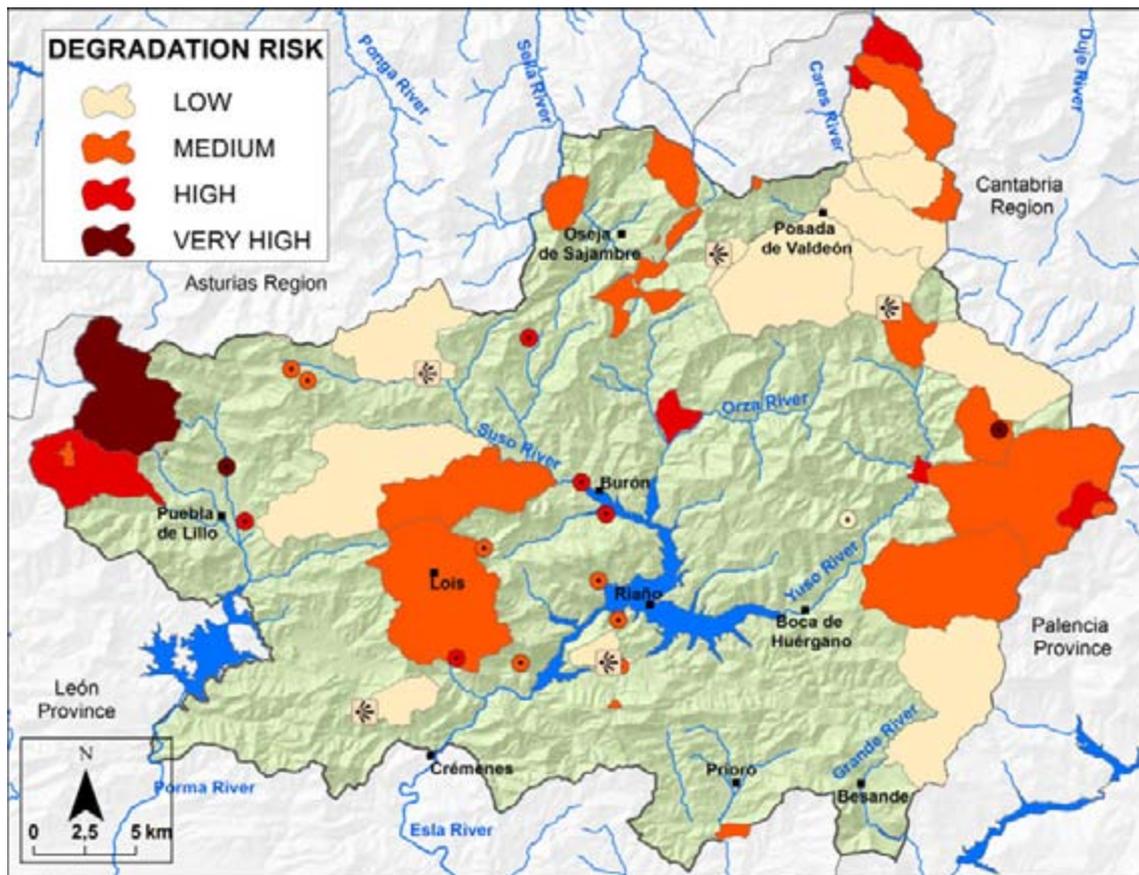
renders the map more easily interpretable and is very useful in a first approach to the geoheritage of a territory<sup>2</sup>. The second map is more complex and not so easily readable but contains the basic information needed for proper geoheritage management and for the derivation of interpretative maps directly related to it.

### Deriving Applied Maps

As mentioned above, these maps are interpretative and reflect different parameters with a direct application in management processes. They are developed using the second descriptive map (Fig. 8) as a base cartography and introducing over it some assessment parameters identified during the corresponding inventory stage.

According to Cendrero (1996a, b) and Carcavilla and others (2007), assessment parameters may be grouped into three different categories: intrinsic value, potential for use and degradation risk.

<sup>2</sup> It is important to remember that typology is a synthetic and integrated parameter; expressing its content in a graphic manner entails the inclusion of much information in a single map.



**Fig. 10** In this map, sites are scored in four ranking classes on the basis of their risk of degradation (Color figure online)

- Intrinsic value is what we could call geological importance. The variables measured in this section are representativeness, rarity, grade of relevance (from local to international), validity as model of the geological process/feature, diversity of geological processes and elements, conservation status, scientific value and aesthetic value.
- Potential for use refers to the relevance of the geosite for the different activities that could be developed around it as a heritage feature. Activities are restricted to three types, which are scientific, educational or tourist. The most appropriated use, observation conditions, accessibility, comprehension ease, dimensions, conservation status and potential for handicapped people are parameters considered at this stage.
- Degradation risk considers both external threats (vulnerability) and internal threats (fragility) and is complemented by the assessment of accessibility, dimensions, proximity to human settlements, public influx and present or potential threats.

Methodological principles for assessment follow the above mentioned works and also consider both the purpose described by García-Cortés and Carcavilla (2009) and the

reflections of Mansur and de Souza (2011). However, they are not detailed here, as they are far from the aim of this paper. The purpose of this section is to show how basic maps can be implemented to elaborate applied cartography through the consideration of the results obtained during the evaluation phase. Quantifying assessment confers a numerical label for different site parameters and permits the establishment of a hierarchical rank with the sites according to those parameters. Transferring this information permits the elaboration of several maps with diverse aims that are essential for obtaining the cartography needed for geoheritage management, in particular, and land planning, in general, for example, a map showing either most adequate uses for geoheritage, geotourist potential of the area, geosite priority for geoconservation or georeserves. Additionally, the main advantage of these maps is that they are easily interpreted by different staff members with various types of training (and usually with non-specific knowledge of geology) who take part in environmental management.

In this contribution, two examples of derived maps are presented: a map of geosite intrinsic value and a map of geosite degradation risk.

**Table 1** Legend of the maps in Figs. 7 and 8

	Geosite name	Typology	Main interest
1	Talc and pyrite at Puebla de Lillo	Area	Mineralogical
2	Isoba valley glacial morphology	Area	Geomorphological
3	Respina valley glacial morphology	Area	Geomorphological
4	Cofiñal thermal spring	Point	Hydrogeological
5	Erratic boulder at Redipollos	Point	Geomorphological
6	Remelende high plateau	Area	Geomorphological
7	Riosol and Las Señales Pass cinnabar deposits	Point	Mineralogical
8	Primajas and Pardaminos duplex viewpoint	Viewpoint	Tectonic
9	Ten peak glacial cirque viewpoint	Viewpoint	Geomorphological
10	Mampodre Massif	Area	Geomorphological
11	Cuadrada and La Cruz Peaks Massif	Area	Geomorphological
12	Ricacabiello formation stratotype	Section	Stratigraphical
13	Mercury at Lois	Point	Mineralogical
14	Salamón-Lois Carboniferous section	Section	Stratigraphical
15	Gold-uranium mineralizations at Salamón	Point	Mineralogical
16	Sinkhole at Polvoredó	Point	Palaeontological
17	Calcopyrite at Las Salas	Point	Mineralogical
18	El Beyo gorge	Section	Geomorphological
19	Glacial forms in Vegabaño	Area	Geomorphological
20	Calcareous olistoliths in Sajambre	Area	Tectonic
21	Vegacerneja formation stratotype	Section	Geomorphological
22	Fluorite at Burón	Point	Mineralogical
23	Antimonite at Burón	Point	Mineralogical
24	Antimonite at Riaño	Point	Mineralogical
25	Arsenopyrite at Puente Bachende	Point	Mineralogical
26	River capture at Cantoro Peak viewpoint	Viewpoint	Geomorphological
27	Igneous rocks at Horcadas	Point	Petrological
28	Dark gorge at Horcadas	Section	Geomorphological
29	Desfiladero de Las Conjas	Section	Geomorphological
30	Piedrashitas viewpoint	Viewpoint	Tectonic
31	Llos valley glaciokarst	Area	Geomorphological
32	Cares gorge	Section	Geomorphological
33	Dobresengos valley	Area	Geomorphological
34	La Sotín valley	Area	Geomorphological
35	Liordes depression	Area	Geomorphological
36	Cifuentes Peaks Massif (Friero-Pedavejo Peaks)	Area	Geomorphological
37	Glacial morphology in Cares river headwaters	Area	Geomorphological
38	Pandetrave viewpoint	Viewpoint	Geomorphological
39	Panda and Pandetrave formations stratotype	Section	Stratigraphical
40	Coriscao Massif	Area	Geomorphologic
41	Conglomerate gorge in Llánaves de la Reina	Section	Petrol. and Geom.
42	Sulphide spring at Llánaves de la Reina	Point	Hydrogeological
43	Lechada syncline and Lechada formation stratotype	Section	Tect. y Stratigrap.
44	Gold deposit at Guspiada valley	Point	Mineralogical
45	Boquerón de Bobias and Lechada and Naranco valleys	Area	Geomorphological
46	Glacial and periglacial morphology in Tres Provincias and Agujas de Cardaño area	Area	Geomorphological
47	Granodiorite at Peña Prieta	Area	Petrological
48	Periglacial morphology at La Rasa Peak	Area	Geomorphological

**Table 1** continued

	Geosite name	Typology	Main interest
49	Gustalapedra formation stratotype	Section	Stratigraphical
50	Murcia formation stratotype	Section	Stratigraphical
51	Grande river valley glacial morphology	Area	Geomorphological

List of geosites in Picos de Europa Regional Park and shown in the map of Figs. 7 and 8. Typology and primary interest are also indicated

- (1) Map of geosite intrinsic value (Fig. 9). In this map, geosites are arranged according to the value obtained when assessing the first group of variables. Sites are classified into three different groups: very high intrinsic value, high intrinsic value and medium intrinsic value (Table 2). Low intrinsic value is not used in this case because if a locality is included in the inventory, it is because it has some geological significance. In fact, from a possible maximum of 28 points in this section, there was no geosite with fewer than 16 points.

The map obtained establishes a hierarchy between the sites, separating those whose relevance is outstanding (very high intrinsic value) from the rest of geosites, which are also classified into two groups. Thus, this map is useful for establishing the priority for conservation, for the creation of georeserves and for the zoning of the protected area.

- (2) Map of geosite degradation risk (Fig. 10). In this map, geosites are organized into four classes using the notation obtained when evaluating the third collection of parameters: low degradation risk, medium degradation risk, high degradation risk and very high degradation risk (Table 3).

The map obtained shows which sites should be urgently protected (very high risk of degradation), which others are seriously threatened (high risk of degradation), which ones should be monitored and may require some correction or protection measures (medium risk of degradation) and those which are not gravely endangered (low risk of degradation).

## Discussion and Conclusions

The need for detailed cartography focused on supporting an efficient geoheritage control and land planning is well known and unanimously accepted, as many reports stress this fact, for example, those by Gallego and Baretino (1997); Carton and others (2005); Reynard and Panizza (2005); Coratza and Regolini-Bissig (2009) and Erhartič (2010). Although recently, mapping is capturing a higher level of attention in geoheritage research (see, for example, the compilation of papers edited by Regolini-Bissig and Reynard 2010), a specific methodology for geosite mapping is still lacking.

**Table 2** Categories of intrinsic value expressed in the map and the number of geosites included in each

Classes	Notation	Number of geosites
Medium	<20 points	17
High	21–24 points	20
Very high	25–28 points	14

**Table 3** Categories of degradation risk expressed in the map and the number of geosites included in each

Classes	Notation	Number of geosites
Low	8–11	13
Medium	12–15	26
High	16–19	9
Very high	20–24	3

In this paper, a methodological proposal for geoheritage cartography is presented. Our mapping was specifically planned and designed to provide a useful tool for geoheritage management. The main difference between the present proposal and some recent studies of geoheritage mapping, i.e., those by Erhartič (2010) and Regolini-Bissig (2010), is that we do not maintain the same units of geological or geomorphological maps. We develop specific geoheritage units based mainly on the concept of geosite typology (Fuertes-Gutiérrez and Fernández-Martínez 2010). These units are drawn from the basis of the geological and geomorphological maps, but they contain additional information concerning geoconservation and environmental management.

Maps representing typology units show several advantages:

- (1) Basic maps constitute a visual and useful tool, which offers integrated synthetic information. In addition, they provide an overview of the principal peculiarities of geoheritage in an area.
- (2) Derived maps are a good way to summarize the ranking obtained during the assessment stage as they show geosites classified according to diagnostic parameters for decision making in management.

- (3) Both types of maps are synthetic and clear. Hence, they are easily interpretable by the different specialists that take part in geoheritage management. This point is very important, as many protected areas do not have geoscientists in their staff.

The integration of geoheritage in processes of land planning and environmental management has yet to be accomplished. The proposed maps allow the inclusion of geoheritage in these processes. Mapping geoheritage is especially important in protected areas, as it is essential for the prescriptive zoning of the territory and for the processes of impact assessment. On the other hand, any specific measure directed to geoheritage, such as geoconservation or geotourism, would entail the review of the thematic (geological and geomorphological) maps.

Lastly, the final utilization of the maps presented here would depend on the principles established by the geoheritage conservation law. Unfortunately, neither the region of Castilla y León nor Picos de Europa Regional Park have yet developed specific regulations in this field. We can only hope that, in the near future, lawmakers will lend further support to the proposals and results obtained in the myriad of papers about geoconservation that exist today.

**Acknowledgments** We would like to thank Luis Carcavilla for being always willing to share his valuable point of view with us. Eduardo Alonso and Ángel Penas helped us at some important stages during the study. Thomas A. Beer and Antonio Infante made a helpful and careful review of the English manuscript. Comments from four external reviewers were constructive and helped to definitively improve the paper. This research was partially founded by both the GEPAGE research group from the University of León and the Environmental Council of Castilla y León.

## References

- Águeda J, Elízaga E, González Lastra JA, Palacio J, Sánchez de la Torre L, Suárez de Centi C, Valenzuela M (1985) Puntos de interés geológico de Asturias, Volumen I. Ministerio de Industria y Energía, IGME, Madrid
- Alexandrowicz Z (1993) Earth science conservation in Poland. *Earth Science Conservation* 33:7–9
- Alexandrowicz Z (1998) Representative geosites of Poland and their status of conservation. *Geologica Balcanica* 28(3–4): 37–42
- Alonso Herrero E (1987) Inventariación, análisis y evaluación integrada del medio natural en la comarca de Riaño (León). Unpublished PhD, University of Leon, Leon, p 618
- Alonso Herrero E, Gallego Valcarce E (1995) Puntos de interés geológico. In: Gallego Valcarce E, Alonso Herrero E, Penas Merino A (eds). Atlas del medio natural de la provincia de León. Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid, pp 94–95
- Bissig G (2008) Mapping geomorphosites: an analysis of geotourist maps. *Geoturystika* 3(14):3–12
- Brilha J (2005) Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage, Viseu
- Brocx M, Semeniuk V (2007) Geoheritage and geoconservation: history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society of Western Australia* 90:53–87
- Carcavilla L, López Martínez J, Durán Valsero JJ (2007) Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos. Cuadernos del Museo Geominero, IGME, Madrid
- Carcavilla L, Durán JJ, López-Martínez J (2008) Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico. *Geo-Temas* 10:1299–1303
- Carton A, Coratza P, Marchetti M (2005) Guidelines for geomorphological sites mapping: examples from Italy. *Geomorphologie: Relief, Processus, Environnement* 3:209–218
- Cendrero A (1980) Geología ambiental, bases doctrinales y metodológicas. Ponencias de la I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, Santander, pp 1–62
- Cendrero A (1990) La cartografía medioambiental. *Geoambiental mapping: a review*. IV Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio, pp 23–52
- Cendrero A (1996a) El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. In: El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp 17–27
- Cendrero A (1996b) Propuestas sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. In: El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización. Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Madrid, pp 29–38
- Cendrero A, Díaz de Terán JR (1987) The environmental map system of the University of Cantabria, Spain. In: Arndt P, Lüttig G (eds). Mineral resources extraction, environmental protection and land-use planning in the industrial and developing countries. E. Scheizerbat Verlag, Stuttgart, pp 149–181
- Coratza P, Regolini-Bissig G (2009) Methods for mapping geomorphosites. In: Reynard E, Coratza P, Regolini-Bissig G (eds). *Geomorphosites*. Pfeil, München, pp 89–103
- de Lima FF, Brilha JB, Salamuni E (2010) Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage* 2:91–99
- Dingwall P, Weighell T, Badman T (2005) Geological world heritage: a global framework. A contribution to the global theme study of the World Heritage natural sites, Protected Area Programme, IUCN, pp 51
- Duque LC, Elízaga E, Vidal Romaní JR (1983) Puntos de interés geológico de Galicia. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid
- Elízaga E (1988) Cultural resources. *Environmental geology, Instituto Tecnológico Geominero de España, Madrid*, pp 85–100
- Elízaga E, Palacio J, González Lastra JA, Sánchez de la Torre L (1983) Inventario nacional de los puntos de interés geológico del sector Occidental de la Cordillera Cantábrica (vertiente meridional). Unpublished report. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp 650
- Erhartič B (2010) Conserving geoheritage in Slovenia through geomorphosite mapping. In: Regolini-Bissig G, Reynard E (eds). *Mapping geoheritage*, vol 35. Geovisions, Canberra, pp 47–63
- Fernández-Martínez E, Alonso Herrero E, Matías R, Domingo JM (1998) Puntos de interés geoducativo de la provincia de León. Author edition, Salamanca, pp 166
- Fernández-Martínez E, Fuertes-Gutiérrez I, Redondo Vega JM, Alonso Herrero E, Cortizo Álvarez J, Santos González J, Gómez Villar A, Herrero Hernández A and González Gutiérrez RB

- (2009a) Lugares de Interés Geológico. León. DVD published by Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León
- Fernández-Martínez E, Fuertes-Gutiérrez I, Redondo Vega JM, Alonso Herrero E, Cortizo Álvarez J, Santos González J, Gómez Villar A, Herrero Hernández A and González Gutiérrez RB (2009b) Lugares de Interés Geológico. Palencia. DVD published by Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León
- Fuertes-Gutiérrez I, Fernández-Martínez E (2010) Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. *Geoheritage* 2:57–75
- Gallego E, Barettoni D (1997) El patrimonio geológico en el Plan Nacional de Cartografía Temática Ambiental (PNCTA). *Zubia* 15:73–80
- García-Cortés A, Carcavilla L (2009) Propuesta para la actualización metodológica del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Available at: <http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V12.pdf>. Accessed 19 Jul 2011
- Gonggrijp GP (1997) Geotope motivation and selection: a way of objectifying the subjective. In Marinos PG and others (ed) *Engineering geology and the environment*, vol 3. Balkema, Rotterdam, pp 2949–2954
- González Trueba JJ (2006) El macizo Central de los Picos de Europa: geomorfología y sus implicaciones geocológicas en la alta Montaña Cantábrica. PhD, University of Cantabria. Available at <http://www.tesisenred.net/TDR-0327197-134858>, pp 819
- Gray M (2004) *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester
- Joyce BE (2010) Australia's geoheritage: history of study, A new inventory of eosites and applications to geotourism and geoparks. *Geoheritage* 2:39–56
- Kozłowskyi S (2004) Geodiversity. *Przegląd Geologiczny* 52(8/2):833–837
- Leman MS, Reedman A, Pei CS (eds) (2008) *Geoheritage of east and southeast Asia*. Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia, Semenyih
- Lüttig G (1979) Geoscientific maps as a basis for land-use planning. *Geologiska a Föreningens i Stockholm* 101:65–69
- Mansur KL, de Souza CI (2011) Characterization and valuation of the geological heritage indentified in the Peó Dune Field, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Geoheritage* 3:97–115
- Panizza M (2001) Geomorphosites: concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin* 46:4–6
- Regolini-Bissig G (2010) Mapping geoheritage for interpretive purpose: definition and multidisciplinary approach. In: Regolini-Bissig G, Reynard E (eds) *Mapping geoheritage*. Geovisions, Canberra, pp 1–13
- Regolini-Bissig G, Reynard E (eds) (2010). *Mapping geoheritage*, vol 35. Institut de géographie, Lausanne, Géovisions, pp 135
- Reynard E, Panizza M (2005) Geomorphosites: definition, assessment and mapping. An introduction. *Géomorphologie: Relief, Processus, Environment* 3:177–180
- Sánchez Díaz J, Ríos Jordana C, Pérez-Chacón Espino E, Suárez Rodríguez C (1995) *Cartografía del potencial del medio natural de la isla de Gran Canaria*. Universitat de Valencia and Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Cabildo Insular de Gran Canaria, Canaria
- Sharples C (2002) *Concepts and principles of geoconservation*. Version 3. Tasmanian parks and wildlife service. Available at: [http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf). Accessed 15 Feb 2010
- Vdovets MS, Silantiev VV, Mozzherin VV (2010) A national Geopark in the Republic of Tatarstan (Russia): a feasibility study. *Geoheritage* 2:25–37
- Wimbledon WAP (1996a) Geosites: a new conservation initiative. *Episodes* 19–3:87–88
- Wimbledon WAP (1996b) National site selection, a stop on the road to a European geosite list. *Geologica Balcanica* 26–1:15–28
- Wimbledon WAP, Benton MJ, Bevins RE, Black GP, Bridgland DR, Cleal CJ, Cooper RG, May VJ (1995) The Development of a methodology for the selection of British geological sites for geoconservation: Part 1. *Modern Geology* 20:159–202

FUERTES-GUTIÉRREZ, I., ALONSO HERRERO, E. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E.  
INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL PARQUE REGIONAL PICOS  
DE EUROPA



---

## 2.2.4. INVENTARIO DE LIG DEL PARQUE REGIONAL PICOS DE EUROPA

### I. Área compleja **Cuenca alta del río Porma**

Lo más destacable de esta zona son las mineralizaciones de talco. A pesar de que existen varios yacimientos dispersos por la zona, el LIG que hace referencia a este rasgo se centra en las minas subterráneas de San Andrés, explotadas desde 1925 a 1993.

Otro aspecto importante de la geología de la Cuenca alta del río Porma son las numerosas formas de erosión y depósito que evidencian la importancia de las glaciaciones en la Cuenca alta del río Porma; ningún estudio ha abordado este tema con una profundidad que permita reconstruir la dinámica acontecida. No obstante, y tomando como base los restos constatados por diversos autores, se comentan en este apartado algunos de los aspectos geomorfológicos más relevantes. Así se han definido los LIG siguientes: Área de interés geomorfológico Valle del Arroyo de Isoba, Punto de interés geomorfológico Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos, Área de interés geomorfológico Valle de Respina y Área de interés geomorfológico del Páramo de Remelende.

Otro aspecto característico de este valle son los numerosos afloramientos de cuarcita ordovícica existentes en él y las dimensiones importantes de los mismos. Éstos presentan un interés doble: estratigráfico y geomorfológico. En la Sección de interés geomorfológico Relieve cuarcítico de La Cabrera se observan ambos tipos de interés.

Por último, cabe comentar la necesidad de realizar un estudio específico sobre el glaciario cuaternario en esta área compleja. Es importante tener en cuenta que, además de los LIG descritos y analizados, en su perímetro se engloban otros rasgos que hasta el momento no han sido interpretados. Es el caso de los valles del Pinzón y de Tronisco. Ambos presentan una cabecera pequeña y un recorrido corto (algo menos de 4 km el Arroyo del Pinzón y algo más de 3,5 km el de Tronisco) y no se conocen evidencias de que hayan recibido aportes por transfluencia de los glaciares circundantes. Estas características podrían explicar la ausencia en estos valles de depósitos glaciares de gran entidad como los que aparecen en el resto de la Cuenca Alta del Porma. No obstante, el fondo de la parte alta de los dos está tapizado de sedimentos de origen fluvio-glaciar y en la cabecera de los dos valles existen determinadas formas cuyo origen sería interesante aclarar, como Las Lagunillas en el Arroyo del Pinzón y el Lago de Tronisco.

1. Área de interés mineralógico *Talco y piritas de Lillo*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Mina de San Andrés
Acceso	La Mina de de San Andrés se encuentra 5 km al noroeste de Puebla de Lillo por la carretera comarcal LE-332, con dirección Isoba y Estación de Esquí de San Isidro.
Accesibilidad y tiempo	Desde Puebla de Lillo, se tardan unos 5 minutos en coche. Luego, el paseo por la pista hasta las bocaminas y las antiguas instalaciones lleva unos 10 minutos.

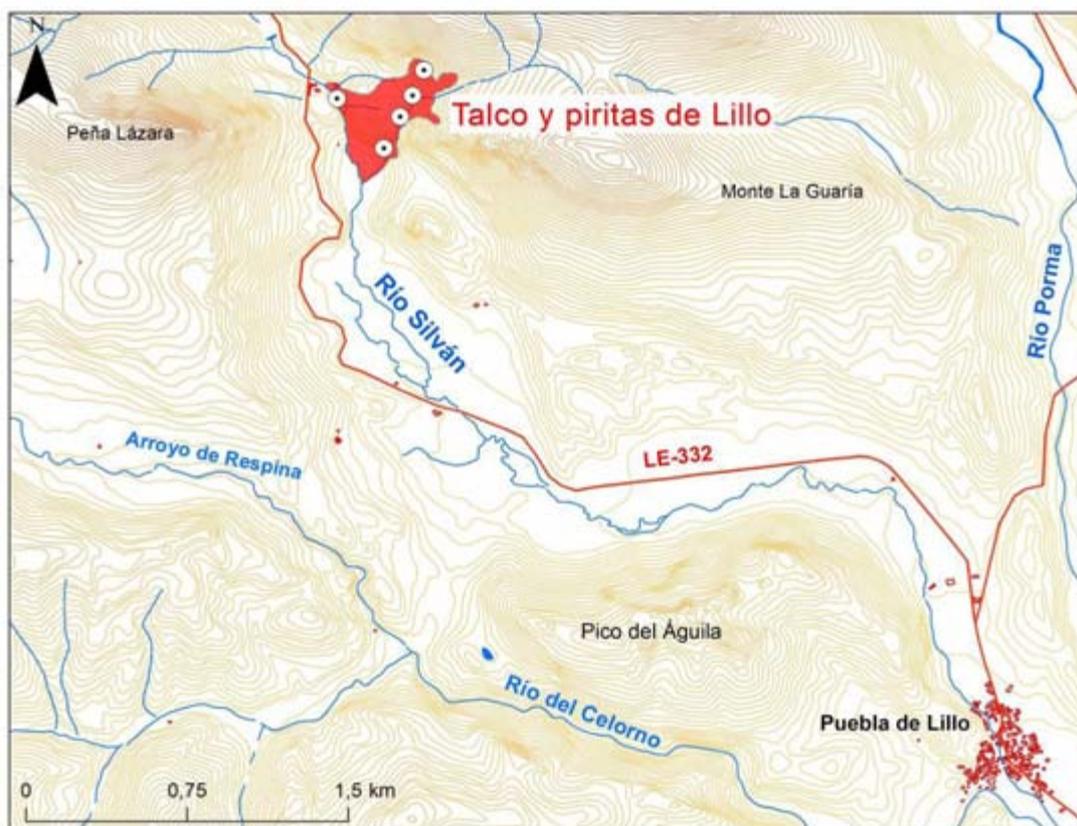


Fig. 2.13: Mapa de localización de la Mina de San Andrés. Sobre el área se indica la ubicación de las escombreras con puntos blancos.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad Cámbrico superior y Ordovícico Inferior - ?Superior y 2) de edad Carbonífero (Viseense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter mixto. Las mineralizaciones aparecen en el contacto de calizas con cuarcitas, lutitas y areniscas.
Formación/es implicada/s	Barrios, Alba, Valdeteja, Barcaliente y Ricacabiello
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Dolomitización y posterior talcificación de las calizas de la Formación Barcaliente asociada a fallas de grandes dimensiones generadas por el plegamiento varisco.
Edad del proceso	Tardivarisca
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Regular. Se ha sondeado y extraído la mayor parte del mineral.
Afloramiento	Malo. Las escombreras se encuentran en proceso de colonización por parte de la vegetación, los edificios antiguos de la mina están en ruinas y todo el material que permanece aún allí se encuentra abandonado.
Riesgo de degradación	El olvido al que se ven sometidos los restos e instalaciones de la mina ha provocado su degradación y destrozo.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno

Evolución previsible	Las escombreras se cubrirán de vegetación y los restos de los edificios de la mina acabarán por derruirse.
Infraestructuras	Instalaciones mineras abandonadas. En los alrededores de la mina hay un albergue-restaurante. En Puebla de Lillo hay diversos establecimientos de hostelería, además de dos de las Casas del Parque Regional Picos de Europa.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

El talco es el filosilicato de magnesio hidratado  $[Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2]$ . Se caracteriza por su dureza muy baja, su estructura laminar y por ser un mineral estable, oleófilo e hidrófobo. Estas propiedades le confieren multitud de aplicaciones, de ahí que se utilice como materia prima en las industrias del papel, la pintura, el caucho, cosmética, en la manufactura de diversos polímeros para las fábricas de automóviles, electrodomésticos o embalajes, e incluso en las industrias farmacéutica y alimentaria.

El proceso de formación del talco ocurre en el contacto entre las cuarcitas ordovícicas de la Formación Barrios y las calizas carboníferas de las Formaciones Alba, Barcaliente y Valdeteja. La orogenia Varisca generó múltiples fallas y fracturas en estas rocas, que se vieron especialmente afectadas durante las fases distensivas. Por otra parte, las litologías de carácter carbonatado sufren karstificación, la cual se intensifica en las líneas de debilidad de los afloramientos rocosos. A su vez, en las mismas fracturas se recibían aportes de magnesio cuyo origen se encuentra aún poco estudiado, aunque es probable que procedan de fluidos que ascendían desde la parte superior del manto. La conjugación de ambos procesos (karstificación y enriquecimiento en magnesio) provoca la dolomitización de las calizas. En el contacto entre estas dolomías (fuente de magnesio) y las cuarcitas (fuente de silicio) se origina el talco y se encuentran por tanto los bolsones de mineral.

Otra de las características que aumenta el valor mineralógico de este LIG es el hallazgo en la misma de excelentes ejemplares de piritita cristalizada acompañando al talco. De hecho, un cristal octaédrico de piritita de 6 cm de arista encontrado en los años 70 en la Mina de San Andrés figura entre las Especies Notables Españolas (IGME, 1979), catalogado a su vez como uno de los mejores ejemplares mundiales por su brillo y tamaño.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Esta descripción toma como punto de partida la publicada en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), que fue realizada por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS MINERALÓGICO							
TALCO Y PIRITAS DE LILLO							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Internacional					5
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (talcificación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1				
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>19/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Deficientes*	1			×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y sencillo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> y 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Alterado**			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>18/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y sencillo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	En las proximidades de una carretera secundaria.			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 37/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Las condiciones de observación son muy malas en la actualidad, pero su mejora es sencilla y no implica una obra de gran envergadura. Se trata de un sitio muy interesante y adecuado (pues ya dispone de accesos y antiguas instalaciones) para acercar a los visitantes del Parque Regional al conocimiento a su patrimonio mineralógico y al tipo de minería que allí se ha desarrollado.							
**A pesar de que el rasgo está muy alterado porque se ha extraído gran parte del mineral, hay una infraestructura de partida que se conserva (las instalaciones, accesos, galerías...) y aún se encuentra en un estado que permite su restauración y adecuación para visitas.							

## 2. Área de interés geológico Morfología glaciar del valle del Arroyo de Isoba

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Valle de Isoba, Peña Agujas, Pico del Ausente, Loma de Fonfría, Lago de Isoba, Lago del Ausente
Acceso	El Lago de Isoba se encuentra en la carretera que discurre entre Puebla de Lillo e Isoba (LE-332), aproximadamente 1,5 km antes de llegar a esta localidad.
Accesibilidad y tiempo	Desde Puebla de Lillo hasta el Lago de Isoba se tardan 15 minutos en coche. Para acceder a las Lagunas de Vega Fonda, el acceso se hace por una pista que sale desde Isoba. Se tardan unos 45 minutos. Para llegar a la Loma del Fonfría y al Lago del Ausente, el camino más corto es desde el Puerto de San Isidro. El camino lleva unas dos horas hasta la Loma de Fonfría y media hora más hasta el Lago del Ausente.



Fig. 2.14.: Mapa del área de interés geomorfológico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad Cámbrico medio - superior a Ordovícico Inferior - Superior y 2) de edad Carbonífero (en concreto Viseense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (areniscas, cuarcitas y lutitas) y calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Oville, Barrios, Alba, Barcaliente, Beleño y Ricacabiello

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Malo. La proximidad del Lago de Isoba a la carretera motiva un uso turístico no controlado. A su vez, se han producido trabajos de desbroce en la turbera de Fonfría que han supuesto la eliminación del piornal que la rodeaba, de manera que ahora es accesible desde la ruta hacia el Lago Ausente y además, está siendo pastada por el ganado.
Riesgo de degradación	Desecación de la turbera de Fonfría y degradación de la misma por pisoteo del ganado.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico-deportivo (montañismo; en los alrededores se encuentra la estación de Esquí de San Isidro y la ruta al Lago Ausente).
Evolución previsible	Si no se controlan los usos en esta zona, éstos modificarán irreversiblemente los rasgos de interés.
Infraestructuras	En Puebla de Lillo e Isoba se encuentran establecimientos de hostelería variados.
Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
En primer lugar cabe destacar que las formas glaciares de este territorio fueron ya analizadas por STICKEL (1929) en uno de los primeros estudios sobre glaciarismo	

realizados en la Cordillera Cantábrica.

En la cara norte y noroeste de la cordal Peña Agujas (2141 m) - Peña el Ausente (2046 m) pueden distinguirse las cicatrices dejadas por dos aparatos glaciares. El primero de ellos es el glaciar de Isoba, cuyas huellas son las más importantes del Alto Porma. El segundo de ellos, en el valle del río Silván, tenía su cabecera en el circo del Pico del Ausente y descendía por el valle con dirección este.

El glaciar de Isoba bajaba, desde los circos de Peña Agujas y Pico Toneo, por el arroyo de Cebolledo al río Isoba y se alimentaba de otros menores (ALONSO HERRERO, 2002). No obstante, toda la cabecera del Arroyo de Isoba se encuentra fuera de los límites del Parque Regional, debido a que en ella se ubican los remotes de la estación de esquí de San Isidro. Las obras para el acondicionamiento de las instalaciones deportivas afectaron de forma irreversible al circo de Cebolledo, desdibujando su morfología y la de otros elementos asociados, como las morrenas que lo cerraban y un glaciar rocoso que se alojaba en su interior.

Aguas abajo de esta área y dentro ya del perímetro del territorio de estudio se encuentran otros elementos relacionados con este glaciar. Una forma llamativa dentro de este valle es el lago de Isoba. El lago se ubica en una cubeta de fondo plano donde contactan las lutitas de la Formación Beleño con las calizas de la Formación Barcaliente. STICKEL (1929) explica esta depresión como el lugar donde se produce una difluencia desde el glaciar de Isoba hacia el sur, es decir, hacia el glaciar de Silván. Éste presentaría una entidad menor y su potencia se incrementaría gracias a los aportes del glaciar de Isoba a la altura del lago.

En cuanto al glaciar de Silván, en la cabecera de dicho valle (cara noreste del Pico del Ausente) se reconocen las huellas de por lo menos tres umbrales escalonados (DE LLERENA *apud* STICKEL, 1929). El primero de los escalones presenta unas dimensiones reducidas, mientras que por debajo de él se ubica una cubeta de sobreexcavación de forma semicircular cerrada por una morrena frontal. En el fondo de dicha cubeta se aloja el Lago del Ausente. A continuación se encuentra una tercera cubeta de menor tamaño delimitada por un muro de bloques erráticos, que según la interpretación de STICKEL (1929) es la morrena de retroceso más elevada de un glaciar colgado. De acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), en los alrededores y proximidades de esta cubeta el glaciar ha formado una superficie amplia, ligeramente alomada. En ella se observan multitud de bloques erráticos de cuarcita y zonas de sobreexcavación glaciar. Algunas de ellas albergan lagunillas hoy en día prácticamente colmatadas, como las lagunas de Vega Fonda, o turberas como la de Fonfría. En concreto, este depósito ha sido incluido dentro del catálogo de LIG de la provincia (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a), pues en esta turbera se han realizado sondeos geoelectrónicos, mecánicos y para estudios paleopolinológicos (MATÍAS RODRÍGUEZ Y OTROS, 2001) y de acuerdo con GARCÍA-ROVÉS Y FOMBELLA BLANCO (2009), la información paleoambiental que se puede inferir del registro polínico de Fonfría es de

gran trascendencia para comprender la dinámica de los bosques desde la última glaciación hasta la actualidad.

Adicionalmente, justo debajo del Pico del Ausente y también en su cara oeste se encuentra un rosario de glaciares rocosos lobulados, restos de la dinámica periglacial acontecida tras la deglaciación.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO MORFOLOGÍA GLACIAR DEL VALLE DEL ARROYO DE ISOBA							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
		Representatividad	Muy representativo			3	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varios elementos derivados del mismo			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
	<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>22/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico y científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Buenas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Al Lago de Isoba se accede en coche y a Fonfría y al Lago Ausente por un paseo largo y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
	<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Al Lago de Isoba se accede en coche y a Fonfría y al Lago Ausente por un paseo largo y cómodo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en un enclave con afluencia de público				4	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con posibilidades de desarrollo*			3		
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Alta					5
	Fragilidad (1-5)	Alta**					5
	<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>22/35</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 45/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 22/35</b>							
COMENTARIOS:							
*La proximidad a la estación de esquí entraña ciertas amenazas como posibles ampliaciones o urbanizaciones que podrían deteriorar el patrimonio geológico. **Las turberas y lagunas son elementos frágiles							

3. Área de interés geomorfológico *Morfología glaciar del valle de Respina*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Valle de Iyarga o de Respina, Agujas de la Cuerna, Laguna de Respina
Acceso	Al valle de Respina se accede desde la carretera LE-332 (Puebla de Lillo-San Isidro), por una pista que sale a la izquierda a unos 2,5 km de Puebla de Lillo. Dicha pista conduce a la Mina de Respina. Tras unos 6 km de tránsito por la misma se llega a la explotación. El LIG se encuentra unos 700 m después. Para acceder al glaciar rocoso de Agujas de la Cuerna no existe senda y se trata de una zona de montaña, por lo que el acceso es complicado y recomendable sólo para personas preparadas.
Accesibilidad y tiempo	La pista hasta el LIG se encuentra en muy buen estado, pero el tránsito con vehículo por ella requiere los permisos pertinentes del Parque Regional.

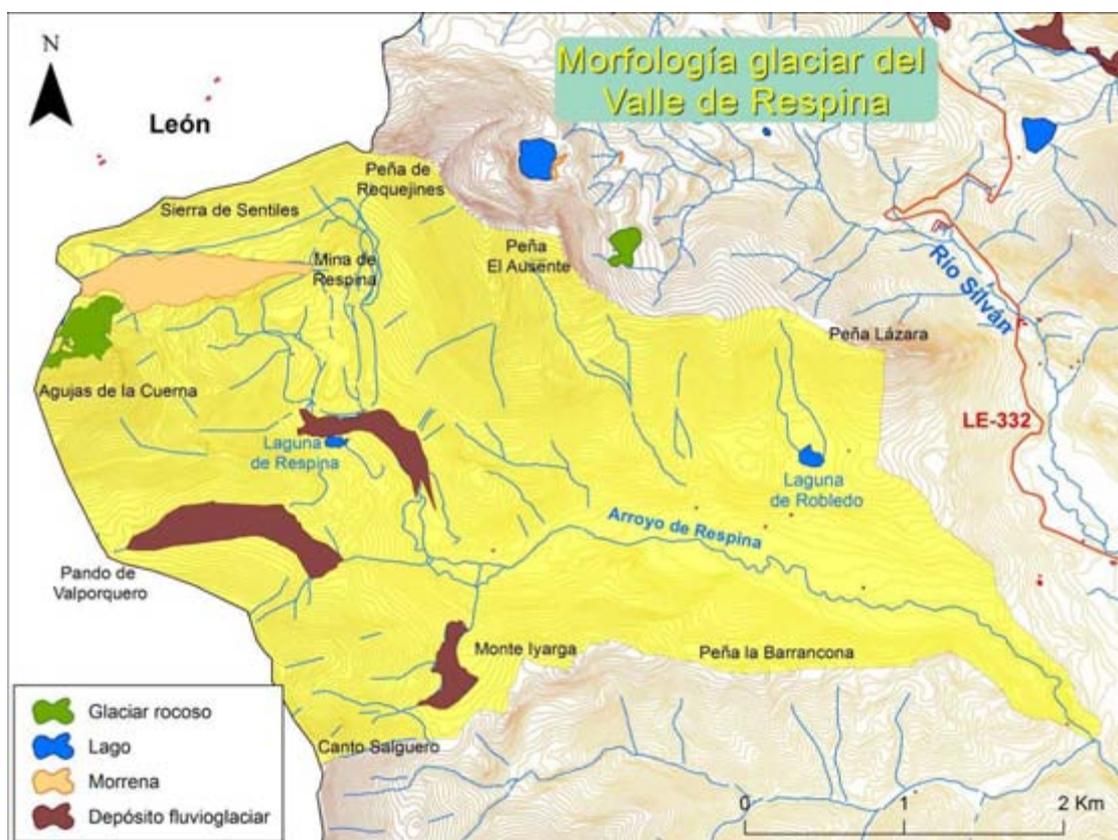


Figura 2.15: Mapa del LIG

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad entre Cámbrico medio-superior y Ordovícico Inferior-¿Superior y 2) de edad Carbonífero (Serpukhoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (areniscas, lutitas, limolitas, cuarcitas) y calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Oville, Barrios y Barcaliente
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Regular. Aunque el LIG en sí está bien conservado, la Mina de Respina implica una degradación paisajística importante.
Riesgo de degradación	En la actualidad la explotación minera ha cesado por lo que no supone un riesgo de degradación. La proximidad a la estación de esquí sí puede entrañar perturbaciones, en particular en caso de ampliaciones de las pistas o urbanización.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno

Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Puebla de Lillo e Isoba existen establecimientos de hostelería de todo tipo.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

El arroyo de Respina recoge las aguas de la cara suroeste del Pico del Ausente, la cara de solana de la Sierra de los Sentiles y la cara este y noreste de las Agujas de Cuerna. En esta última zona se produjo una importante acumulación de hielo durante las glaciaciones del Pleistoceno. Ello ha dejado restos de formas erosivas y de depósito, algunas de ellas en muy buen estado de conservación. Sin embargo, la cabecera del valle se encuentra ligeramente alterada debido a que los remontes de la estación de esquí de San Isidro llegan hasta el collado que lo cierra por el oeste. Las obras de acondicionamiento han supuesto la modificación de la morfología original y la degradación de las lagunas de origen glaciario que se encontraban próximas. No obstante, se encuentran algunos restos de depósitos glaciares. De acuerdo con FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), uno de los más interesantes se localiza unos 3 km aguas abajo de la zona de acumulación, donde el curso principal recibe las aguas de otro pequeño arroyo procedente del Collado de Valporquero. En las proximidades de la confluencia entre ambos valles aparece una morrena lateral depositada por la lengua de hielo que bajaba por el valle principal. Esta morrena cerró e imposibilitó el drenaje de parte de la cuenca del afluente, en concreto del área este del afloramiento de calizas situado en la cara sur de las Aguas de la Cuerna. Así, entre el depósito morrénico y la ladera calcárea se formó una depresión cerrada, donde se originó una laguna. En la actualidad esta laguna se encuentra en proceso de colmatación por sedimentos. La morrena se encuentra 130 m por encima del fondo de valle actual, lo cual indica que la lengua de hielo instalada en el valle tuvo como mínimo ese espesor.

Aguas abajo de estos depósitos, en un afluente por la margen izquierda del arroyo de Respina se encuentra una depresión ocupada por otra laguna conocida como la laguna de Robledo. Su origen no ha sido estudiado, pero se encuentra en el contacto entre materiales de naturaleza calcárea y silíceo, por lo que puede estar relacionado con este hecho, dado que este arroyo no presenta una cabecera que permita tal acumulación de hielo y en ausencia de estudios detallados, no se detectan evidencias de aportes desde la zona de Isoba.

Por otra parte, en la fase de retirada de los glaciares, la descompresión asociada a la misma y la intensa dinámica hielo-deshielo originó varios glaciares rocosos en la vertiente norte de las Agujas de la Cuerna, dos de los cuales se ubican dentro del perímetro del Parque Regional Picos de Europa.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO						
VALLE DE RESPINA						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	× ×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	× ×
	Importancia (1-5)	Regional			3	
	Validez como modelo	Muy válido			3	× ×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varias formas derivadas de los mismos			3	× ×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Valor estético o paisajístico	Medio**		2		× ×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico			3	× ×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	× ×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo (laguna) / largo y complicado (glaciar rocoso)				4
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	× ×
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha				5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida (laguna)		2		× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>25/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo (laguna) / largo y complicado (glaciar rocoso)				4
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha	1			
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	En las cercanías de una pista o camino		2		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con posibilidades de desarrollo***			3	
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3	
	Fragilidad (1-5)	Media			3	
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>16/35</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 49/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 16/35</b>						
COMENTARIOS:						
*La laguna de Isoba es consecuencia de un proceso común, ligado a la existencia de glaciares, pero destaca su buen estado de conservación actual. Muchas de las lagunas que presentan el mismo origen se han colmatado, y lo						

que se observa son los depósitos de tipo ritmitas glaciolacustres, o bien la parte de la morrena que cerraba el drenaje del valle ha sido desmantelada por la acción fluvial

\*\*La explotación a cielo abierto y las infraestructuras relacionadas con la estación de esquí disminuyen significativamente el valor estético del valle.

\*\*\*Se encuentra en la zona de influencia de la explotación a cielo abierto de talco de Respina (actualmente inactiva) y de la estación de esquí de San Isidro.

4. Área de interés geomorfológico *Páramo de Remelende*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Páramo de Remelende, Sierra o Llanón de Margayo
Acceso	El Páramo de Remelende se encuentra próximo al Puerto de Tarna, al noroeste del mismo. Para subir a él no existe senda ni camino, por lo que aunque no supone mucho desnivel, la ruta es complicada y sólo recomendable para personas preparadas para ascensiones de montaña.
Accesibilidad y tiempo	Desde el Puerto de Tarna hasta el Páramo de Remelende se tardan unas dos horas caminando.

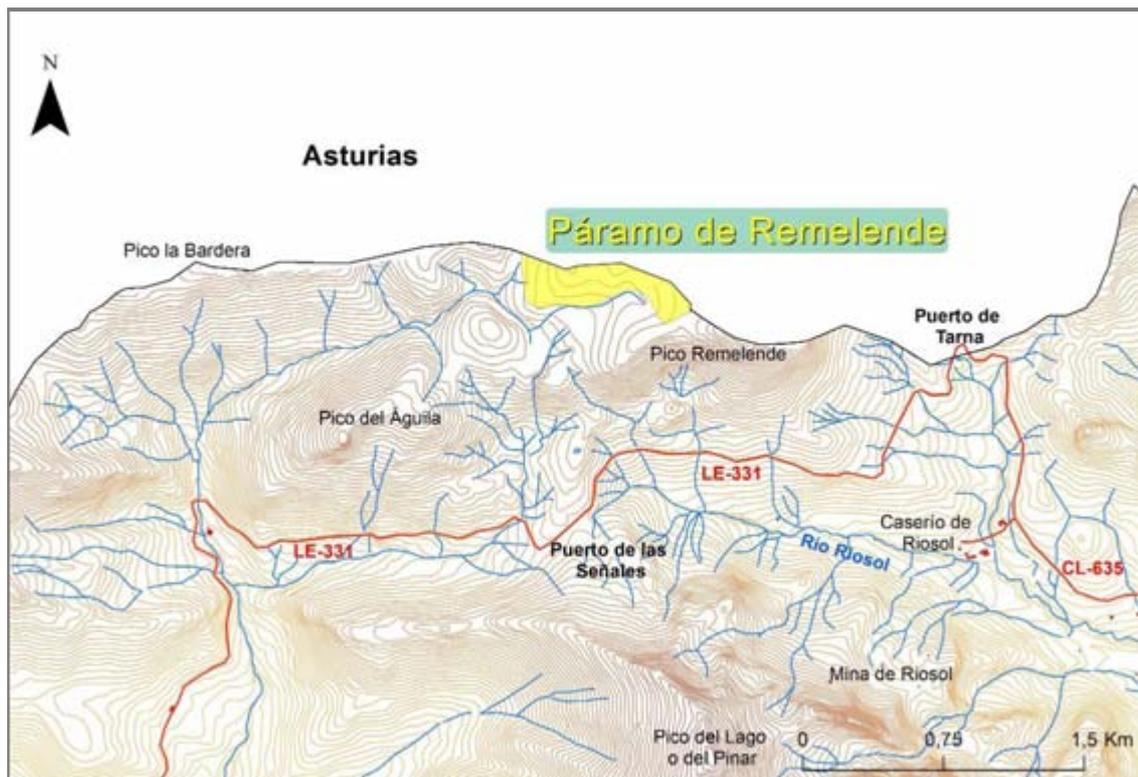


Fig. 2.16: Ubicación del Páramo de Remelende

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Ordovícico Inferior - ?Superior
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (cuarcitas)
Formación/es implicada/s	Barrios
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG.</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna. En el Puerto de Tarna existe un bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

El Páramo de Remelende o Llanón de Margayo se encuentra en la vertiente sur de la cordal que discurre entre los picos denominados Picota de las Hazas y Remelende. El glaciario en la vertiente norte de esta sierra ha sido estudiado en detalle por JIMÉNEZ SÁNCHEZ (1996), pero la vertiente sur, como el resto de la cuenca alta del río Porma, aún no ha sido objeto de una investigación exhaustiva en este campo.

El rasgo más llamativo de este LIG es la existencia de una superficie muy plana esculpida sobre las cuarcitas de la Formación Barrios. De hecho, los topónimos locales de páramo o llanón hacen referencia a esta característica. De acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), es posible que esta superficie sea herencia de un relieve precuatnario. El pulido que presentan unos materiales tan duros como las cuarcitas, apunta a que en este paleorrelieve se instalaría un gran campo de hielo o *icefield*, desde el que se derramaban lenguas glaciares por sus contornos sur y norte. La lengua meridional alimentaría el glaciar de Isoba en la confluencia de éste con el río Porma. En este punto existe un afloramiento de calizas de la Formación Barcaliente de dimensiones importantes, completamente rodeado de sedimentos de origen fluvial. De acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), su tamaño y, sobre todo, su posición relativa con las estructuras hacen pensar en un posible gran bloque errático.

La peculiaridad del Páramo Remelende reside por tanto en su morfología, pues el glaciario acontecido en la Cordillera Cantábrica ha sido mayoritariamente de tipo alpino o de circo, por lo que apenas se encuentran en ella evidencias de existencia de campos de hielo como el que posiblemente originó este relieve.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
PÁRAMO DE REMELENDE							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	No representativo*	1			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y una forma derivada del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>20/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado		2			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno	1				
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No es accesible para personas con movilidad reducida					×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>14/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado		2			
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	En las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica	Nula					
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>8/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 34/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 8 /35</b>							
COMENTARIOS:							
*En esta área el glaciarismo es de tipo alpino y de circo. Así, el glaciar de cobertera o <i>icefield</i> del Páramo de Remelende sería un caso especial dentro de la misma.							

5. Punto de interés hidrogeológico *Calda de Cofiñal*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Calda
Acceso	Se accede desde Cofiñal por un camino que sale a la izquierda al principio del pueblo si se llega desde el sur.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan unos cinco minutos caminando desde Cofiñal.



Fig. 2.17: Localización del punto de interés hidrogeológico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Cuaternario (el fondo de valle se encuentra tapizado de sedimentos cuaternarios que tapizan los materiales infrayacentes de edad Paleozoico)
Litología	Sedimentos fluviales
Formación/es implicada/s	-
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Surgencia hidrotermal. La diversidad de iones minerales que contiene y la temperatura indican que es probable que se trate de una surgencia de aguas profundas.
Edad del proceso	Se desconoce cuándo acontece su inicio pero el proceso sigue activo actualmente.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Malo. Es difícil de localizar si no se conoce previamente, pues ni siquiera está acondicionada con un grifo.
Riesgo de degradación	No se detecta ningún riesgo de degradación. No obstante, el hecho de que la titularidad del terreno donde se encuentran La Calda sea privada, implica la posibilidad de que el LIG sea modificado.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En Cofiñal hay diversos establecimientos de hostelería (camping, bar, restaurante...)
Material de apoyo	Existe un cartel de madera que indica la existencia de la fuente.

### DESCRIPCIÓN

MADOZ (1845-1850) ya recoge la existencia de esta fuente:

... a 200 pasos de la vertiente existe una fuente termal llamada la Calda, tiene 18° C de calor y no le faltan excelentes virtudes medicinales según el parecer y experimentos de varios facultativos: pero se halla en completo abandono, siendo una desgracia para la humanidad doliente que no se verifique el correspondiente análisis y se dejen de establecerse unos baños con las comodidades y buen régimen necesario.

En la actualidad esta surgencia se encuentra en el mismo estado de abandono que describe MADOZ y nunca ha sido utilizada con fines medicinales. La fuente se encuentra en el fondo de valle, en un prado de propiedad privada. Esta zona se halla tapizada por sedimentos fluviales, por lo que resulta difícil determinar los sustratos geológicos a los que está asociada. Así, mientras GÓMEZ Y OTROS (1992) la relacionan con un contacto fallado entre pizarras y cuarcitas, en el estudio de SIEMCALSA (2006) consideran que tiene su origen en las calizas carboníferas que afloran en la margen derecha del río. De acuerdo con la cartografía geológica de ÁLVAREZ-MARRÓN Y OTROS (1990), la ubicación de la Calda podría coincidir con el contacto entre las calizas de la Fm. Barcaliente y las lutitas de la Fm. Fresnedo.

SIEMCALSA (2006) analizó el agua de esta surgencia en el mes de junio y se encuentra a una temperatura de 17,8° C y presenta un pH de 7,96. GÓMEZ Y OTROS (1992) la clasifican como agua sulfatada cálcica termal y destacan su variedad de componentes (bicarbonatos, sulfatos y cloruros, calcio y magnesio y oligoelementos como hierro, manganeso, cinc, cobre y flúor). Así, estos autores la consideran indicada para curas hidrotermales de dolencias de riñón y vías urinarias, reuma y traumatología, sistema circulatorio, ginecología y sistema nervioso.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO							
CALDA DE COFIÑAL							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	No válido	1			×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (surgencia) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Bajo	1			×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>16/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico	1			×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>18/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de un núcleo de población					5
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se encuentra en una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Alta					5
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>20/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 34/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 20/35</b>							

6. Sección de interés geomorfológico *Relieve cuarcítico de La Cabrera*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Cabrera
Acceso	Se accede desde la carretera entre Puebla de Lillo y Redipollos (CV-79/3), a la altura de una curva muy pronunciada conocida como La Rastrilla. Allí se encuentra un cartel de la ruta de la red de senderos del Parque Regional que atraviesa el LIG. La Hoz de La Cabrera se encuentra a unos 2 km del comienzo de la ruta.
Accesibilidad y tiempo	Desde el punto en que puede estacionarse el coche se tarda unos 30 minutos hasta el LIG. Se trata de una pista forestal cómoda y bien señalizada.

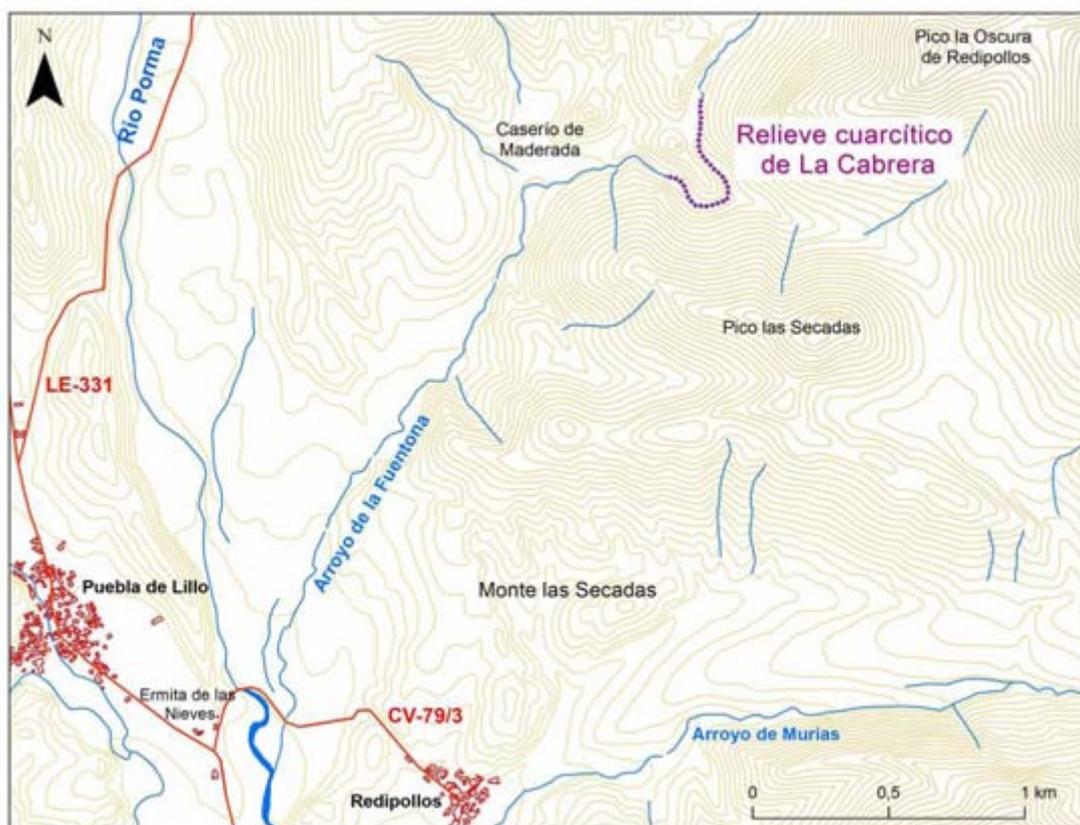


Fig. 2.18: Ubicación de la sección de interés

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad entre Ordovícico Inferior-?Superior y 2) de edad Carbonífero (Viseense-Serpukhoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (cuarcitas) y calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barrios, Alba y Barcaliente
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Laguna estratigráfica por ausencia de depósito. Erosión diferencial y fluvial
Edad del proceso	Laguna estratigráfica: Ordovícico ?Superior - Carbonífero Erosión: Cuaternario
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detecta ningún riesgo de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Senderismo, una ruta señalizada atraviesa el LIG.
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Cofiñal hay diversos establecimientos de hostelería (camping, bar, restaurante...)

Material de apoyo	Se encuentran señales de la ruta guiada así como carteles al comienzo y final de la misma. No obstante, el material no tiene contenido geológico.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>En esta zona aparece representada la secuencia característica de la Cuenca Carbonífera Central, que está formada por una banda de rocas cambro-ordovícicas sobre la que se superponen las rocas carboníferas.</p> <p>Esta serie determina la configuración del paisaje del Alto Porma. En él la erosión diferencial ha destacado las litologías más resistentes (que forman los riscos y macizos rocosos) sobre las más deleznales (en las que se han horadado los valles). Entre los roquedos llama la atención la abundancia de cuarcitas ordovícicas de la Formación Barrios, que contrastan con las calizas de edad carbonífera, principalmente de las Formaciones Alba y Barcaliente. Además de la posibilidad de observar la laguna estratigráfica, esta combinación de rocas confiere atractivo visual al paisaje, pues implica un mosaico de colores y texturas: a la combinación de los distintos tipos de roca desnuda hay que añadir la variedad de líquenes y formaciones vegetales que las colonizan (alternando las propias tanto de sustratos ácidos y arenosos derivados de las cuarcitas como básicos y arcillosos derivados de las calizas).</p> <p>Se ha elegido el paraje de la Hoz de La Cabrera como representativo de los rasgos comentados hasta ahora porque en esta localidad puede observarse el contacto entre las cuarcitas y las calizas. El arroyo ha seccionado la zona próxima a la charnela de un anticlinal en cuyo núcleo se encuentran las cuarcitas de la Formación Barrios rodeadas por las calizas de las Formaciones Alba y Barcaliente, y por las lutitas de la Formación Fresnedo. Además, las cuarcitas presentan una fracturación ortogonal que ha ocasionado que la culminación de la sierra presente un relieve irregular y escarpado de los conocidos como <i>diente de perro</i>. Adicionalmente, en este paraje el Arroyo de la Fuentona ha excavado un meandro encajado para atravesar el escarpe de cuarcitas, dando lugar a un escobio de pequeña longitud pero paredes verticales y relieve ruiforme que constituye una singularidad paisajística.</p>	

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS HIDROGEOLÓGICO							
RELIEVE CUARCÍTICO DE LA CABRERA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (laguna estratigráfica y erosión) y varios elementos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de un núcleo de población					5
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se encuentra en una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Media			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>19/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 41/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 19/35</b>							

7. Punto de interés geomorfológico *Bloque errático entre Puebla de Lillo y Redipollos*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Rastrilla, La Tortoria
Acceso	Se encuentra en la carretera CV-79/3 entre Puebla de Lillo y Redipollos, a 1 km de la primera localidad, en una curva muy pronunciada conocida como La Rastrilla.
Accesibilidad y tiempo	Se encuentra en la loma que rodea la curva de La Rastrilla; se tardan menos de cinco minutos desde la curva.

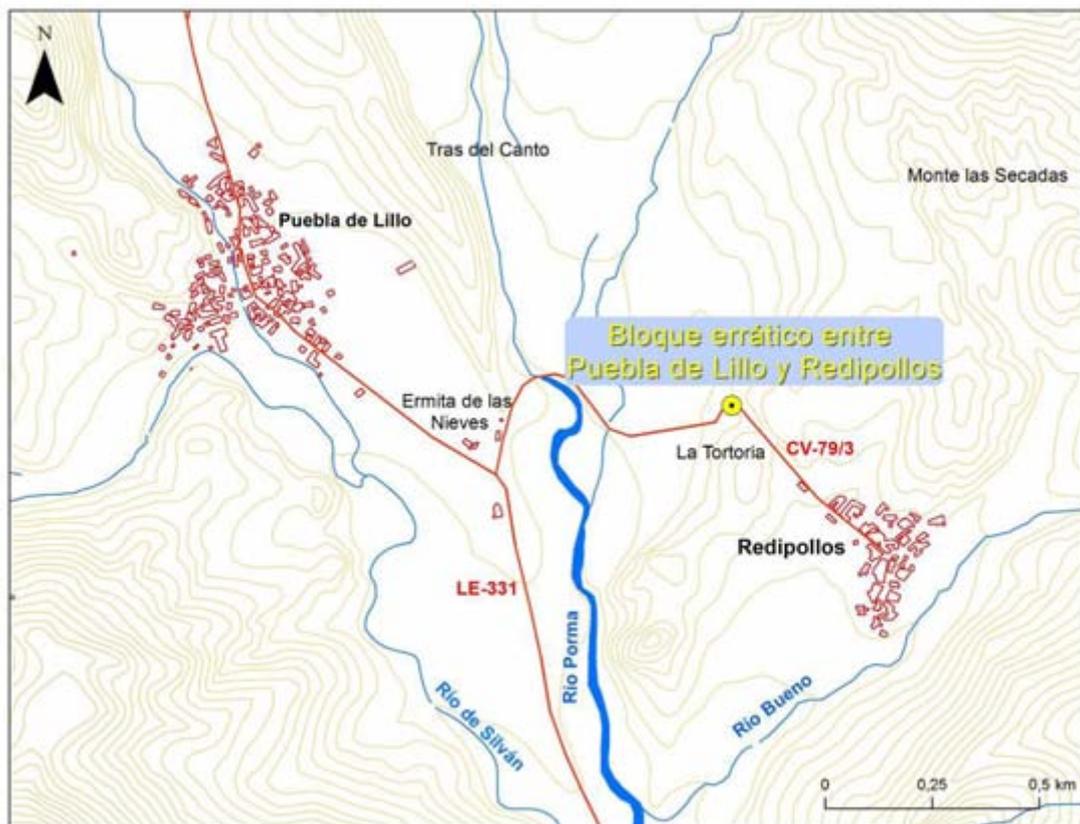


Fig. 2.19: Mapa de localización del bloque errático

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Ordovícico Inferior - ?Superior a Carbonífero (Serpukhoviense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (cuarcitas en el caso del bloque y lutitas en el zócalo sobre el que se apoya)
Formación/es implicada/s	Barrios y Fresnedo
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Transporte por una lengua glacial
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detecta ningún riesgo de degradación que amenace al elemento.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero (en abandono progresivo)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Bares, restaurantes, camping y centro de turismo rural en Redipollos y Puebla de Lillo. Además, en Puebla de Lillo se encuentran dos de los centros de visitantes del Parque Regional.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>En el paraje de La Tortoria se encuentra un bloque de cuarcita de dimensiones excepcionales: 3,6 m de alto por 3,5 de ancho y 8,30 m de largo. Éste se apoya directamente sobre el zócalo paleozoico, en concreto, en las lutitas de la Formación Fresnedo. El afloramiento de cuarcitas más próximo se encuentra 2 km al noroeste del bloque, en el Pico Las Secadas, por lo que el bloque ha tenido que ser movilizado por un agente con gran capacidad de transporte. Si se analizan los principales factores que actúan o han actuado sobre el relieve en este territorio (dinámica glacial, fluvial y gravitacional), sólo puede tratarse del hielo que ocupó el valle durante las fases frías del Pleistoceno.</p> <p>A pesar de que la dureza de las cuarcitas y el hecho de encontrarse a la intemperie motivan la ausencia de marcas de arranque y estrías en el bloque, otras evidencias refuerzan la hipótesis de que se trate de un bloque errático. En primer lugar, en la cara oeste, el bloque presenta un lóbulo, consecuencia de un movimiento de reasentamiento del mismo en un suelo con una dinámica periglacial de hielo-deshielo. Además, a escasos metros de este ejemplar, existen otros bloques de cuarcitas dispersos sobre la loma, aunque presentan dimensiones más modestas. También desde este punto se observa la Peña del Águila, ubicada al noreste-este de Puebla de Lillo. En esta montaña pueden distinguirse varias peñas de rocas calizas cuya superficie aparece pulida, pues se trata de un umbral glacial. Si se observan desde más cerca, se percibe que numerosos bloques de cuarcitas se apoyan también en los umbrales de esa zona.</p> <p>Las dimensiones y la distancia que separa a este bloque errático de su origen lo convierten en un ejemplo muy ilustrativo y, sobre todo, didáctico sobre la acción del hielo y su enorme capacidad erosiva y de transporte<sup>2</sup>.</p>	

<sup>2</sup> Este LIG se conoce gracias a la comunicación personal de José M<sup>a</sup> Redondo Vega. Esta descripción constituye un resumen del LIG publicada en FERNÁNDEZ MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS.) (2009a), donde fue realizado por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO BLOQUE ERRÁTICO ENTRE PUEBLA DE LILLO Y REDIPOLLOS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>22/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>21/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera secundaria			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se encuentra en una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 43/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Las dimensiones del bloque errático lo convierten en un ejemplar excepcional.							

8. Área de interés geomorfológico *Mirador del circo glaciar de Peña Ten*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Valdosín, Peña Ten
Acceso	El acceso al circo es largo y complicado. Se trata de una ruta de montaña con desniveles importantes. Puede iniciarse desde La Uña o desde Polvoredó. Sin embargo, el acceso al observatorio es sencillo, pues éste se ubica al lado de la carretera de La Uña al Puerto de Tarna, en el área recreativa habilitada a la entrada del valle de Valdosín.
Accesibilidad y tiempo	Si se quiere llegar al circo, se tardan unas 6 horas caminando. Se trata de una ruta de alta montaña no apta para todos los públicos.  El observatorio se encuentra al lado de la carretera.

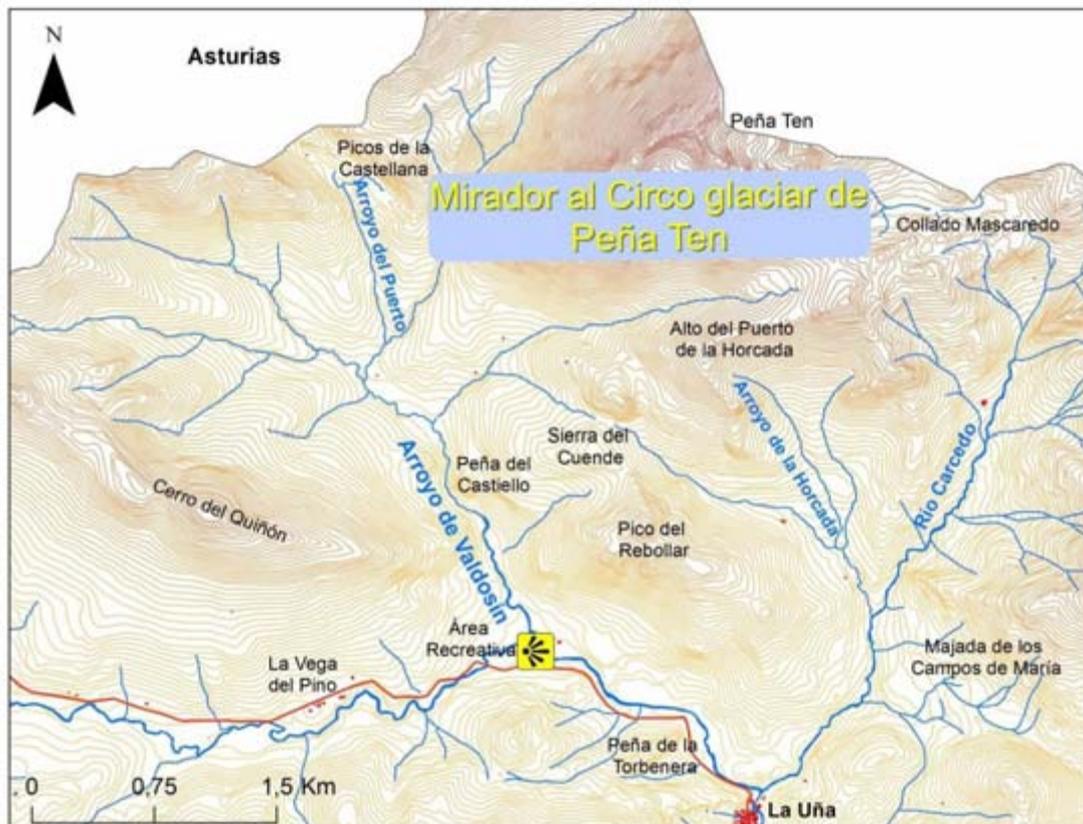


Fig. 2.20: Ubicación de Peña Ten y del mirador propuesto para su observación

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo, calizas
Formación/es implicada/s	Barcaliente
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Mirador
Proceso/s genético/s	Glaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Deportivo (montañismo)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	La población más cercana es La Uña, donde hay un bar y una casa de turismo rural.
Material de apoyo	En el mirador propuesto existe un panel interpretativo del paisaje observado. En él se menciona el circo de Peña Ten y su formación por la acción del hielo, aunque no se explica con detalle.

## DESCRIPCIÓN

El LIG circo glaciar de Peña Ten presenta tipología de mirador. Se trata de un elemento que se ve con claridad desde muchos puntos accesibles del territorio de estudio, dado que esta cima se encuentra rodeada por sus bordes sur, este y oeste por sierras y zonas más bajas. Sin embargo, el circo en sí presenta un acceso con restricciones importantes. Además, se trata de un rasgo cuya observación de conjunto sólo puede realizarse con cierta perspectiva. Esta particularidad, además del atractivo de sus desniveles y su constitución de montaña calcárea, la convierte en un elemento que aporta valor paisajístico al Parque Regional. Por ello este LIG se propone como mirador, cuyo observatorio se ubica en un área recreativa localizada en la margen derecha de la carretera que discurre entre La Uña y el Puerto de Tarna, a la entrada del valle de Valdosín.

La Peña Ten (2142 m) está constituida por sucesivos apilamientos de escamas cabalgantes de calizas de la Formación Barcaliente. Por ello, el relieve de esta zona tiene un origen glaciokárstico (ALONSO HERRERO, 1991a). El pico presenta dos circos glaciares, uno en su vertiente sureste (ya en Asturias y fuera del territorio de estudio) y otro en su vertiente meridional. En este último se centra el LIG, pues precisamente el aspecto más destacable del mismo es la existencia de un circo tan modélico desarrollado en la cara sur. Este hecho implica que las glaciaciones del Pleistoceno tuvieron en este territorio una magnitud importante. Pero además, constituye un elemento poco común en este sistema montañoso, pues según el análisis de ALONSO OTERO Y OTROS (1981) las orientaciones predominantes de los circos glaciares en la Cordillera Cantábrica son la norte y este-sureste, siendo la sur mucho más escasa.

Por otra parte, un rasgo adicional que añade valor a esta localidad es la existencia en el interior del circo de un depósito de derrubios que REDONDO Y OTROS (2010) interpretan como un glaciar rocoso. La conservación de este tipo de formas en litologías calcáreas también supone un hecho poco frecuente, pues los procesos kársticos habitualmente las desdibujan con rapidez.

De acuerdo con ALONSO HERRERO (1991a), el circo glaciar de Peña Ten parece tener su origen en un glaciar colgado pues existe un manto de derrubios calcáreos por debajo del circo pero en el valle apenas se han conservado sedimentos glaciares, tan sólo se encuentra un resto de *till* de fusión subglaciar de dimensiones muy reducidas y de características similares a los de los otros valles del Parque Regional.

Desde el punto de vista patrimonial, a todo lo mencionado hasta el momento hay que añadir que se trata de un circo glaciar muy bien conservado y muy ilustrativo de este tipo de formas y del proceso que las origina.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
MIRADOR DEL CIRCO GLACIAR DE PEÑA TEN							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha**					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>27/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)						
	Extensión superficial (1-5)						
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)						
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)						
	Vulnerabilidad natural (1-5)						
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)						
	Fragilidad (1-5)						
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>LIG tipo mirador</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 51/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: Bajo en general,</b>							
<b>pero extremadamente vulnerable a cualquier actividad con impacto visual.</b>							
COMENTARIOS:							
*Existen multitud de circos glaciares en el territorio, pero éste destaca por su forma, buen estado de conservación y orientación.							
**Aunque el área recreativa propuesta como mirador no tiene un tamaño superior a 1 ha, el rasgo se observa desde los alrededores de la misma y desde otros muchos puntos del territorio de estudio.							

9. Punto de interés paleontológico *Turbera de Polvoreda*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Cerra de Muñenes
Acceso	Desde Polvoreda se toma la pista con dirección norte que se dirige a los valles de Becenes y Muñenes. La dolina se encuentra en la loma que separa los dos arroyos antes de que ambos se unan en el Río de La Puerta. La distancia desde Polvoreda es aproximadamente 1,5 km.
Accesibilidad y tiempo	El camino a pie desde Polvoreda lleva unos 20 minutos.



Fig. 2.21: Ubicación de la Turbera de Polvoreda

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas) y silíceo (areniscas y lutitas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Beleño y Ricacabiello
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Relleno de una dolina por colmatación de sedimentos y formación de turbera
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglacialismo) y Holoceno (periglacialismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Estos valles presentan un uso ganadero.
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales
Infraestructuras	Las poblaciones más cercanas son Polvoredos y Lario: en Polvoredos hay casas de turismo rural y en Lario también hay establecimientos de hostelería.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Este LIG consiste en una depresión de origen kárstico que se ha rellenado por sedimentos con alto contenido de turba. La dolina se encuentra en el contacto entre las calizas de la Formación Barcaliente y las lutitas de las Formaciones Beleño y Ricacabiello. La importancia de este afloramiento reside en su contenido paleontológico y en concreto, paleopalinológico, pues los sondeos y análisis polínicos de los sedimentos realizados por GARCÍA-ROVÉS (2007) han desvelado que esta turbera aporta un registro continuo desde el final del pleniglaciario Würmiense hasta la actualidad. A partir del estudio de éste y otros registros en la Cordillera Cantábrica, GARCÍA-ROVÉS (2007) ha inferido la evolución de la vegetación, así como las condiciones paleoambientales que reinaron en dicha área, desde el final de los tiempos glaciares y hasta el actual interglaciario. Además, de acuerdo con los resultados del trabajo mencionado con anterioridad, el depósito de Polvoredos aporta datos importantes con respecto a determinadas fluctuaciones climáticas acontecidas en el Tardiglaciario.</p> <p>Todo ello convierte a la dolina en un lugar con interés científico excepcional y además, dada la fragilidad de estos elementos, en un elemento que requiere medidas específicas de conservación.</p>	

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS PALEONTOLÓGICO							
DOLINA DE POLVOREDO							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (karstificación y depósito) y un elemento derivado del mismo.		2		×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>25/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y complicado			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida	-			×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>17/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y complicado			3		
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se sitúa en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Alta					5
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>17/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 42/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 17/35</b>							
COMENTARIOS:							
*El origen mixto de este elemento es peculiar.							

10. Puntos de interés mineralógico *Yacimientos de cinabrio en Riosol y el Puerto de las Señales*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Mina Escarlatti, Puerto de las Señales, Mina Carmina, Ermita de Riosol
Acceso	Los afloramientos deben considerarse por separado: el del Puerto de las Señales (entre Puebla de Lillo y el Puerto de Tarna) se encuentra a 1 km de este punto, por el antiguo camino que conducía a las minas, que tiene dirección sureste. El yacimiento de Riosol se encuentra en las proximidades del Caserío de Riosol, cercano al puerto de Tarna. Desde aquí se llega a la explotación por una pista con dirección sur, que asciende 1,5 km por la ladera de la montaña hasta la mina Carmina.
Accesibilidad y tiempo	A las escombreras de ambas explotaciones se tarda 10 minutos caminando desde los puntos indicados. Acceder a las bocaminas es más complicado y peligroso, pues no existe camino y la pendiente es elevada.

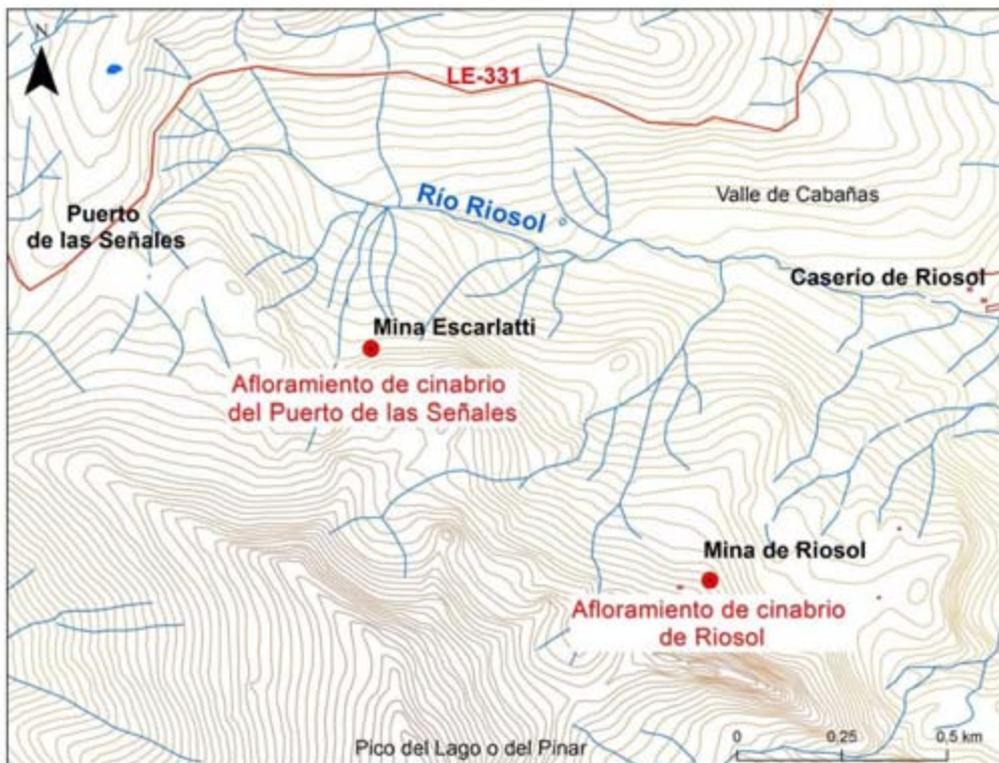


Fig. 2.22: Ubicación de los dos puntos de interés mineralógico que componen este LIG.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Mineralización hidrotermal de baja temperatura
Edad del proceso	Tardivarisca
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Malo. El mineral está explotado.
Afloramiento	Regular. Los accesos a las minas no han sido adecuados.
Riesgo de degradación	Existe riesgo de expolio de los escasos ejemplares que aún pueden encontrarse en las escombreras.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-Deportivo (senderismo)
Evolución previsible	En Riosol hay un merendero con fuente. Además, existe un bar-restaurante en el Puerto de Tarna.
Infraestructuras	Existe un cartel en el Puerto de las Señales que explica el Pinar de Lillo, pero no cita la minería.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

El cinabrio es sulfuro de mercurio ( $\text{HgS}_2$ ), un mineral bastante escaso en la provincia de León y en la Península Ibérica. En nuestro país, sólo se conocen mineralizaciones importantes de cinabrio en Almadén (Ciudad Real), Mieres (Asturias) y las que constituyen este LIG en la provincia de León. En las inmediaciones de los Puertos de las Señales y de Tarna se hallan dos yacimientos de cinabrio, separados entre sí algo más de 3 km. El primero de ellos fue explotado en la llamada mina “Escarlatti”, mientras que sobre el segundo se asentó la mina “Carmina”.

Las mineralizaciones se encuentran encajadas en las calizas tableadas de la Formación Barcaliente, de edad Serpukhoviense. Desde un punto de vista tectónico se relacionan con la escama de Riosol. De acuerdo con LUQUE Y OTROS (1989) el cinabrio se encuentra asociado con estibina y fluorita y en estas mineralizaciones también pueden encontrarse livingstonita y berthierita.

Según LUQUE Y OTROS (1989) y MATÍAS RODRÍGUEZ Y ALONSO HERRERO (2004), esta mineralización tiene un carácter hidrotermal de baja temperatura (100-150°C) y fue generada por la circulación de fluidos a favor de la fracturación tardivarisca. Para que se forme el cinabrio, se precisa que se produzca, con anterioridad, una alteración argilítica y silicificación de las calizas encajantes. Todo este proceso está favorecido por la presencia relativamente próxima de pequeñas intrusiones gabroicas o granodioríticas.

Por otra parte, estas minas tienen un interés añadido, pues ALONSO HERRERO Y OTROS (2005) han encontrado evidencias de labores prehistóricas, identificándose vaciados realizados tanto en superficie como en profundidad. A ello hay que añadir el hallazgo de diverso instrumental lítico de cuarcita en las escombreras recientes de la mina. Además, en Riosol se reconocen restos de explotaciones constituidas por un entramado de galerías subterráneas de desarrollo vertical realizadas con esas herramientas. En la Prehistoria el cinabrio se utilizaba como colorante para embalsamar los cadáveres.

Ambos yacimientos han sido trabajados de forma intensa para la extracción de mercurio de 1964 a 1968. Durante su explotación se encontraron cristales de cinabrio de tamaño considerable y gran belleza e incluso una muestra de un cristal de cinabrio de 2,5 cm de diámetro de la mina Escarlatti figura entre las Especies Notables Españolas (GALÁN HUERTOS Y MIRETE MAYO, 1979)<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> La descripción de este LIG parte de la publicada en FERNÁNDEZ MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS. (2009a), que fue realizado por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DE LOS PUNTOS DE INTERÉS MINERALÓGICO YACIMIENTOS DE CINABRIO EN RIOSOL Y EL PUERTO DE LAS SEÑALES							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	No representativo	1			×
Rareza en su contexto geológico		Raro			3	×	×
Importancia (1-5)		Nacional*				4	
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
Estado de conservación (1-5)		Alterado			3		
Valor estético o paisajístico		Medio		2		×	×
Valor científico o geohistórico		Alto*			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>20/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico y didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo**				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida**		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>17/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo**				4	
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se ubica en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 37/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Las mineralizaciones de cinabrio en España son escasas. Además, las evidencias de explotación prehistórica aumentan el valor de estos yacimientos.							
**Se refiere a las escombreras, porque en la actualidad el acceso a las bocaminas presenta restricciones importantes.							

## II. Área compleja **Mampodre**

Esta zona está constituida por dos áreas y una sección. Las áreas son: Macizo de Mampodre (interés tectónico y geomorfológico) y Peña Ricacabiello (interés geomorfológico). La sección presenta interés estratigráfico pues se trata del estratotipo de la Formación Ricacabiello.

La primera de las áreas se compone del Macizo de Mampodre e incluye el valle del arroyo de Murias. Este curso recoge las aguas de la cara suroeste del Mampodre y vierte al río Porma. Por ello, podría adscribirse al área compleja Cuenca Alta del río Porma, pero dado que los restos glaciares existentes en Murias proceden de los glaciares de la vertiente meridional del Mampodre, se ha optado por su consideración dentro de esta área compleja. El segundo LIG comprende los valles de Las Arenas, Erendia y Ricacabiello (o Llanetas). Todos ellos discurren con dirección norte-sur pues nacen en la cordal este-oeste que va desde la Collada de Murias hasta la Peña de la Cruz. El valle de Las Arenas recoge también las aguas de la vertiente sureste del Macizo de Mampodre.

### 11. Área de interés tectónico y geomorfológico *Macizo de Mampodre*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Macizo de Mampodre, Circo de Mampodre, Loma de Mampodre, Cuesta Rasa
Acceso	Este LIG presenta unas dimensiones importantes, por lo que se puede acceder a él desde distintas localidades. El acceso más adecuado a la cara norte del macizo se realiza desde Maraña. La vertiente sur del Mampodre es accesible desde Redipollos, por el Arroyo de Murias. Se trata de una de las zonas marcadas como Zona de Reserva en el PORN del Parque Regional Picos de Europa, por lo que para acceder se requiere un permiso.
Accesibilidad y tiempo	Maraña se ubica muy próximo a la cara norte del Mampodre. Desde el propio pueblo y sus alrededores pueden observarse algunos rasgos de interés. Sin embargo, desde Redipollos se precisa caminar 5 km por el arroyo de Murias (que sale del pueblo en dirección oeste) para acceder a los elementos señalados.  La ascensión a los elementos de mayor altitud supone una ruta de alta montaña apta exclusivamente para personas preparadas.

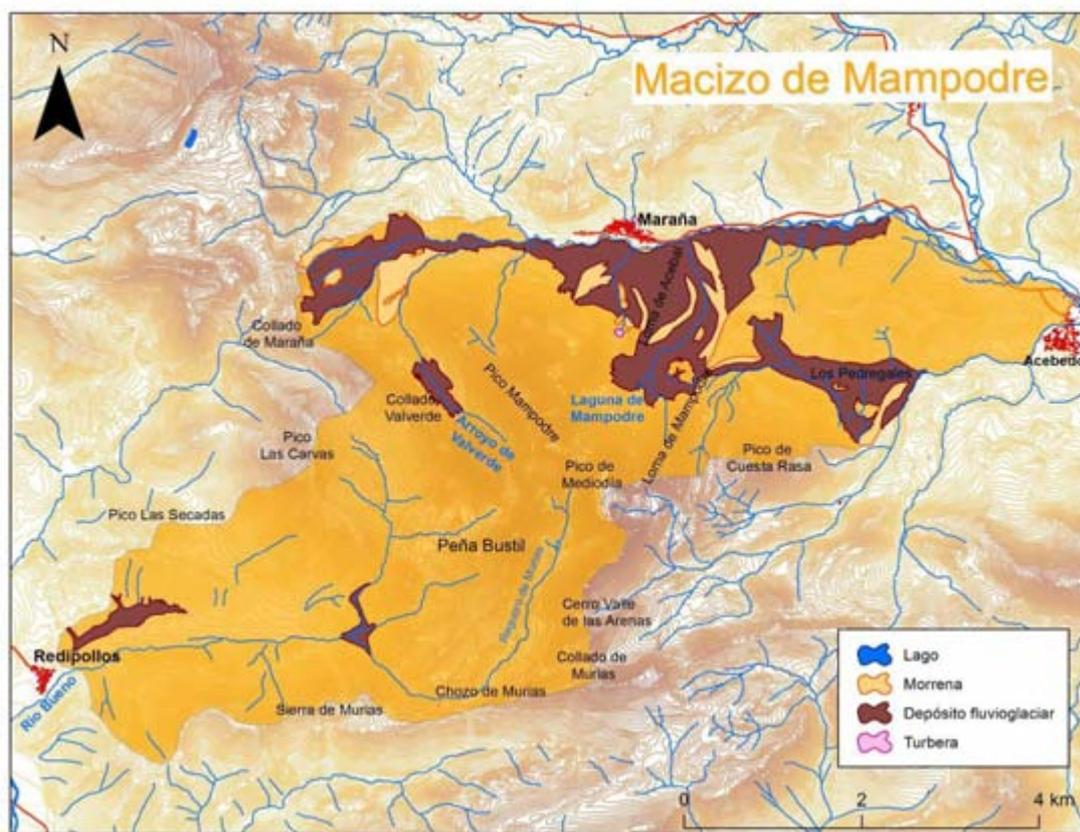


Fig. 2.23: Mapa del Macizo de Mampodre

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Devónico (Fameniense) – Carbonífero (Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter mixto, con predominio casi total de las litologías calcáreas (en concreto calizas) aunque también afloran lutitas y areniscas.
Formación/es implicada/s	Ermita, Vegamián, Alba, Barcaliente, Beleño y Ricacabiello
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural

Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Tectónica y glaciario
Edad del proceso	El proceso está ligado a la orogenia Varisca y por tanto es de edad Carbonífero. El glaciario aconteció en el Pleistoceno.
ESTADO DE CONSERVACIÓN	
Físico	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No vulnerable. En la actualidad no se detecta ningún riesgo de degradación.
Patrimonial	
Usos actuales	Turístico-Deportivo (montañismo, esquí de travesía)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Maraña hay un bar-restaurante. En Redipollos existen bares y casas de turismo rural.
Material de apoyo	En Maraña existe un panel del Parque Regional, indicativo de la senda entre Acebedo y el Puerto de las Señales.
DESCRIPCIÓN	
<p>El macizo de Mampodre está constituido por un sistema de cabalgamientos que supone un apilamiento de láminas y repetición de las Formaciones Alba y Barcaliente. En él aparecen algunas áreas deprimidas ocupadas por las Formaciones Beleño y Ricacabiello que, aunque en menor medida, también aparecen repetidas varias veces. HEREDIA (1992) explica este macizo como un gran dúplex de dúplex, formado por más de 70 <i>horses</i> cartográficos a los que hay que añadir numerosas duplicaciones a escala de capa o afloramiento. Éstas son difíciles de cuantificar y hacen del dúplex del Mampodre una de las mayores duplicaciones descritas en la literatura geológica. Para simplificar la estructura del Mampodre, HEREDIA (1992) divide el gran apilamiento en tres dúplex de menor tamaño: el dúplex del Pico de la Cruz, el dúplex de Pico Valjarto y el dúplex de la Cuesta Rasa, que a su vez contiene dúplex de menor tamaño. Los dos primeros tienen</p>	

la geometría de los *hinterland dipping duplex*, mientras que el de la Cuesta Rasa presenta una geometría asimilable a las de los apilamientos antiformales.

Además de su peculiar tectónica, los Mampodres destacan por las huellas glaciares identificables en el macizo. La presencia en la cara norte de un aparato glaciar muy desarrollado ha sido interpretada como resultado de la posición retranqueada de este macizo dentro de la vertiente meridional de la Cordillera Cantábrica (ARENILLAS PARRA Y ALONSO OTERO, 1981). Pero además, es llamativa la existencia de evidencias glaciares no sólo en la vertiente septentrional, sino también en la cara de solana, lo que indica una mayor amplitud e intensidad del proceso.

De acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), en la zona del Mampodre se distinguen varios focos glaciares:

- En la vertiente suroeste se detectan las huellas de dos aparatos glaciares: Pico Mediodía-Reguero Murias y Pico Valdecerrao-Peña Bustil.
- En la vertiente noreste se encuentran seis aparatos glaciares, que son además, los de mayor importancia: Peña de la Polinosa-Arroyo de Valverde, Circo de Mampodre-La Fuentona, Mampodre, Pico de Mediodía-Laguna Mampodre, Valle de las Arenas-Arroyo Cea (Pedregales), Pico Lázaro-Arroyo Erendia. En la fase de máxima amplitud, los cuatro primeros se unirían en el valle de Maraña. En este momento también se produce una difluencia glaciar de éste hacia el valle de Corsalines, a través de la Loma de Mampodre.

Todos los aparatos glaciares mencionados desarrollan un número elevado de formas de erosión y sedimentación. Entre las primeras destacan los valles glaciares en U, los circos de acumulación y las lagunas. El glaciar de la Peña de la Polinosa-Arroyo de Valverde originó un valle glaciar en artesa muy amplio, que sigue las direcciones litoestructurales. Por otra parte, y de acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), el glaciar de Mampodre genera un desnivel muy acusado desde el pico de Mampodre hasta las proximidades de la localidad de Maraña, con dos zonas escalonadas, con forma de cubeta y tres arcos morrénicos de cierre.

En cuanto a los depósitos superficiales, aparecen gran cantidad de morrenas, sobre todo laterales. Algunas de ellas en excelente estado de conservación, destacando por sus dimensiones la Loma del Mampodre. Esta morrena se ubica en la margen derecha del glaciar principal Pico de Mediodía-Laguna de Mampodre, en el valle de Maraña.

Se trata de una de las morrenas de mayor tamaño y en mejor estado de conservación de la Cordillera Cantábrica. De hecho, este depósito resulta sólo comparable a la Llomba del Toro, en la zona de Áliva (Picos de Europa en Cantabria).

Por otra parte, destacan también las dimensiones del glaciar del Pico Mediodía-Reguero Murias, en la vertiente meridional del Macizo de Mampodre. Este glaciar se forma por la unión de los dos aparatos de la cara sur del macizo, a partir de los circos de

Peña Bustil, Pico Valdecerrao, Pico de Mediodía y Peña Brava. Su característica más sobresaliente es la presencia de dos cordones morrénicos de amplitud considerable. El principal se sitúa a la altura del Chozo de Murias (unos 5 km al oeste de Redipollos, por el arroyo de Murias) y forma una alta cresta morrénica de 1 km de longitud y que se identifica fácilmente en el relieve. El hecho de registrarse restos glaciares de esta envergadura en la vertiente sur del macizo aporta una idea del importante desarrollo de los hielos en esta zona durante los períodos fríos del Cuaternario.

Por último, cabe añadir que el Mampodre está propuesto como Zona de Reserva por sus valores geomorfológicos en el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) del Parque Regional Picos de Europa.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS TECTÓNICO Y GEOMORFOLÓGICO MACIZO DE MAMPODRE							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (tectónica y glaciario) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>26/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-recreativo y didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes*	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes*	1				
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 1000 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en un lugar moderadamente visitado			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>7/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 46/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 7/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Se trata de una Zona de Reserva del Parque Regional, por lo que para visitarlo se requiere solicitar permisos.							

12. Área de interés geomorfológico *Peña Ricacabiello*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Collado de Murias, Peña Cuadrada, Pico Lázaro, Pico del Mediodía, Ricacabiello, Peña de la Cruz, Arroyo de Arenales, Erendia, Llanetas.
Acceso	Desde Lario se accede a la zona del Pico Mediodía, Ricacabiello y Peña de la Cruz y desde Acebedo se llega al Arroyo Arenales, Erendia y Peña Cuadrada.
Accesibilidad y tiempo	El acceso es largo y cómodo hasta las zonas donde se encuentran las morrenas e incluso los depósitos fluvio-glaciares de las cabeceras de los valles (aproximadamente una hora y media o dos horas desde los pueblos) pero se complica desde allí hacia los glaciares rocosos, los circos y las cumbres de las peñas (tres-cuatro horas).

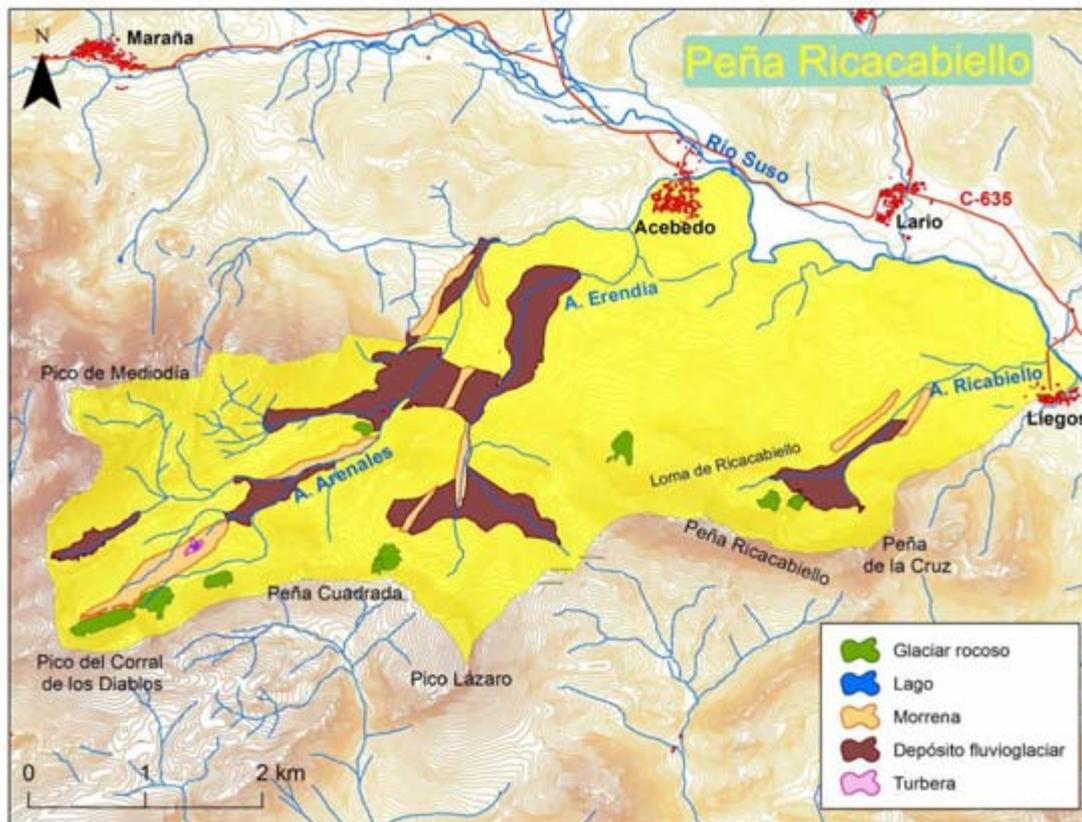


Fig. 2.24: Mapa del Área de interés geomorfológico Peña Ricacabiello

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad entre Cámbrico inferior – superior a Ordovícico Inferior - ?Superior y 2) de edad Carbonífero (Viseense - Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (areniscas, lutitas y cuarcitas) y de carácter calcáreo (calizas y dolomías).
Formación/es implicada/s	Láncara, Oville, Barrios, Alba, Barcaliente, Beleño y Ricacabiello
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	Las pistas abiertas para los cultivos forestales existentes en la zona provocan la erosión del suelo.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En Lario hay una casa rural y un bar-restaurante. En Acebedo también hay dos bares.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

Esta área de interés geomorfológico se ubica en la estribación este del Mampodre, en la cordal de dirección oeste-este que une la Collada de Murias y la Peña de la Cruz. En su cara norte nacen varios arroyos, entre los que destacan por su mayor desarrollo Los Pedregales, Erendia y Ricacabiello, también llamado Llanetas. La amplitud de estos valles se debe a los glaciares que los ocuparon durante el Pleistoceno. En ellos, además de la morfología característica, se han conservado morrenas y otros depósitos derivados de la acción glacial.

En el Valle de las Arenas, surcado por el Arroyo de Pedregales, ALONSO HERRERO (2002) reconoce unos 5 km de recorrido glacial. Se han conservado tres morrenas laterales, una en la margen izquierda y dos en la derecha. La primera de ellas destaca por sus dimensiones y buen estado de conservación mientras que las de la margen derecha son de menor tamaño. De ellas, la morrena que se encuentra a mayor altitud es compartida con el valle del Arroyo Erendia, pues descansa sobre una zona elevada y la cresta morrénica supone la divisoria entre ambas cuencas. A su vez, el valle del Arroyo Erendia cuenta con una importante llanura de origen fluvio-glacial. En ella se conserva una morrena de dimensiones modestas, pero lo más relevante son las numerosas zonas de turberas y tremadales existentes en las zonas deprimidas por la acción del hielo.

Por último, el valle de Ricacabiello o de Llanetas tiene un recorrido que no supera los 3 km. A pesar de su corta extensión, la orientación norte del mismo motivó el desarrollo de un glaciar del que ha heredado la forma en U de su cabecera, con un fondo tapizado de sedimentos fluvio-glaciares y dos morrenas laterales, una en cada margen del arroyo.

La orientación de umbría de estos valles motivó también que, durante y tras la retirada de los glaciares, los procesos periglaciares fueran muy activos. Los crestones de cuarcita de la Formación Barrios que rematan la cordal de Peña Cuadrada-Pico Lázaro y Pico Mediodía-Ricacabiello fueron fracturados y desmantelados por la acción del hielo-deshielo. Las grandes extensiones de canchales generadas supusieron un área fuente para el desarrollo de glaciares rocosos. Así, en esta área se observan al menos ocho glaciares rocosos relictos, que se encuentran muy cubiertos de vegetación. Además, REDONDO VEGA Y OTROS (2010) explican una peculiaridad de dichos glaciares rocosos en el contexto de la Cordillera Cantábrica (compartida con los del área de San Isidro) y que resulta muy evidente en el campo: tanto en los propios depósitos como en su entorno abundan los materiales generados a partir de la arenización *in situ* y post-sedimentaria de los cantos y bloques de cuarcita. Estos autores lo relacionan con los

signos evidentes de micro-gelifracción que presentan numerosos cantos y bloques. El proceso produce una emisión de arenas que se acumulan en los niveles subsuperficiales del glaciar rocoso. La presencia de este material fino es responsable de la colonización vegetal que presentan estos glaciares rocosos, que de acuerdo con REDONDO VEGA Y OTROS (2010), resulta superior a la de otras zonas de la Cordillera. Por otra parte, estas arenas quizás sean también responsables de ciertos topónimos locales existentes en el LIG, como son Valle de las Arenas, Arroyo de los Pedregales o Mata Arenera.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO						
PEÑA RICACABIELLO						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3
Rareza en su contexto geológico		Común		2		× ×
Importancia (1-5)		Regional			3	
Validez como modelo		Muy válido			3	× ×
Diversidad de procesos y formas		Dos procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varios elementos derivados de los mismos			3	× ×
Estado de conservación (1-5)		Bueno				5
Valor estético o paisajístico		Alto			3	× ×
Valor científico o geohistórico		Medio		2		× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico y didáctico			3	× ×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	× ×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo*			3	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	× ×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha				5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Algunos rasgos son accesibles para personas con movilidad levemente reducida		2		× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>24/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo*			3	
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1			
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1			
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Media**			3	
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media***			3	
	Fragilidad (1-5)	Media****			3	
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>16/35</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 48/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 16/35</b>						
COMENTARIOS:						
*En esta área hay elementos con diferente accesibilidad, pero a muchos de ellos (ej. morrenas de Llanetas) puede accederse por un paseo no excesivamente largo y cómodo.						
**El grado de colonización vegetal de los glaciares rocosos es elevado y se está incrementando en la actualidad.						

\*\*\*Algunas turberas están siendo pastadas por el ganado.

\*\*\*\*Las turberas y lagunas son elementos frágiles.

13. Sección de interés estratigráfico *Estratotipo de la Formación Ricacabiello*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Ricacabiello, Arroyo de Arenales, Erendia, Llanetas
Acceso	Se accede desde Acebedo por la pista que sube al repetidor de la Peña Mediodía, desde allí se continúa el camino que lleva hasta la Collada de Lois. El lig se encuentra a unos 300 m en dirección noreste pero desde este punto no existe senda y el acceso al estratotipo resulta complicado debido al crecimiento profuso de la vegetación en los últimos años.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan unas tres horas caminando.

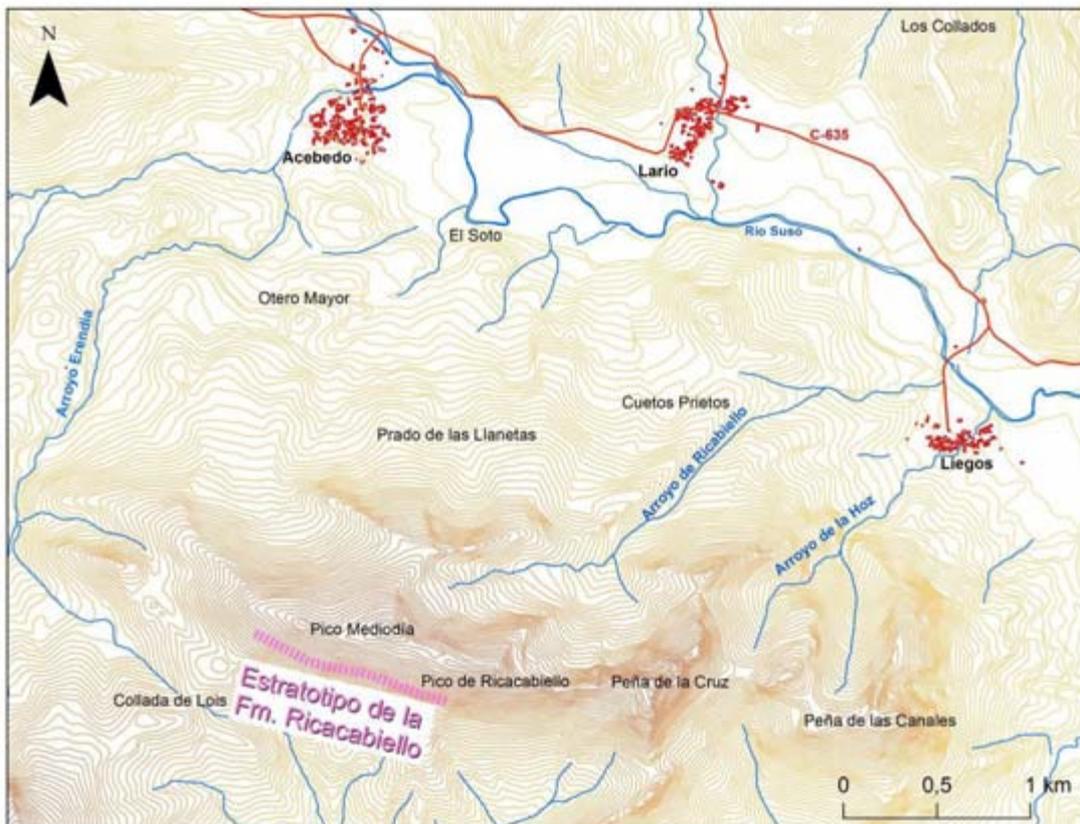


Fig. 2.25: Ubicación del Estratotipo de la Formación Ricacabiello

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (lutitas)
Formación/es implicada/s	Ricacabiello
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito condensado de materiales en la zona más externa de la plataforma.
Edad del proceso	Carbonífero (Bashkiriense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Científico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Lario hay una casa rural y un bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

La Formación Ricacabiello fue definida por SJERP (1967) en las proximidades del Pico Ricacabiello, siendo equivalente a la *serie roja inferior* descrita con anterioridad por JULIVERT (1960), quien pone de manifiesto su carácter condensado. BARBA Y OTROS (1991a) siguen los criterios de estos autores y determinan que la Formación Ricacabiello se encuentra por encima de la Formación Barcaliente y está constituida por lutitas grisáceas o rojizas con tramos verdosos, nódulos de siderita y pirolusita en intercalaciones carbonatadas con fósiles y bioclastos en la base. Presenta una bioturbación moderada que se concentra en horizontes margosos en los que puede llegar a ser intensa. En ellos se reconocen pistas subhorizontales y formas más complejas pertenecientes al icnogénero *Zoophycos*. En el techo de la formación infrayacente aparecen con frecuencia *hardgrounds* no muy desarrollados.

De acuerdo con BARBA Y OTROS (1991a), se diferencian dos facies: una de alternancia de lutitas y calizas y otra eminentemente lutítica con nódulos polimetálicos. La primera representa la transición de una sedimentación carbonatada somera (Formación Barcaliente) a una sedimentación lutítica en una plataforma relativamente profunda. Esta plataforma carbonatada inicial probablemente desaparece por causas tectónicas. La existencia de *hardgrounds* incipientes en el techo de las capas y de la Formación Barcaliente se interpreta como un hiato en la sedimentación. En este caso, su escaso desarrollo hace pensar en períodos cortos de no depósito, en relación con etapas de ralentización en la sedimentación carbonatada por ahogamiento de la plataforma. La segunda facies diferenciada es la de lutitas con nódulos ferruginosos y de manganeso. Es la más característica y ocupa la mayor parte de la formación, situándose en la parte media y superior de todas las series del territorio de estudio. Corresponde a depósitos en las zonas más externas y distales de la plataforma, en donde el escaso aporte de material terrígeno fino supone una velocidad de sedimentación muy baja.

En cuanto a la edad de esta Formación, MARTÍNEZ CHACÓN Y OTROS (1985) realizan un estudio exhaustivo de su contenido paleontológico concluyendo que abarca una edad desde el Namuriense B, incluyendo el Kindercourtense, hasta el Westfaliense A, ocupando por tanto todo el Bashkiriense.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO							
ESTRATOTIPO DE LA FORMACIÓN RICACABIELLO							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (sedimentación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede mediante un paseo largo y complicado		2			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>17/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado		2			
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Media*			3		
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
Fragilidad (1-5)	Media**			3			
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>17/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 38 /55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 17/35</b>							
COMENTARIOS:							
*La pendiente es pronunciada y potencia la erosión. Además, la colonización vegetal es elevada.							
**Se trata de un sustrato muy deleznable y erosionable.							

### III. Área compleja **Valle de Sajambre**

Está compuesta por tres LIG. En primer lugar, el área de interés tectónico Olistolitos del Valle de Sajambre. Si se considerasen sólo los afloramientos de los olistolitos, éstos tendrían una tipología de punto. Pero la descripción del proceso que ha generado los olistolitos requiere la consideración de las rocas que los rodean, por lo que su tipología es de área. Adicionalmente, en esta área compleja se encuentran también la sección de interés geomorfológico Desfiladero de El Beyo y el área de interés geomorfológico Glaciarismo en Vegabaño.

14. Área de interés tectónico *Olistolitos calcáreos en el Valle de Sajambre*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Valle de Sajambre
Acceso	Para estudiar los olistolitos es preciso llegar hasta los mismos. A la mayoría de ellos se accede por un paseo corto y cómodo desde la carretera del Puerto del Pontón (N-625). Pero para un uso turístico o didáctico de nivel bajo pueden contemplarse desde un mirador hacia el valle, vista que permite interpretarlos en el contexto geológico en que se ubican. En la propia carretera nacional hay varios apartaderos y miradores que pueden utilizarse como observatorios de estos elementos.
Accesibilidad y tiempo	Tanto si se quieren observar los olistolitos de cerca como si se pretende verlos en el conjunto del valle, los desplazamientos son mínimos, pues muchos de los puntos se encuentran en la carretera o próximos a ella.



Fig. 2.26: Mapa del área de interés tectónico Olistolitos en el Valle de Sajambre. En él se indican los afloramientos del Grupo Maraña-Brañas, en el que se encuentran los olistolitos. Con puntos se ha señalado la ubicación de los tres olistolitos más accesibles.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense – Kasimoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (lutitas, y conglomerados mixtos) y calcáreo (brechas calcáreas y calizas)
Formación/es implicada/s	Grupo Maraña-Brañas
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Orogénesis Varisca
Edad del proceso	Carbonífero
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno en particular, turístico y ganadero en el valle en general.
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Oseja de Sajambre existen bares, restaurantes, dos hostales y varias casas rurales.
Material de apoyo	Ninguno

## DESCRIPCIÓN

En el valle de Sajambre se distinguen tres regiones geológicas diferentes:

- Región del Pisuerga-Carrión, que se extiende en esta zona desde el Puerto del Pontón hasta la Pica Ten.
- Región del Manto del Ponga, que abarca los territorios comprendidos desde la Pica Ten hasta el desfiladero del Beyo (ambos inclusive).
- Región de Picos de Europa, que comprende los macizos calcáreos del mismo nombre.

En la parte alta del valle de Sajambre (Región del Pisuerga-Carrión) aflora una banda de dirección NE-SO formada por materiales predominantemente clásticos de edad comprendida entre Moscoviense y Kasimoviense. BARBA Y OTROS (1991b) adscriben estos materiales al denominado Grupo Maraña-Brañas. Se trata de un conjunto de lutitas, brechas calcáreas y conglomerados mixtos con presencia de olistolitos calcáreos, en ocasiones de gran tamaño. Estos últimos han quedado resaltados en el relieve frente a las lutitas que los rodean, de naturaleza más deleznable. El origen de estos olistolitos es la plataforma carbonatada que se ubicaba en la Región del Manto del Ponga.

Durante todo el Misisípico, la plataforma carbonatada de la Región del Manto del Ponga (representada ampliamente en el desfiladero de El Beyo por las Formaciones Alba, Barcaliente y Valdeteja), se encuentra alejada y ajena a la deformación generada por la orogénesis Varisca en el área oeste de la Zona Cantábrica. A partir del Pensilvánico y a medida que el frente orogénico continúa avanzando hacia el este, los efectos de la tectónica comienzan a hacerse evidentes en esta región. Las primeras consecuencias son el desprendimiento de grandes bloques de la plataforma que se deslizan por gravedad hasta la zona más profunda de la cuenca marina (actual Región del Pisuerga-Carrión). A continuación se produce un cambio en la cuenca: al encontrarse más próxima al continente, recibe un aporte importante de sedimentos detríticos que inhiben la precipitación química en el área del Manto del Ponga. Por ello, a techo de las calizas aparece la Formación Beleño, constituida por mayoritariamente por areniscas y lutitas.

De acuerdo con lo expuesto hasta ahora, la importancia de este LIG reside en el hecho de que registra y permite una interpretación relativamente sencilla del avance de la deformación Varisca en este territorio. Cabe añadir que la ruta nº5 propuesta por ADRADOS GONZÁLEZ Y OTROS (2010) recorre este LIG y además de mostrar los olistolitos de la Región del Pisuerga-Carrión, se detiene en otros rasgos estratigráficos, como los conglomerados del Grupo Pontón (Región del Pisuerga-Carrión), o la secuencia casi completa de las rocas de la Región del Manto del Ponga que aflora en el talud de la carretera del Puerto del Pontón. A su vez estos autores destacan algunos

elementos tectónicos, como el dúplex de los Beyos y el Antiforme del Niajo.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS TECTÓNICO OLISTOLITOS CALCÁREOS EN EL VALLE DE SAJAMBRE							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (tectónica) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>25/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico, didáctico y turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	A los puntos de observación se accede en coche y a los afloramientos se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>24/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo*				4	
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una carretera transitada*			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>12/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 49/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 12/35</b>							

COMENTARIOS:

\*Para el riesgo de degradación se tienen en cuenta los afloramientos en sí, no la existencia de posibles observatorios.

15. Sección de interés geomorfológico *Desfiladero de El Beyo*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	El Beyo, Beyu o Los Beyos
Acceso	El desfiladero es atravesado por la carretera N-625, a la salida del valle de Sajambre, después de pasar la localidad de Ribota con dirección Cangas de Onís.
Accesibilidad y tiempo	Desde Oseja de Sajambre se tardan quince minutos en llegar al comienzo de la hoz. El desfiladero es atravesado por la carretera en toda su longitud. Existen varios apartaderos que permiten aparcar el coche.

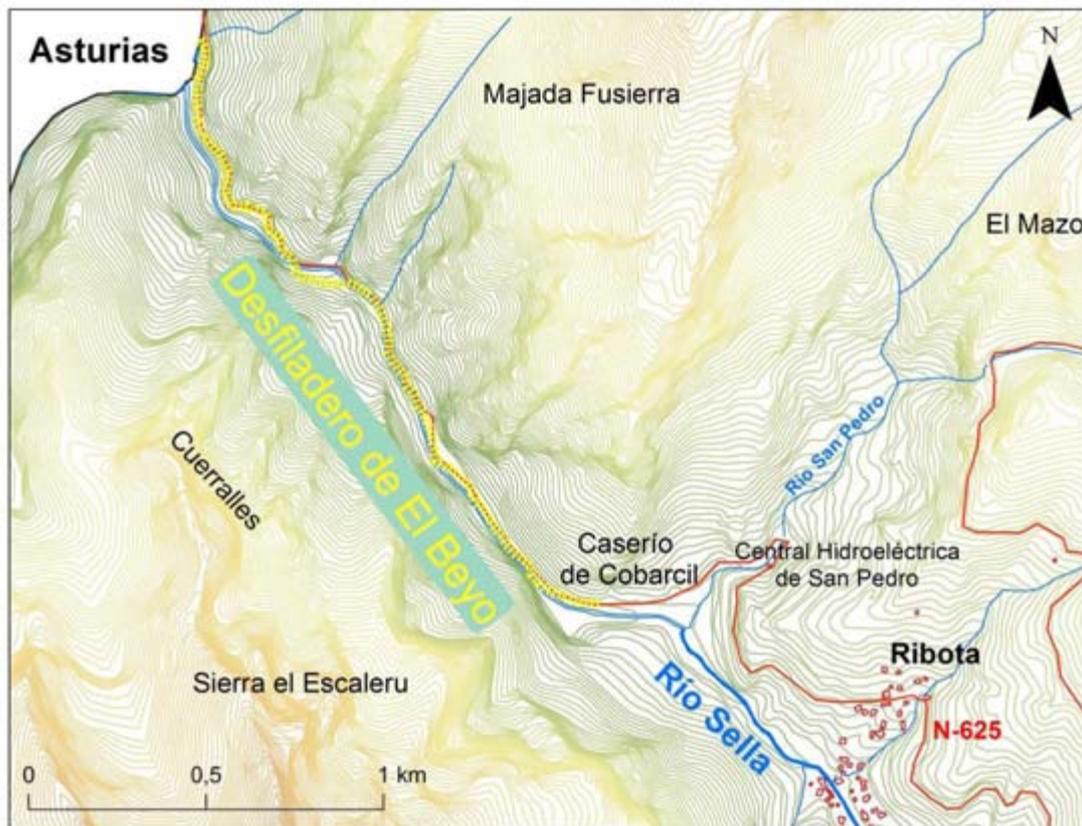


Fig. 2.27: Parte leonesa de la Sección del Desfiladero de El Beyo

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Viseense-Serpukhoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo, calizas y dolomías
Formación/es implicada/s	Alba, Barcaliente y Valdeteja
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Erosión fluvial y kárstica
Edad del proceso	Cenozoico
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno. En el Desfiladero de El Beyo existen lugares donde puede apreciarse bien el perfil de la hoz, a pesar de su angostura.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales
Infraestructuras	En Oseja de Sajambre existen bares, restaurantes, dos hostales y varias casas rurales.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

El Sella, como el resto de ríos de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, presenta un perfil de pendiente muy pronunciada, debido al desnivel que salva desde su nacimiento en la Fuente del Infierno (Puerto del Pontón, León) a 1290 m de altitud hasta su desembocadura en Ribadesella (Asturias). El río Sella se caracteriza por un cauce de trazado rectilíneo, con lechos irregulares, cascadas y rápidos muy frecuentes y presencia de grandes bloques procedentes de las laderas y empujados por las crecidas primaverales. En esta época, la pluviosidad elevada y el deshielo aumentan el caudal del río e incrementan su capacidad de transporte. Al acarrear más cantidad de materiales y de mayor tamaño, la abrasión del sustrato que atraviesa es mucho mayor.

Por todo lo comentado hasta ahora, el Sella posee un poder erosivo muy elevado. Así, en la frontera entre las provincias de León y Asturias, este río ha labrado un *beyu* (en asturiano, paso angosto) para atravesar un paquete de calizas carboníferas muy potente y compacto. Además, en la formación de la hoz ha intervenido también la karstificación inherente a las rocas de naturaleza carbonatada. Los procesos de disolución se evidencian por la presencia en las paredes de la hoz de diversos elementos tanto exokársticos (lapiaces de tipo y tamaño diverso) como endokársticos (pequeñas oquedades, simas...) Estos últimos están conectados por los conductos internos y generan en momentos húmedos la aparición de cascadas. En ocasiones estas cascadas forman travertinos<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> La descripción de este LIG se apoya en la contenida en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORD., 2009a), que fue realizada por Esperanza FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
DESFILADERO DE EL BEYO							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (karstificación e incisión fluvial) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Alterado*			3		
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>23/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias**		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>24/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche					5
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera transitada				4	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 47/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							
COMENTARIOS:							
*El perfil de la hoz está modificado por la carretera que la atraviesa.							
**Es complicado encontrar un lugar de observación desde donde apreciar el conjunto de la estructura.							

16. Área de interés geomorfológico *Glaciarismo en Vegabaño*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Vegabaño
Acceso	Se accede desde Soto de Sajambre, por una pista y posterior senda que sale desde esta localidad con dirección noreste.
Accesibilidad y tiempo	Se tarda una hora y media aproximadamente.

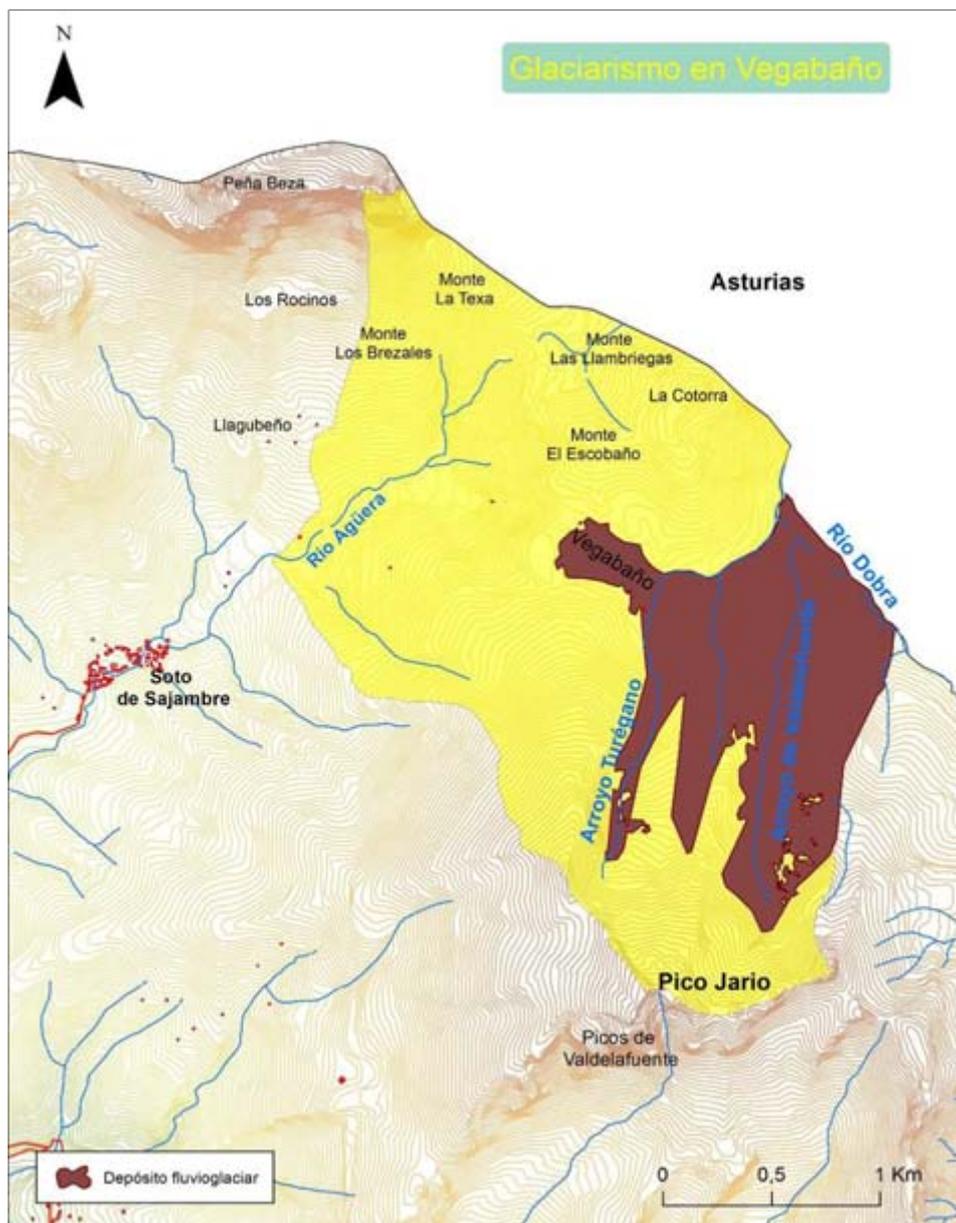


Fig. 2.28: Mapa del área de interés geomorfológico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Ponga
Edad de los materiales geológicos	Se distinguen dos grupos de materiales: 1) de edad Ordovícico Inferior - Superior y 2) de edad Carbonífero (Serpukhoviense - Kasimoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas) y silíceo (cuarcitas, lutitas y areniscas)
Formación/es implicada/s	Barrios, Beleño, Ricacabiello y Sebarga
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y karstificación
Edad del proceso	Cenozoico
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno, a pesar de que el tránsito de vehículos por la pista que asciende a Vegabaño es concurrido.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación importantes, si bien se considera oportuno controlar el tránsito de vehículos hasta el LIG.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico
Evolución previsible	Debe controlarse el uso turístico y que la pista que ascienda a Vegabaño sólo sea utilizada con fines ganaderos.

Infraestructuras	En Vegabaño existe un refugio de montaña guardado.
Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>En la ladera norte del Pico Jario se sitúan dos circos glaciares, uno en la vertiente noreste de pequeñas dimensiones y otro hacia el norte, de configuración bilobulada y que descendería hasta el valle de Carombo. De acuerdo con la interpretación de ALONSO HERRERO (1991a), en la margen izquierda de este último se originó un lago de obturación glaciár en la zona de Vegabaño, que se encuentra a unos 1320-1340 m de altitud.</p> <p>Tras la deglaciación este lago se colmataría por relleno de sedimentos. No obstante, en los alrededores de Vegabaño hoy en día pueden observarse turberas y zonas higroturbosas que suponen vestigios de ese período húmedo. Aunque hasta el momento no han sido estudiados, la turba acumulada podría tener interés paleopalinológico. Adicionalmente, sobre las turberas y tremedales viven actualmente especies vegetales y fúngicas interesantes.</p>	

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
GLACIARISMO EN VEGABAÑO							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo*			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>19/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo*			3		
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se trata de un lugar moderadamente visitado*			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Media**			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>16/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 40/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 16/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Se refiere a Vegabaño, pues el acceso al Pico Jario y sus circos es más complicado.							
**Hay algunos elementos frágiles en el LIG, como las turberas.							

### **El Valle de Valdeón**

En el Parque Regional Picos de Europa se incluye el sector suroccidental del Macizo Central de Picos de Europa (Los Urrieles), aquel que se encuentra dentro de la provincia de León. La porción completa del macizo considerada en este estudio tributa al río Cares. No obstante en el Valle de Valdeón se reconocen dos Áreas complejas diferentes (Área compleja Sierras de Cebolleda-Gabanceda y Área compleja Macizo de Los Urrieles) y un área (área de interés geomorfológico Glaciokarst en la Vega de Llos).

La separación del macizo y de la cuenca alta del río Cares en dos áreas complejas se fundamenta en los siguientes factores: 1) a pesar de pertenecer a la misma cuenca, desde el punto de vista fisiográfico los macizos de Picos de Europa presentan fronteras naturales muy marcadas con respecto al resto del valle; 2) en la cuenca del río Cares existe un límite geológico que separa dos regiones distintas: mientras Los Urrieles se adscriben a la Región de Picos de Europa, la cabecera del río Cares pertenece a la Región del Pisuerga-Carrión. Ello implica que existen diferencias importantes entre ambas áreas; y 3) el Macizo Central está incluido dentro del *Global Geosite* Picos de Europa, mientras que el resto del valle de Valdeón no ostenta este reconocimiento internacional.

#### IV. Área compleja **Sierras de Cebolleda-Gabanceda**

Esta área compleja se compone de tres LIG:

1. Área de interés geomorfológico Morfología glaciar de las Sierras Cebolleda-Gabanceda
2. Mirador de interés tectónico y geomorfológico Piedrashitas
3. Mirador de interés geomorfológico Pandetrave

El Área de interés geomorfológico Morfología glaciar de las Sierras Cebolleda-Gabanceda está compuesta por los valles de los arroyos de cabecera que constituyen la cuenca alta del río Cares.

Adicionalmente se han seleccionado dos LIG de tipología mirador que se ubican en la Región del Pisuerga-Carrión: el Mirador de Piedrashitas y el Mirador de Pandetrave. Su principal característica es que desde ellos se observan las dos regiones geológicas existentes en el valle de Valdeón. Por ello, su interés radica en la apreciación del contacto entre ambas regiones y en la constatación de las diferencias en la naturaleza de las rocas que constituyen las mismas. Éstas, junto con la distinta disposición morfoestructural son las causas de la diferente morfología que muestran en la actualidad los dos territorios colindantes.

17. Área de interés geomorfológico *Morfología glaciar de las Sierras Cebolleda-Gabanceda*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Frañana, Cable, Anzo, Llalambres, Montó, Gildar, Cebolleda, Gabanceda, La Silla,
Acceso	Los valles de Frañana, Cable y Montó tienen una pista que los recorre a lo largo. En el caso de los dos primeros, éstas parten del Camino Viejo de Valdeón. Sin embargo, para subir a Montó se sale desde Prada de Valdeón. Para ascender a los picos y crestas que cierran estos circos no existe senda, de modo que el acceso es sólo recomendado para gente preparada para la alta montaña.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan unas dos horas y media (aproximadamente) en llegar a los circos de Frañana, Cable y Montó por la pista que recorre cada uno de los valles. El tiempo necesario para realizar las aproximaciones a las cimas desde los circos varía pero en todo caso es superior a una hora.

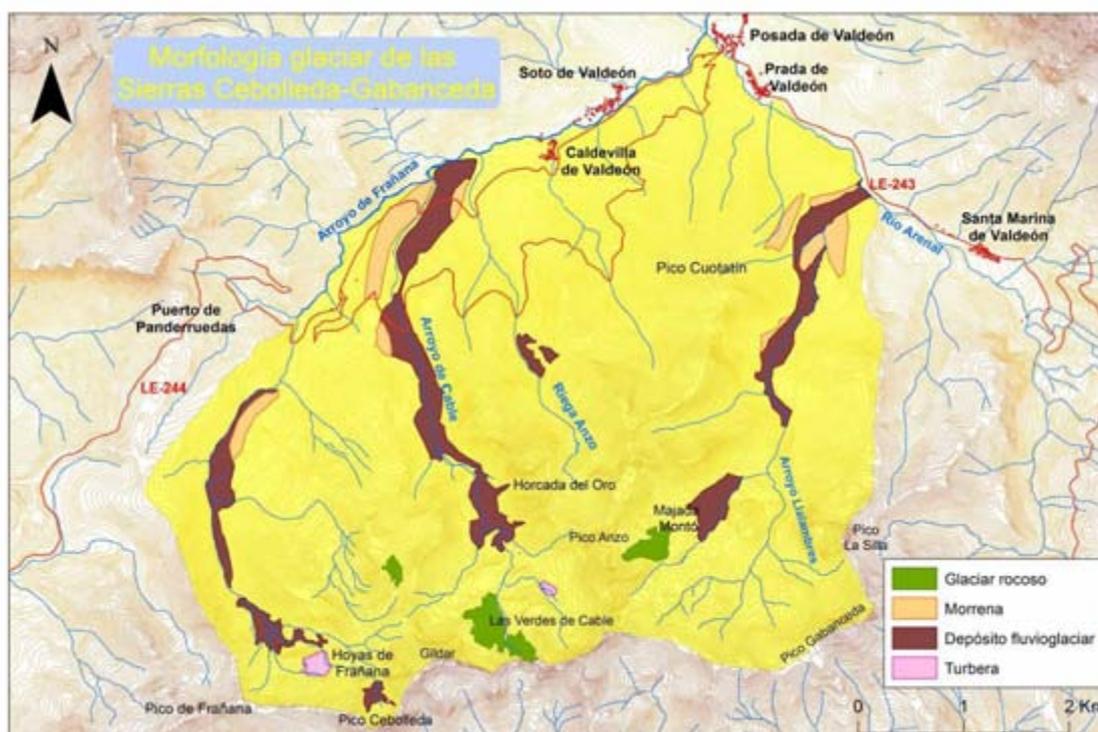


Fig. 2.29: Mapa del área de interés geomorfológico ubicada en la cabecera del río Cares

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Devónico (Eifeliense) – Carbonífero (Kasimoviense)
Litología	Litologías consolidadas, en su mayoría de carácter silíceo (lutitas, areniscas y cuarcitas) y algunos afloramientos aislados de calizas.
Formación/es implicada/s	Cardaño, Gustalapedra, Murcia, Vidrieros, Barcaliente, Valdeteja, Grupo Prioro, Grupo Maraña, Grupo Valdeón
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detecta ningún riesgo de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En el valle da Valdeón hay establecimientos de hostelería variados.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>La Sierra Cebolleda presenta una disposición O-E y separa las cuencas de los ríos Orza al sur y Cares al norte. Al este de la misma y con dirección O-E-NE se levanta la Sierra Gabancheda, que supone la divisoria de aguas cántabro-atlántica entre el Yuso al sur y el Cares al norte. En la vertiente septentrional de la cordal formada por ambas sierras ALONSO HERRERO (1987b; 1990a) reconoce tres circos glaciares con sus respectivos valles en artesa: Frañana, Cable y Llalambres. Se trata de circos de extensión relativamente grande (3-4 km<sup>2</sup>) que presentan en su interior áreas deprimidas con suave pendiente ocupadas por lagunas y turberas (ALONSO HERRERO, 1991b; 2002). Las crestas que cierran los circos por el sur son en su mayoría de cuarcitas. Los afloramientos más importantes de calizas son los olistolitos de las peñas La Silla y Gabancheda, en el borde nororiental de la Sierra Gabancheda, que bordea el circo de Montó (valle de Llalambres). La ruptura de los cantiles por crioclastia y la acción de la gravedad han formado numerosas pedreras y conos de derrubios. En algunos canchales aún se reconocen, aunque muy desdibujados y en muchos casos colonizados por la vegetación, los surcos y crestas propios de su antiguo funcionamiento como glaciares rocosos. Todas estas formas superficiales periglaciares y de gravedad enmascaran la morfología glaciaria de los circos. No obstante, el fondo de los mismos, tapizado de sedimentos fluvio-glaciares, se identifica con facilidad porque estas zonas de suelo más desarrollado y con más cantidad de materiales finos han sido utilizadas históricamente como pastizales y aparecen desprovistas de vegetación de porte alto. Aguas abajo, la artesa de los valles también se encuentra modificada por la incisión fluvial posterior, que rompe las pendientes suaves heredadas del glaciario.</p> <p>Frañana se encuentra en las proximidades del Puerto de Panderruedas y es el circo en que nace el río Cares. Cable es el siguiente afluente por la margen derecha del mismo río. Sin embargo, Llalambres muere en el Arenal, curso que desciende desde el arroyo de Panderruedas y que se une al Cares en las proximidades de Posada de Valdeón. Los tres arroyos presentan un recorrido corto, no superior a 3 km. En ellos se encuentran diversos sedimentos de origen glaciario, entre los que destacan las morrenas laterales por su buen estado de conservación. Son reseñables los dos depósitos morrénicos del Arroyo del Cable, que se encuentran a ambos lados del arroyo y en particular el de la margen izquierda, de dimensiones importantes.</p>	

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
MORFOLOGÍA GLACIAR DE LAS SIERRAS CEBOLLEDA-GABANVEDA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado*		2			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>21/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado*		2			
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Media**			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>11/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 45/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 11/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Éstos son los circos más accesibles del área de estudio, pues existen pistas y sendas que llevan a los mismos. No obstante, si no se puede realizar el camino, desde el Mirador de Piedrashitas se observa claramente la							

morfología glaciar del circo de Frañana.

\*\*Hay algunos elementos frágiles en el LIG, como las turberas.

18. Mirador de interés tectónico y geomorfológico *Mirador de Piedrashitas*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Puerto de Panderruedas, Piedrashitas
Acceso	El mirador se encuentra las proximidades del Puerto de Panderruedas, que separa los valles de Vegacerneja y Valdeón. Se ubica en la carretera comarcal LE-244.
Accesibilidad y tiempo	El mirador se encuentra a 10 minutos andando desde el puerto, en la ladera de la izquierda si se mira hacia Picos de Europa. Primero se sube por una pista forestal, que posteriormente se convierte en una senda.



Fig. 2.30: Ubicación del Mirador de Piedrashitas

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Picos de Europa y Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas, de carácter mixto. La Región de Picos de Europa está constituida en su mayoría por calizas, mientras que la Región del Pisuerga-Carrión presenta materiales variados, con predominio de las litologías silíceas.
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Valdeteja, Picos de Europa y Grupo Valdeón
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Mirador
Proceso/s genético/s	Orogénesis Varisca y orogénesis Alpina
Edad del proceso	Carbonífero (orogénesis Varisca) y Neógeno (orogénesis Alpina)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno. No existe ningún elemento visual que empañe o disminuya el nivel paisajístico del punto.
Riesgo de degradación	En la actualidad no se detecta ningún riesgo de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-Recreativo
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En el puerto hay un aparcamiento y una zona recreativa acondicionada con mesas y fuente próxima. En el valle de Valdeón hay numerosos establecimientos de hostelería.
Material de apoyo	En el mirador hay un panel indicativo de la panorámica. En el puerto se encuentran dos paneles: uno sobre el Parque Nacional y las recomendaciones que se deben seguir en él y otro con rutas señalizadas, pero sin material interpretativo sobre ellas. En Posada de Valdeón se puede visitar la oficina de información del Parque.

### DESCRIPCIÓN

Desde este mirador pueden contemplarse dos regiones geológicas distintas pertenecientes a la Zona Cantábrica y formadas mayoritariamente por rocas de edad carbonífera: la Región de Picos de Europa y la Región del Pisuerga-Carrión.

Por un lado, al fondo, en dirección noreste se observa la Región de Picos de Europa, cuyo rasgo principal es que está constituida predominantemente por rocas calizas, depositadas en una plataforma marina carbonatada. Se ha calculado que en la plataforma marina original se apilaron más de 1000 m de calizas. Por debajo de esta sucesión calcárea, el valle de Valdeón y el mirador pertenecen a la Región del Pisuerga-Carrión, formada por una serie estratigráfica de carácter siliciclástico originada preferentemente en un ambiente marino terrígeno.

Desde un punto de vista estructural, la Región de Picos de Europa se superpone tectónicamente, por cabalgamiento, a la Región del Pisuerga-Carrión. Este proceso se produjo durante la orogénesis Varisca. El resultado de este período de inestabilidad tectónica, que produce en las rocas formadas a partir de los sedimentos de la cuenca marina multitud de fallas, pliegues y cabalgamientos, es la formación de la Cordillera Cantábrica. En concreto, los sedimentos de la Región de Picos de Europa experimentan un apilamiento por mantos, generador del acortamiento de la extensión ocupada por los mismos (se estima un reducción superficial de entre el 50 y el 70%) y un aumento de su potencia, por lo que en la actualidad se acumulan en algunos puntos más de 3000 m de caliza. En cuanto a la Región Pisuerga-Carrión, está formada por una sucesión de anticlinales y sinclinales de vergencia sur, deformados por el empuje de la unidad anterior. El avance de la colisión entre las placas continentales supuso también el desplazamiento de toda la Región de Picos de Europa hacia el sur y su emplazamiento sobre las actuales rocas de La Liébana y Valdeón. El frente de cabalgamiento ha provocado la formación de potentes moles calcáreas, bien representadas en Valdeón en los escarpes de Torre Bermeja, El Friero y Peñas Cifuentes (SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA, 2002).

Así, existen tres rasgos destacados en el paisaje geológico de Piedrashitas: 1) la

observación del frente de cabalgamiento de la Región de Picos de Europa sobre la del Pisuerga-Carrión, 2) la apreciación de la gran potencia de calizas acumuladas en la Región de Picos de Europa (la sucesión de escamas cabalgantes propició un espesor de roca superior a los 3000 m) y 3) la observación de la acción de la erosión en las diferentes litologías, que ha excavado el valle en los sustratos más deleznable de la Región del Pisuerga-Carrión y la resaltado los sustratos más resistentes.

Por otro lado, desde el mirador se ven los dos macizos más occidentales de los tres que componen los Picos de Europa, que son de oeste a este, el Cornión, los Urrieles y el Ándara. Es destacable que se observan varias de las cimas más altas no sólo de los Picos de Europa, sino de la Cordillera Cantábrica, entre las que cabe mencionar la Torre Cerredo (2648 m) y el Llambrión (2640 m), ubicadas en el Macizo Central. Entre ambos edificios calcáreos se desarrolla el valle de Valdeón y, al fondo, puede intuirse la garganta del río Cares, que comienza a la salida del pueblo de Caín, situado a 480 m de altitud. Así, otra de las peculiaridades que caracteriza a Picos de Europa y que se aprecia desde este observatorio es su orografía abrupta. Los desniveles son muy marcados, lo que se debe a la situación de este macizo en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica y muy próxima al mar (unos 25 km de distancia).

Este relieve escarpado conlleva una dinámica de vertientes muy activa, que se materializa en la existencia de numerosas formas relacionadas con la misma, como conos y abanicos de derrubios. Desde el observatorio que constituye este LIG, destacan los numerosos abanicos y conos que tapizan la base del escarpe generado por el frente de cabalgamiento.

Los gradientes de altitud podrían constituir además la causa de que la divisoria de aguas de la Cordillera Cantábrica no se encuentre en el bloque más elevado de la misma (Picos de Europa), como en principio sería esperable. Los Picos de Europa, con unas altitudes de más de 2600 m se ubican a unos 25 km del mar en línea recta. Los ríos que vertebran el macizo deben salvar este desnivel tan acusado en distancias muy cortas. Ello les otorga un perfil muy pronunciado y una capacidad erosiva elevada, mucho mayor que los cursos adscritos a la cuenca del Duero (al otro lado de la divisoria). Esta disimetría podría haber provocado el retranqueamiento hacia el sur de la divisoria de aguas cántabro-atlántica.

No obstante y aunque el retroceso de la divisoria de aguas es un hecho constatable, se desconoce la configuración inicial exacta de la red hidrográfica tras la deformación Alpina. De hecho, MIOTKE (1968) defiende que el levantamiento del bloque de Picos de Europa fue posterior al de las montañas ubicadas al sur, por lo que la red fluvial ya presentaba una configuración similar a la actual cuando éstos se elevaron.

Adicionalmente, desde Piedrashitas y mirando en dirección este se observan las cabeceras de varios de los arroyos que tributan al Cares. Estas zonas están agrupadas y descritas en el LIG Morfología glaciár de las Sierras Cebolleda-Gabanceda (v. pág. 246).

No obstante, desde aquí puede reconocerse su morfología glacial: las partes más altas conservan las formas suaves heredadas de la acción del hielo pleistoceno.

Por último, este mirador constituye la primera parada en el itinerario nº8 diseñado por ADRADOS Y OTROS (2010). Cabe destacar que el siguiente elemento descrito en esta ruta es el dúplex de Pambuches, observable desde Posada de Valdeón. Este rasgo evidencia los numerosos apilamientos de escamas tectónicas y el acortamiento de la plataforma carbonatada acontecido en la Región de Picos de Europa. Por ello, constituye una localidad adicional que complementa la visita a Piedrashitas y ayuda a la comprensión de los procesos observados desde allí.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS TECTÓNICO MIRADOR DE PIEDRASHITAS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (tectónica y modelado del relieve actual) y varias formas derivadas de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>26/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-recreativo y didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede al punto por un paseo corto y sencillo**				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)						
	Extensión superficial (1-5)						
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)						
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)						
	Vulnerabilidad natural (1-5)						
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)						
	Fragilidad (1-5)						
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>LIG tipo mirador</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 49/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: Bajo en general, pero extremadamente vulnerable a cualquier actividad con impacto visual.</b>							
COMENTARIOS:							
*Existen numerosos cabalgamientos de diferentes dimensiones en toda la Zona Cantábrica, pero éste destaca por su magnitud, condiciones óptimas de observación y porque representa el contacto entre dos regiones geológicas.							
**Desde el puerto, al que se accede en coche, también se disfruta de una panorámica buena, en la que se identifica el rasgo de interés. Además, el puerto es accesible para personas con movilidad reducida.							

19. Mirador de interés geomorfológico *Mirador de Pandetrave*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Puerto de Pandetrave
Acceso	El mirador se ubica en el propio Puerto de Pandetrave, en la carretera comarcal LE-243.
Accesibilidad y tiempo	Se accede en coche

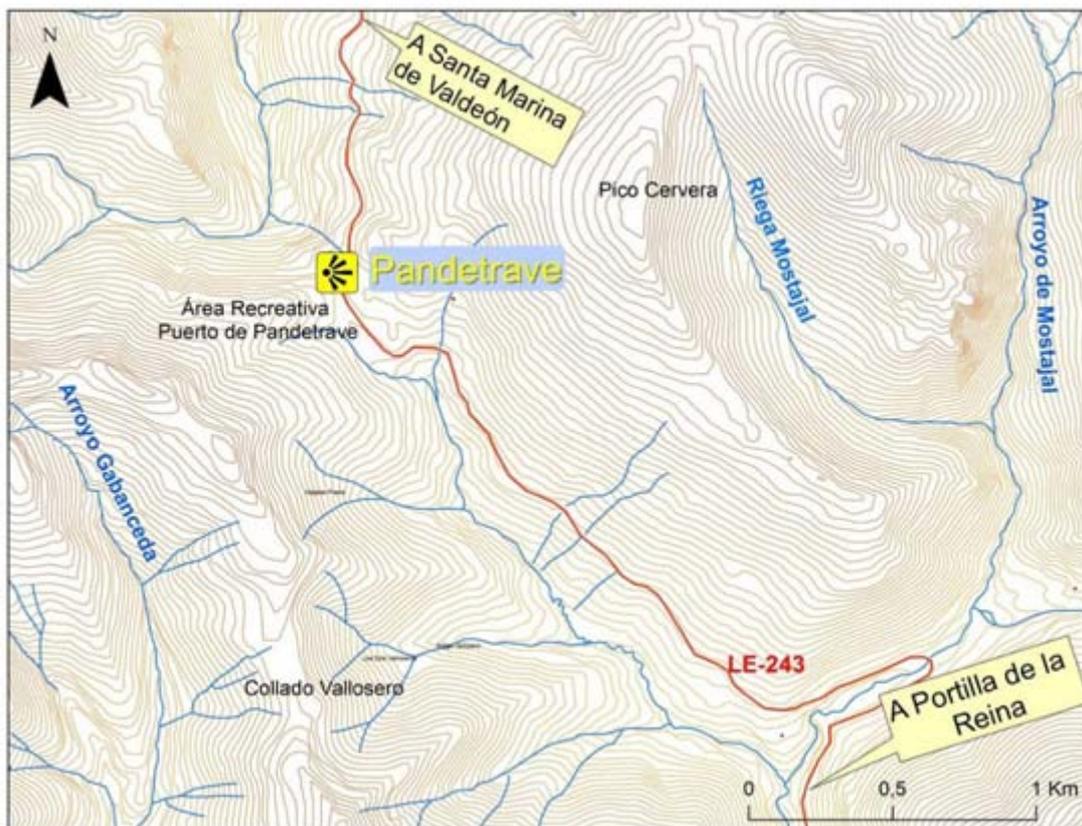


Fig. 2.31: Localización del Mirador del Puerto de Pandetrave

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuega-Carrión y Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas, de carácter mixto. La Región de Picos de Europa está constituida en su mayoría por calizas, mientras que la Región del Pisuega-Carrión presenta materiales variados, con predominio de las litologías silíceas.
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Valdeteja, Picos de Europa y Grupo Valdeón.
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Mirador
Proceso/s genético/s	Sedimentación de materiales. Orogénesis Varisca y Alpina. Relieve diferencial.
Edad del proceso	La sedimentación de los materiales acontece entre el Serpukhoviense-Moscoviense. La orogénesis Varisca es de edad Carbonífero y la orogénesis Alpina es de edad Neógeno. La constitución de las formas de relieve que se observan en la actualidad ocurre a lo largo del Cuaternario.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno para la observación de los tipos de litologías y del relieve diferencial. Bueno para la observación del frente de cabalgamiento.
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	En la actualidad no se detecta ningún riesgo de degradación

<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-recreativo
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Hay espacio para aparcar en el Puerto y existe un área recreativa en las proximidades del mismo. En Valdeón hay establecimientos de hostelería variados.
Material de apoyo	No hay material de apoyo en este punto, pero en Posada de Valdeón puede visitarse la oficina de información del Parque Nacional.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>El Mirador de Pandetrave, de acuerdo con PALACIO (1999), es un observatorio privilegiado de la evolución paleogeográfica, tectónica y morfológica del borde sur de Picos de Europa. No obstante, en el territorio que abarca el presente trabajo, se considera que el mirador más adecuado de estos rasgos es Piedrashitas, descrito con anterioridad (v. pág. 251). Sin embargo, en Pandetrave es destacable la facilidad para percibir el contraste entre la Región de Picos de Europa y la Región del Pisuegra-Carrión (en la que se ubica el mirador y el resto de los territorios que se ven desde él exceptuando los macizos). Además, se pueden observar otros rasgos adicionales.</p> <p>La orogénesis Alpina produce la activación de las fallas variscas y entraña la creación de nuevas fallas en este territorio. Ello conlleva el levantamiento del conjunto calcáreo de la Región de Picos de Europa con respecto a las fosas tectónicas intramontañosas de Liébana, Valdeón y Sajambre. Con posterioridad, la erosión diferencial de los materiales que componen ambas regiones supone la acentuación de la posición elevada de Picos de Europa respecto a los valles que rodean los macizos. El Mirador de Pandetrave constituye un punto excepcional para explicar las diferencias entre las rocas de naturaleza calcárea y las de naturaleza silícea, así como el relieve diferencial. Las litologías calcáreas (Región de Picos de Europa) se caracterizan por un color blanco-grisáceo y porque en esta zona carecen de vegetación. Además, la dureza de estos materiales y su resistencia a la erosión ha motivado que destaquen en el relieve. En contraste, las litologías de carácter siliciclástico, en particular las lutitas predominantes en esta área, se caracterizan por sus colores pardos oscuros y negros y por una menor resistencia a la erosión. En este marco, el valle de Valdeón es el resultado de la excavación fluvial (y glaciar en las cabeceras) de las facies detríticas, mucho más deleznable que las carbonatadas. Por ello, aparecen cubiertas de vegetación, destacando las grandes extensiones de hayedo en un estado de conservación excelente.</p>	

Pero Picos de Europa no son las únicas peñas calcáreas que se observan desde este mirador. En dirección oeste (Región del Pisuerga-Carrión), hay dos cumbres que destacan en la Sierra Cebolleda por su relieve y su nula cubierta vegetal. Se trata de la Peña de La Silla y la Peña Gabanceda, ambas compuestas por calizas carboníferas y que se encuentran completamente rodeadas por las rocas siliciclásticas cubiertas de vegetación. La localización actual de estas moles de caliza en el interior de una serie detrítica se explica porque se trata de olistolitos deslizados desde la plataforma carbonatada hasta las zonas más profundas de la cuenca sedimentaria.

Por otro lado, en los taludes de la carretera que atraviesa el Puerto de Pandetrave puede observarse el estratotipo de la Formación Pandetrave (descrita con detalle en LIG Estratotipo de las Formaciones Panda y Pandetrave, v. pág. 299). Aunque la formación presenta unas características sedimentológicas complejas, los afloramientos de esta localidad son adecuados para observar las características de una serie turbidítica constituida por una alternancia rítmica de areniscas y lutitas.

Por último, es destacable que el itinerario nº6 propuesto por ADRADOS Y OTROS (2010) en la guía geológica del Parque Nacional arranca en este punto. En dicho itinerario se visitan y explican algunos de los rasgos comentados en esta descripción.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO						
MIRADOR DE PANDETRAVE						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	× ×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		× ×
	Importancia (1-5)	Regional			3	
	Validez como modelo	Muy válido			3	× ×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (sedimentación, tectónica, erosión diferencial) y varios elementos derivados de los mismos			3	× ×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	× ×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>23/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-recreativo			3	× ×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	× ×
	Accesibilidad (1-5)	Se encuentra en una carretera transitada				5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	× ×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3	
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>25/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)					
	Extensión superficial (1-5)					
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)					
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)					
	Vulnerabilidad natural (1-5)					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)					
	Fragilidad (1-5)					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>LIG tipo mirador</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 48/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: Bajo en general,</b>						
<b>pero extremadamente vulnerable a cualquier actividad con impacto visual.</b>						

## V. Área compleja **Macizo de Los Urrieles**

Esta área compleja está formada por los siguientes LIG: 1) Sección de interés geomorfológico Desfiladero del Cares; 2) Área de interés geomorfológico Canal de Dobresengos; 3) Área de interés geomorfológico Canal de La Sotín; 4) Área de interés geomorfológico Vega de Liordes y 5) Área de interés geomorfológico Peñas Cifuentes (Torre del Friero-Pedavejo).

Los Picos de Europa están constituidos por tres macizos, que son, de oeste a este: El Cornión, Los Urrieles y el Ándara. Los tres bloques se encuentran bordeados y separados entre sí por los cursos de los ríos Dobra, Cares, Deva y Duje. El Cares se ubica dentro del territorio de estudio y supone el límite occidental del Parque Regional. Este río ha horadado una garganta entre los macizos occidental y central de Picos de Europa, que constituye el primer LIG del Área compleja.

El relieve de Picos de Europa es consecuencia de la interacción de cuatro factores: la karstificación, el glaciario pleistoceno, los procesos fluvio-torrenciales y la acción de la gravedad. Todos ellos, como plantean FROCHOSO (1980) Y ALONSO OTERO Y OTROS (1981), se encuentran guiados por las morfoestructuras a gran escala y la fracturación local. Por ejemplo, los jous característicos del relieve picoeuropeo se consideran depresiones de origen glaciokárstico (SMART, 1986). Pero éstas tienen a veces un origen estructural (por ejemplo, el Área de interés geomorfológico Vega de Liordes) y se asientan generalmente en zonas de debilidad, como son los cruces de fracturas o diaclasas. En estos accidentes tectónicos, la erosionabilidad de la roca es mayor y la karstificación progresa rápidamente formando cubetas. Como indica MIOTKE (1968), los glaciares cuaternarios aprovechan la morfología kárstica preexistente, de modo que los circos de acumulación se instalan en las áreas deprimidas y continúan con su excavación. Asimismo, CASTAÑÓN Y FROCHOSO (1986) explican la relación de muchos umbrales glaciares con escarpes de falla. De acuerdo con FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), los hielos pleistocenos se instalan en un relieve preglaciar irregular e intrincado, que resulta muy favorable debido, por un lado, a la altitud del macizo y, por otro, a que la sucesión de jous en el interior del mismo crea unas condiciones inmejorables para la retención de la nieve y su posterior transformación en hielo glaciar. A su vez, las canales de Picos de Europa también son elementos de génesis mixta compleja que se han constituido por la acción del glaciario sobre el relieve fluvio-kárstico previo. Con posterioridad los procesos periglaciares, fluvio-torrenciales y gravitacionales han retocado este tipo de formas.

En la primera interpretación de la geomorfología glaciar de Los Urrieles, realizada por OBERMAIER (1914), el autor destaca la cantidad de formas generadas por el hielo existente en este macizo. Aunque este investigador no hace estimaciones de las magnitudes exactas de la misma, sí presupone una enorme masa de hielo ocupando el macizo. Según lo expuesto por MIOTKE (1968), durante el máximo glaciar los Picos de

Europa estuvieron cubiertos por el hielo y de los macizos sólo sobresalían las crestas y cumbres principales, a modo de *nunataks*. Desde la zona central descendían las lenguas de hielo por los diferentes valles y canales. En el borde occidental del Macizo Central y dentro del territorio del presente estudio hay cinco canales con dirección este-oeste que comunican el Cares con las cumbres del macizo. Estas canales son, de norte a sur: la canal del Agua, Dobresengos, Moeño, Mermejo y La Sotín. De acuerdo con las reconstrucciones de SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA (2002) y GONZÁLEZ TRUEBA (2006), aunque todas ellas fueron ocupadas por una masa de hielo de mayor o menor entidad, sólo Dobresengos y La Sotín se encontraban comunicadas con el gran glaciar asentado en el centro del macizo. Por ello, son elegidas como LIG. La primera de ellas (Área de interés geomorfológico Canal de Dobresengos) presenta grandes dimensiones e incluye la totalidad de la cuenca que vierte a Dobresengos (Jou del Traslambrión, Circo de la Palanca, Torre Celada, Hoyo Grande, Hoyo Cimero, Hoyo Bajero, etc.). Por su parte, el LIG Área de interés geomorfológico Canal de La Sotín incluye a su vez el complejo glaciar Torre Blanca-Hoyo de los Llagos. Además, se ha definido un último LIG en el área de Peñas Cifuentes, en el borde sur del Macizo Central, donde existen depósitos glaciares en buen estado de conservación.

Por último cabe mencionar que en esta área compleja se encuentra un rasgo de interés que no ha sido desarrollado como LIG debido a las dificultades que entraña su conocimiento pero que tiene gran relevancia. Se trata de las simas kársticas de Picos de Europa. Los macizos piceo-europeos presentan uno de los sistemas endokársticos más importantes del mundo. En el interior de este potente espesor de calizas se desarrolla un conjunto de cavidades kársticas de enorme profundidad. De hecho, de las diez simas de más de 1500 m que existen en el mundo, dos se encuentran en Picos de Europa: 1) la sima del sistema Torca del Cerro del Cuvón-Torca de las Saxifragas (Asturias) y 2) la sima de la Cornisa-Torca Magali, a la que se accede desde el Hoyo del Llambrión y que se encuentra por tanto dentro del perímetro del área compleja aquí descrita.

20. Sección de interés geomorfológico *Desfiladero del Cares*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Peguera, Los Pingüeros, Desfiladero del Cares
Acceso	Desde Posada de Valdeón se desciende por la carretera que se dirige a Caín. Unos 500 m antes de llegar a esta localidad se encuentra el paraje de la Peguera, donde hay unos invernales y se puede dejar el coche. En este punto ya se observan algunos de los rasgos de interés del LIG, que continúan hasta el pueblo de Caín y más allá de éste, a lo largo de los 12 km separan esta localidad de Poncebos, ya en Asturias (fuera del territorio de estudio).
Accesibilidad y tiempo	Desde la Peguera a la entrada de la hoz se tardan aproximadamente 45 minutos caminando. El camino desde aquí hasta Poncebos lleva unas tres horas.

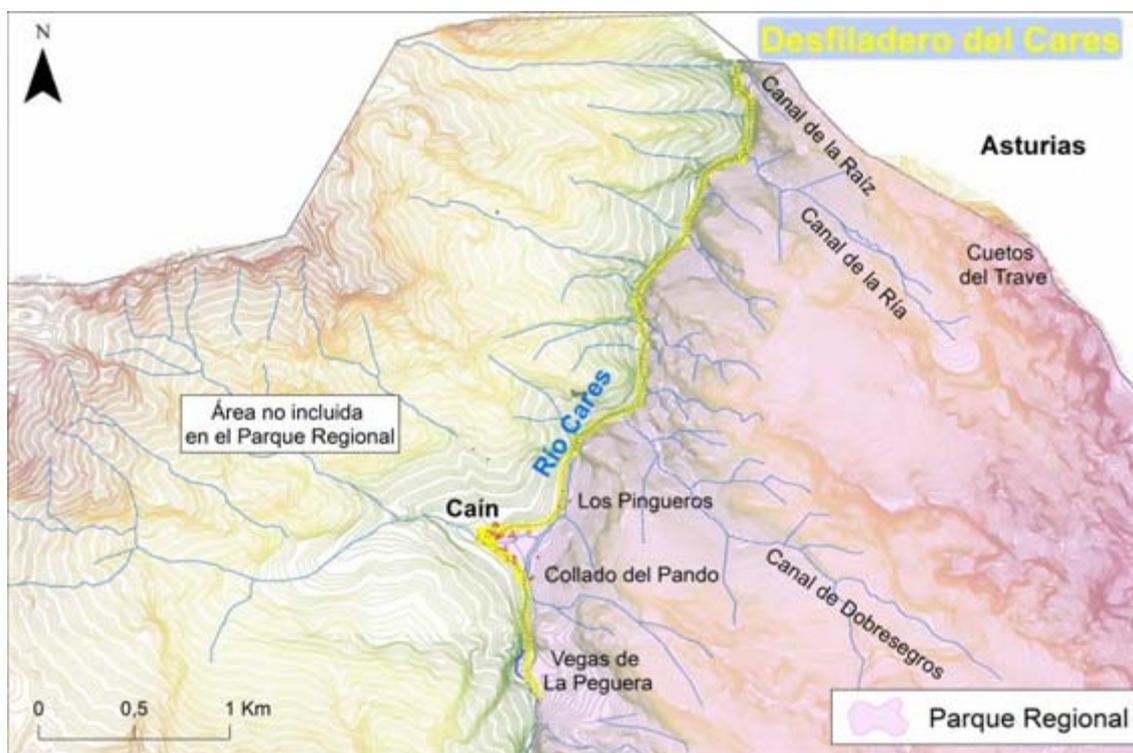


Fig. 2.32: Mapa de la parte leonesa del Desfiladero del Cares

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica. Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Viseense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas, en su mayoría calcáreas. En la zona entre la Peguera y Caín afloran también algunas litologías silíceas.
Formación/es implicada/s	Alba, Barcaliente, Valdeteja y Picos de Europa
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Dinámica fluvial y karstificación. Debido al desnivel pronunciado, tiene importancia también la dinámica de laderas.
Edad del proceso	Según MARTÍNEZ GARCÍA Y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1984), tras la orogénesis Alpina comenzaría el establecimiento e incisión de la red hidrográfica actual, produciéndose la profundización de las gargantas fluviales y la separación progresiva de los tres macizos de los Picos de Europa. Este período se caracteriza por un clima cálido y húmedo donde la labor erosiva de la escorrentía superficial debió de poseer una gran importancia morfogenética, produciendo la excavación de los valles hasta niveles próximos a los actuales. En este sentido y tomando como base la interpretación de FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a) para otras hoces de la Cordillera Cantábrica, la parte superior del desfiladero, de perfil transversal más abierto, sería un relicto de la vertiente de un paleovalle fluvial que disectó el paleorelieve inicial. El paleovalle se formaría en el Cenozoico pre-Cuaternario. Sin embargo, el tercio inferior del perfil es prácticamente vertical y constituye la verdadera hoz. Su formación se debe al encajamiento de la red fluvial reciente, desde el Pleistoceno hasta la actualidad. Este proceso se aceleraría en las etapas de deglaciación.

<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno, en particular en la zona hasta el comienzo de la hoz (aunque es atravesada por la carretera). A partir de aquí el valor del punto disminuye, pues el perfil del desfiladero está modificado por la existencia del camino tallado en la roca, una presa y un canal, que modifican las condiciones naturales del cauce.
Afloramiento	Bueno, por los mismos motivos mencionados con anterioridad.
Riesgo de degradación	Dada la afluencia masiva de visitantes que presenta, se detectan riesgos de degradación en los elementos más frágiles (los travertinos) y en las condiciones de naturalidad del cauce. Además, la elevada pendiente genera numerosos desprendimientos de bloques, que no varían excesivamente la morfología de la hoz pero que suponen un peligro para los visitantes.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico
Evolución previsible	La afluencia masiva de turistas en verano y la falta de control sobre su comportamiento entrañan riesgos de degradación potenciales.
Infraestructuras	En Caín existen aparcamientos y establecimientos de hostelería de todo tipo.
Material de apoyo	Después del pueblo de Caín, a la altura de los Pingueros, hay un cartel interpretativo sobre el camino del Cares y el treparriscos, y otro sobre las recomendaciones necesarias para la visita al Parque Nacional.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>El río Cares nace en Frañana, en las proximidades del Puerto de Panderruedas, unos 17 km en línea recta antes del comienzo de la famosa garganta del Cares. Este desfiladero ha sido excavado por el río para atravesar las competentes calizas que constituyen los macizos de Picos de Europa, separando los macizos Occidental y Central. La profundización del río Cares ha sido de una magnitud enorme, de modo que en determinados puntos alcanza los materiales de la Región del Pisuerga-Carrión</p>	

ubicados por debajo de la potente serie de calizas de Picos de Europa.

Aunque el tramo más visitado de la sección es desde Caín hacia el norte, existen algunos rasgos interesantes antes de llegar a esta localidad y por eso el LIG se extiende hacia el sur hasta el paraje denominado La Peguera. Entre ellos, cabe destacar la posibilidad de apreciar diversas evidencias de los procesos geomorfológicos generadores de relieve.

En primer lugar, en la vega de La Peguera puede observarse el cauce del río. Se trata de un fondo de valle de un río de alta montaña, con desarrollo muy escaso y cuyo cauce contiene bloques de grandes dimensiones, que implican una capacidad de carga importante y períodos de alta energía. Otra de las características observables es la dinámica estrechamente ligada a las condiciones meteorológicas. Este hecho aumenta la probabilidad de los episodios de riadas, en particular a principios de la primavera, cuando confluyen la época de lluvias y el deshielo. En los alrededores de La Peguera, se conservan aún los efectos de la crecida acontecida en el año 1980, que produjo la destrucción de los márgenes del cauce en muchas zonas.

Por otro lado, en las vertientes de este valle son frecuentes los movimientos gravitacionales. Como se detalla en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), la apertura de las hoces provoca en los macizos calcáreos una descompresión que favorece la dinámica gravitacional en las vertientes rocosas de la hoz. Ello intensifica las caídas de bloques y deslizamientos. En ocasiones, éstos obstruyen temporalmente el cauce del río y producen importantes variaciones en su dinámica (ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS, 2010).

Además, en el trayecto entre la La Peguera y Caín pueden observarse algunos depósitos fluviales interesantes. En las proximidades de esta zona y en la pared de la margen izquierda aflora un depósito fluvial plio-pleistoceno. En él se observan estructuras sedimentarias de depósito, entre las que destaca la estratificación cruzada. Este tipo de depósitos, constituidos por materiales de diferente tamaño (arenas, gravas y cantos redondeados) indica variaciones del caudal de gran magnitud en el tiempo y por tanto, períodos de diferente energía y capacidad de carga y transporte por parte del cauce. ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS (2010) explican las peculiaridades e información aportada por otro depósito fluvial localizado unos 150 m antes de llegar a la localidad de Caín.

El Cares forma una garganta muy famosa por la espectacularidad de su paisaje. De acuerdo con OBERMAIER (1914), el desfiladero sigue una línea de fractura. La gran energía de las aguas del río Cares ha producido esta angosta hendidura en las calizas por disolución y abrasión en el fondo y los laterales provocada por las arenas, gravas y cantos transportados. Adicionalmente, y como evidencian algunos restos de espeleotemas o rellenos de cuevas colgados en las paredes del desfiladero, en su excavación el río secciona cavidades internas. El derrumbe y conexión de estas cuevas

con el exterior colabora en el ensanchamiento y profundización del valle.

En el perfil transversal de la hoz se reconocen al menos dos sectores distintos, que se corresponden con procesos y momentos diferentes (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a). Por un lado, los dos tercios superiores tienen un perfil de V muy abierta y a continuación, el tercio inferior, presenta un perfil angosto, marcado por las paredes prácticamente verticales. GONZÁLEZ TRUEBA (2006) reconoce un tercer sector constituido por la franja de altitud de 50-75 m sobre el nivel del cauce actual. Se trata de una zona de pendiente aún más pronunciada, en la que la profundización de la hoz debe haber sido más rápida que en los episodios anteriores. Este autor lanza la hipótesis de que la responsable de la última etapa de incisión mayor de la garganta del Cares sería la fusión de los hielos glaciares que ocupaban los macizos, ya que localiza indicios similares en el Duje, la Riega del Tejo, la canal de Moeño o la canal de La Sotín. En cualquier caso, y según OBERMAIER (1914) la erosión de la garganta habría continuado con intensidad en épocas post-glaciares.

Por otro lado, en la garganta pueden observarse diversas estructuras tectónicas, como pliegues, cabalgamientos y fallas producidas por la orogénesis Varisca. Uno de los más destacables son varias escamas de cabalgamiento, fácilmente identificables en la margen izquierda del desfiladero (junto a la senda) porque habitualmente tienen la base de despegue en los niveles de caliza griotte de la Formación Alba. ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS (2010) relacionan las canales que cortan perpendicularmente el Cares con el plano de superposición de las escamas cabalgantes. Además, estos autores resaltan el interés de otro rasgo tectónico cercano a la localidad de Caín: el denominado dúplex de la hoz de Caín, en la muralla occidental de la hoz.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
DESFILADERO DEL CARES							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Muy común	1			×	×
Importancia (1-5)		Nacional				4	
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Varios procesos (dinámica fluvial, gravitacional y karstificación) y varias formas derivadas de los mismos			3	×	×
Estado de conservación (1-5)		Alterado			3		
Valor estético o paisajístico		Alto			3	×	×
Valor científico o geohistórico		Bajo	1			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico y didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo*				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 hectáreas					5
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con levemente reducida*		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo*				4	
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 hectáreas	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	En un lugar con gran afluencia de público					5
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja**	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media***			3		
	Fragilidad (1-5)	Media****			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>18/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 44/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 18/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Entre la Peguera y Caín, el único camino posible es la carretera, que es muy angosta y presenta muchas zonas con poca visibilidad. Además, durante el verano el tráfico es fluido.							

\*\*Los depósitos fluviales colgados en las paredes de la hoz se erosionan rápidamente debido a la elevada pendiente y a las caídas de bloques.

\*\*\*Los travertinos son elementos fácilmente degradables y se encuentran en lugares muy accesibles.

\*\*\*\*Hay algunos elementos frágiles, como las turberas desarrolladas en algunos puntos entre La Peguera y Caín.

21. Área de interés geomorfológico *Canal de Dobresengos*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Dobresengos, Torre Celada, Hoyo Bajero, Hoyo Grande, Jou del Trasllambrión, Torre del Llambrión, Torre de la Palanca, Torre Cerredo, Pico de los Cabrones
Acceso	<p>Se puede acceder desde la garganta del Cares. Dobresengos sale a la derecha de la garganta si se va desde Caín, a unos 2 km de esta localidad, en el paraje denominado Casielles. También existe una senda que parte de Caín y conduce a una zona más elevada de la canal.</p> <p>Desde Cantabria existe un acceso más sencillo porque puede utilizarse el teleférico (aunque el resto del camino también es una ruta de alta montaña). Desde El Cable se llega al refugio de Cabaña Verónica y una vez allí se continúa en dirección oeste. Se atraviesa la Collada Blanca y se llega al Jou del Trasllambrión.</p>
Accesibilidad y tiempo	En cualquier caso el acceso implica una ruta de alta montaña, recomendable sólo para personas preparadas para ella. La ascensión por Dobresengos a la zona de los jous lleva unas cuatro horas de camino. Desde el paraje de El Cable hasta el Jou del Trasllambrión hay unas tres horas caminando.

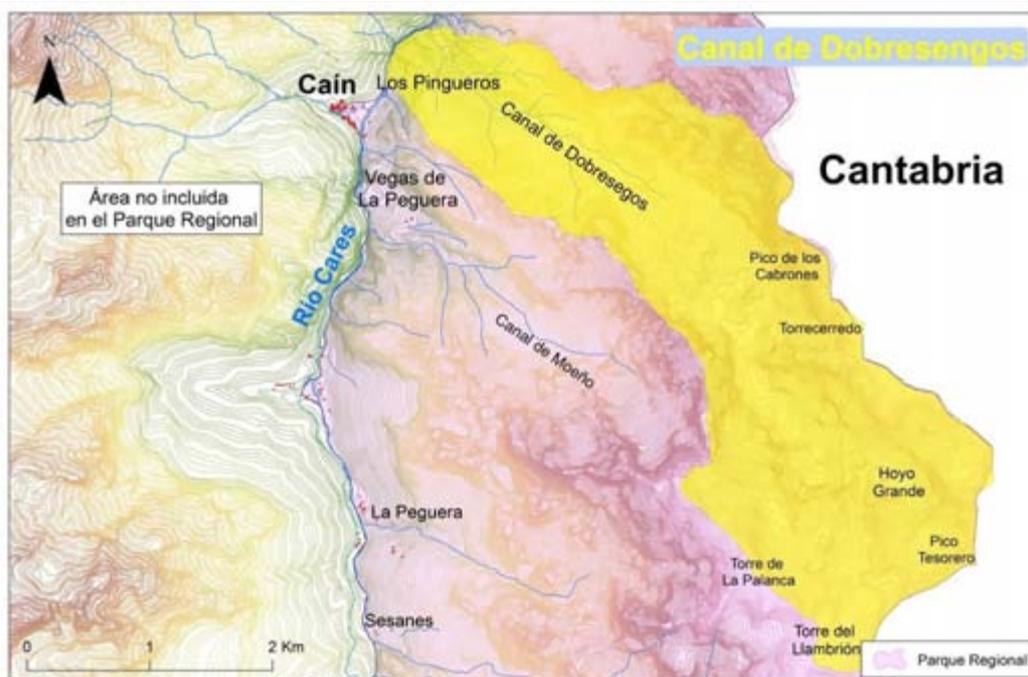


Fig. 2.33: Mapa del área denominada Canal de Dobresengos

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Valdeteja y Picos de Europa
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Karstificación, dinámica fluviotorrencial, glaciario, periglaciario y dinámica gravitacional.
Edad del proceso	La karstificación y las dinámicas fluviotorrencial y gravitacional acontecen en el macizo desde su constitución. GONZÁLEZ TRUEBA (2006) describe dos momentos de karstificación intensa, de edad prepérmica y tardialpina. El glaciario ocurre en el Pleistoceno. No obstante, en este LIG existen restos pertenecientes a la pulsación fría denominada Pequeña Edad del Hielo. Por otro lado, los fenómenos periglaciares se han prolongado desde el Pleistoceno durante el Holoceno.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación importantes.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (montañismo)

Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En el Jou de los Cabrones (al que se accede desde Dobresengos por la Horcada de Caín) se encuentra el refugio de montaña de Ramón Lueje. También relativamente cerca del Jou del Trasllambrión se encuentra el refugio de Cabaña Verónica. Por otro lado, en Caín existen establecimientos de hostelería de todo tipo.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

Esta área de interés geomorfológico tiene su límite oriental en la cresta que une las cumbres de Torre Celada (2470 m), La Palanca (2614 m), El Llambrión (2642 m), Torre Blanca (2642 m), Pico Tesorero (2570 m), Las Arenizas (2520 m), Torre del Oso (2476 m), Torre Coello (2578 m), Torre Cerredo (2648 m) y Los Cabrones (2533 m) hasta el Pico Dobresengos (2395 m). Su límite oeste coincide con la desembocadura de la canal en la garganta del Cares. Así, el área comprende un sistema de jous (Jou del Trasllambrión, Circo de La Palanca, Hoyo Grande, Hoyo Cimero, Hoyo Bajero...) incididos por el hielo al abrigo de las crestas y la canal por la que descendía el hielo acumulado en ellos en época glaciario.

De acuerdo con la hipótesis de GONZÁLEZ TRUEBA (2006), el hielo procedente de los circos de cabecera de esta zona era incrementado por varias difluencias glaciares que ponían en contacto el sector con el glaciario del Deva a través de la Collada Blanca (2352 m) y con el del sistema Urriellu-Bulnes, a través de la Horcada de Caín. Este autor ha calculado un espesor de hielo de unos 400-500 m y una lengua de 6,2 km de longitud y 1,2 km de anchura máxima, que superaba más de 1500 m de desnivel hasta el final de la canal. Su frente se situaría a 490 m de altitud, constituyendo la cota más baja de todos los frentes glaciares registrados en el macizo. Sin embargo, en la canal de Dobresengos no se han encontrado restos de depósitos glaciares. Es probable que su ausencia se deba a la erosión de los mismos en un medio de pendientes tan pronunciadas y con procesos fluvio-torrenciales muy marcados. OBERMAIER (1914) indica que el destino a corto plazo de los depósitos glaciares suspendidos en la garganta del Cares es el propio río. A su vez, GONZÁLEZ TRUEBA (2006) apunta a la pendiente como posible causa de la ausencia de depósitos, al motivar que las lenguas glaciares sean muy inestables y desciendan con rapidez, lo que disminuye su poder erosivo. Así, en esta zona, este investigador determina la distribución del hielo gracias a las formas de erosión, principalmente de abrasión, que muestran un cambio claro en el perfil transversal del valle.

Además de las evidencias del glaciario pleistoceno, en el Jou del Trasllambrión y en la cara norte de la Torre de la Palanca se observan arcos morrénicos de pequeña

entidad, desprovistos de cubierta edáfica y vegetal y que en ocasiones aún conservan el pulido y estriado. Se trata de depósitos asociados a la pulsación fría histórica que se denomina Pequeña Edad del Hielo. Estas evidencias se localizan en puntos aislados del Macizo Central, en concreto en el Jou Negro, el Jou del Traslambrión y la cara norte de La Palanca. De los glaciares de aquel periodo, quedan aún en la actualidad algunos parches de hielo glaciar. Las primeras descripciones de los glaciares de Picos de Europa datan del siglo XIX (DE PRADO, 1860; SAINT-SAUD, 1922). Más recientemente han sido estudiados por GONZÁLEZ SUÁREZ Y ALONSO (1994), ALONSO Y GONZÁLEZ SUÁREZ (1998), SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA (2002), GONZÁLEZ TRUEBA (2005) y GONZÁLEZ TRUEBA (2006).

Los trabajos mencionados constatan la existencia de un cuerpo de hielo estratificado dentro de este LIG, en concreto en el Jou del Traslambrión a una altitud de 2350-2450 m. Se trata de una placa adosada a la pared y sepultada en gran parte por derrubios gravitatorios. El jou se encuentra enmarcado por un arco morrénico caracterizado por su frescura y buen grado de conservación, lo que refuerza su origen histórico.

Desde las primeras citas hasta la actualidad los glaciares de Picos de Europa han sufrido un fuerte retroceso quedando hoy día reducidos a pequeños heleros. En los últimos años se ha observado una gran pérdida de hielo en los principales heleros (Traslambrión y Jou Negro) constatada desde los estudios de GONZÁLEZ SUÁREZ Y ALONSO (1994) a los más recientes de GONZÁLEZ TRUEBA (2006). Según SERRANO Y OTROS (2010) este retroceso está en torno al 50% en sólo 13 años. En concreto en el helero de este LIG, GONZÁLEZ TRUEBA (2006) localiza tres molinos superficiales que canalizan las aguas de fusión supraglaciar y no encuentra grietas de tracción, por lo que achaca la extrusión de finos observada a la fusión del hielo y no a una posible dinámica glaciar.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO CANAL DE DOBRESENGOS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (glaciarismo, periglaciarismo, karstificación) y varias formas derivadas de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>27/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes**	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida.					×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes**					5
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Es un lugar moderadamente transitado		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Alta					5
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>15/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 47/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 15/35</b>							
COMENTARIOS:							
*La conservación de restos de la Pequeña Edad del Hielo es un hecho insólito en toda la Cordillera Cantábrica.							
**Se accede por sendas de alta montaña poco marcadas y transitadas.							

22. Área de interés geomorfológico *Canal de La Sotín*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Vega de Sotín, Canal de La Sotín, Collado de la Padiorna, Jou de los Llagos
Acceso	Se accede desde Cordiñanes por una senda de montaña.
Accesibilidad y tiempo	Se trata de una ruta de montaña y por tanto, sólo accesible para personas preparadas para la misma. En llegar hasta el hayedo de Sotín se tarda aproximadamente una hora, hasta la Vega, media hora más y tres horas en total hasta el Collado de la Padiorna.

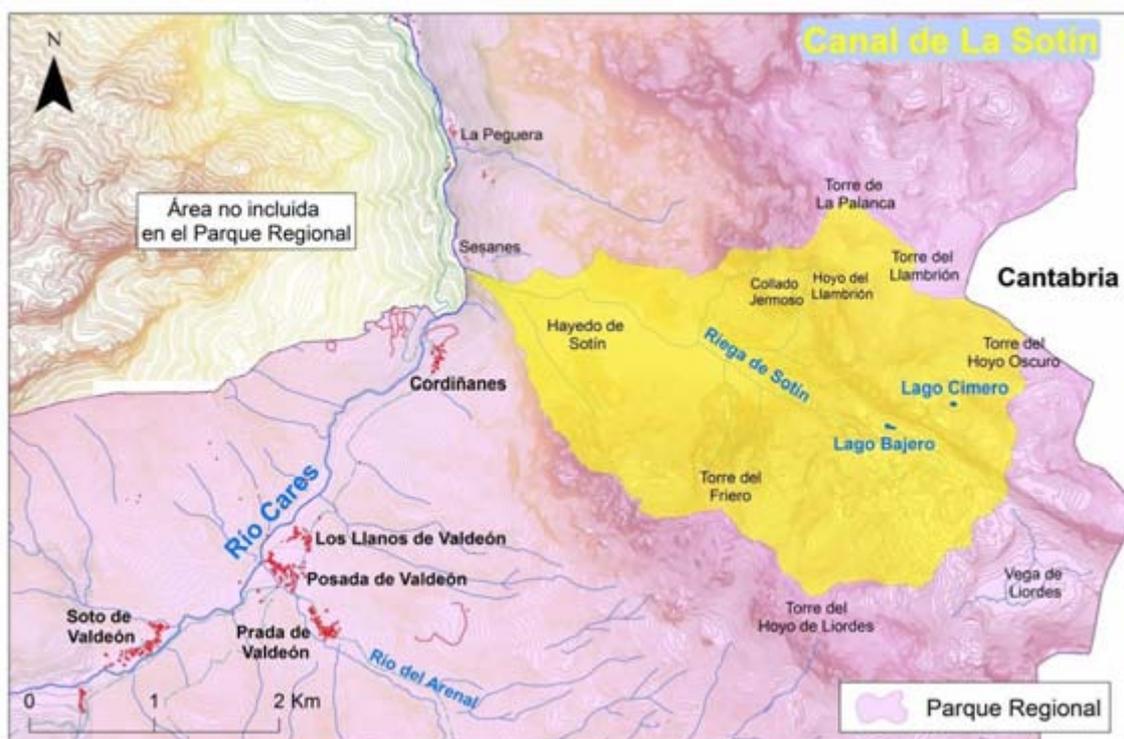


Fig. 2.34: Área de interés geomorfológico Canal de La Sotín

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Valdeteja y Picos de Europa
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Karstificación, dinámica fluvio-torrencial, glaciario, periglaciario y dinámica gravitacional.
Edad del proceso	La karstificación y las dinámicas fluvio-torrencial y gravitacional acontecen en el macizo desde su constitución como tal. GONZÁLEZ TRUEBA (2006) describe dos momentos de karstificación intensa, de edad prepérmica y tardialpina. El glaciario ocurre en el Pleistoceno y el periglaciario desde el retroceso de los glaciares hasta la actualidad.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (montañismo)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En Collado Jermoso (relativamente próximo al LIG) hay un refugio de alta montaña guardado desde primavera hasta otoño. En Cordiñanes hay un hostel y bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

Este LIG incluye el Jou de los Llagos y la canal de La Sotín. El Jou de los Llagos se encuentra delimitado por el noreste por el Grupo Llambrión-Torre Blanca-Tiro Llago y por el suroeste por las Torres del Frierio y Salinas. Además, el Collado de la Padiorna lo cierra por el este y lo separa de la Vega de Liordes. El jou ha sido profundizado por una lengua glaciár que procedía del circo situado en la cara sur del Llambrión y se encuentra cubierto de materiales transportados por ella. Dicha lengua descendía por la canal de La Sotín y, de acuerdo con SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA (2002), GONZÁLEZ TRUEBA (2006) y ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS (2010), durante el máximo glaciár, rebosaba la cubeta del Hoyo de los Llagos y se comunicaba con el campo de hielo de la Vega de Liordes. Asimismo, el glaciár de la canal de La Sotín recibía más abajo también aportes de las lenguas que descendían de la cara norte del sector del Frierio y la Torre del Hoyo Chico.

El Jou de lo Llagos tiene una morfología interna muy compleja: en él se encuentran diversas depresiones glaciokársticas, morrenas, umbrales, etc. Además, en su interior se encuentran elementos singulares dentro de Picos de Europa como son los lagos Cimero y Bajero, ambos ubicados en el fondo de dos depresiones glaciokársticas. La escasez de lagos en Picos de Europa se debe a la carbonatación de la roca caliza. Es probable que la formación de lagos en este jou se encuentre relacionada con el tapizado de la superficie infrayacente por los depósitos de *till* que, como se menciona más arriba, recubren la depresión. Estos sedimentos contienen arcillas intersticiales procedentes de la decalcificación de las calizas y de la erosión de las capas de lutitas intercaladas entre ellas, que han impermeabilizado la base de las cubetas.

La canal de La Sotín se desarrolla a lo largo de la falla de Liordes, comunicando el Jou de los Llagos con el curso del río Cares en las inmediaciones de Cordiñanes. Es una canal de más de 1000 m de longitud que se caracteriza por sus desniveles fuertes, sus crestas y por un fondo estrecho y de fuerte pendiente. Todo ello le confiere una dinámica de laderas muy activa. Según la reconstrucción de GONZÁLEZ TRUEBA (2006), la lengua de La Sotín salvaba el enorme desnivel de la canal, de modo que su frente se situaba a 750 m. Se trataba de una lengua de 690 ha de superficie, con un espesor de 400 m.

En la parte baja de la canal, por debajo del supuesto frente glaciár, la morfología de la misma cambia, volviéndose más estrecha y presentando un perfil transversal en V. De

acuerdo con GONZÁLEZ TRUEBA (2006), esta zona está caracterizada por el predominio de los procesos fluviotorrenciales.

Como se comenta con anterioridad, en esta canal la dinámica de laderas es muy activa. En ella destacan las grandes extensiones de conos, taludes de derrubios y canchales. De hecho, en este LIG se observa un abanico de derrubios activo con varios flujos de derrubios canalizados de gran magnitud. Entre ellos destaca por sus dimensiones uno acontecido recientemente (a principios del presente siglo) que desde el ápice superior del abanico llega hasta el hayedo de Sotín, situado a 1150-1200 m de altitud. Constituye sin duda el ejemplo más llamativo de este tipo de formas en Picos de Europa.

Las evidencias de procesos periglaciares en este LIG también son dignas de mención. GONZÁLEZ TRUEBA (2006) y ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS (2010) señalan algunos elementos de detalle relacionados con esta dinámica, como morrenas de nevero y flujos de derrubios.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
CANAL DE LA SOTÍN							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (karstificación, glacialismo, periglacialismo...) y varios elementos derivados de los mismos.			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>26/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>7/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 46/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 7/35</b>							

23. Área de interés geomorfológico *Vega de Liordes*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Liordes
Acceso	Se trata de un punto ubicado en la alta montaña y de acceso complicado. Lo más sencillo es partir desde el Puerto de Pandtrave. Allí se sube por la pista que llega al Cabén de Remoña (unos 7 km). En este punto se puede seguir por el Sedo de Remoña (camino tallado en la roca) o la Canal por de Pedavejo. Ambos sitios conducen al Collado de Remoña y tras superarlo se llega a La Vega de Liordes.
Accesibilidad y tiempo	Desde el Puerto de Pandtrave hasta Liordes se tardan unas cuatro horas.

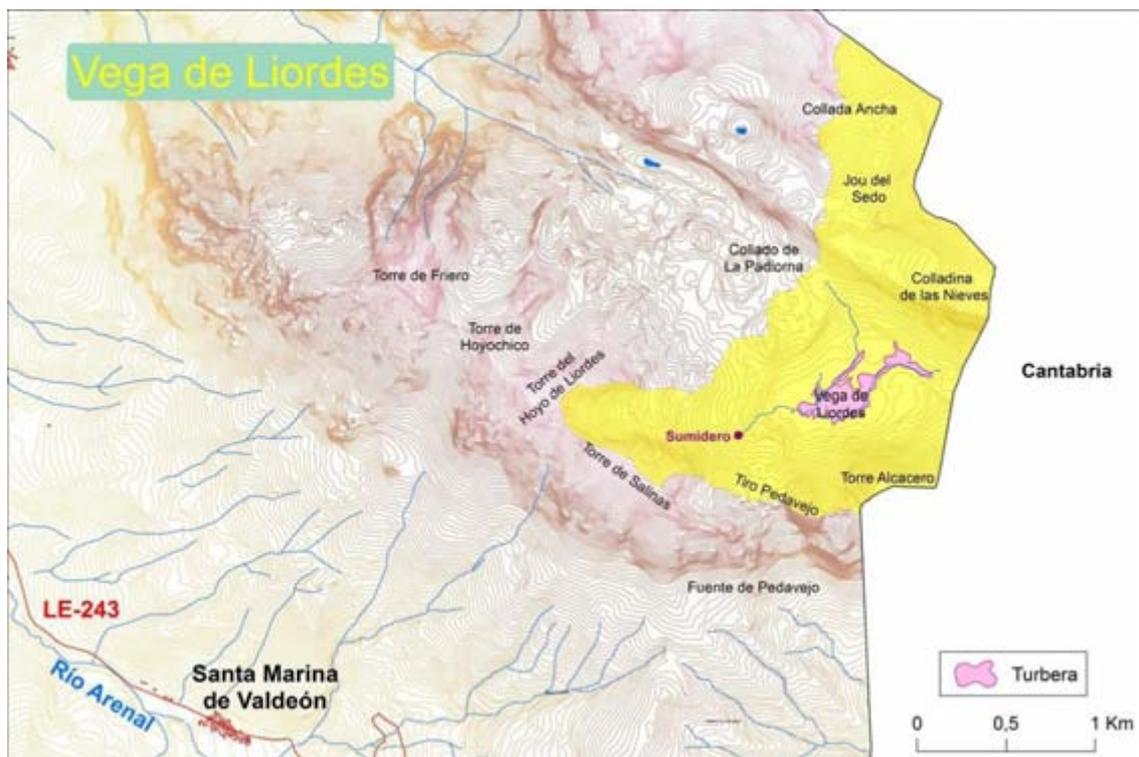


Fig. 2.35: Área de interés geomorfológico Vega de Liordes.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas) y litologías consolidadas de carácter silíceo (lutitas)
Formación/es implicada/s	Picos de Europa y Áliva
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Karstificación y glaciario
Edad del proceso	La karstificación actúa en esta superficie desde la constitución del macizo y el glaciario estuvo activo durante el Pleistoceno.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno, a pesar de que han existido varias minas en Liordes.
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación importantes.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico-deportivo (montañismo)
Evolución previsible	Sería preciso estudiar la capacidad de carga ganadera de esta zona teniendo en cuenta la fragilidad de las turberas.

Infraestructuras	En el extremo occidental de la Vega se ubica el Chozo de Liordes, una majada de pastores que se encuentra abierta para pernoctar en caso necesario. Existe una fuente en el arroyo, aunque no resulta sencillo localizarla si no se conoce.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

La Vega de Liordes es una depresión intramontaña de origen estructural ubicada en la parte suroriental del Macizo de los Urrieles. Se trata de un poljé desarrollado entre dos escamas cabalgantes de la Formación Picos de Europa. Entre ellas y discordantes sobre las calizas de la Formación Picos de Europa, afloran las lutitas de la Formación Áliva. Las calizas que rodean la depresión son más resistentes que las lutitas, por lo que la erosión diferencial ha favorecido la profundización de la cubeta. Liordes presenta una superficie más o menos plana, rellena de arcillas procedentes de la decalcificación de las rocas calizas que recubren las lutitas. En el contacto fallado entre ambos tipos de sustratos litológicos y como consecuencia del distinto comportamiento hidrológico de los mismos, afloran varias fuentes que se unen en el arroyo que recorre de noreste a suroeste la vega. Este arroyo se sume en un pónor en sima a los pies del Tiro Pedavejo (Macizo de Peña Remoña), es decir, en el contacto de las lutitas con la escama cabalgante de calizas situada al sur. Así, Liordes constituye un valle ciego colgado a 1850 m de altitud aproximadamente y de 1 km<sup>2</sup> de extensión. Estas características, además de su fondo plano, favorecen la acumulación de la nieve. Todo ello intensifica los procesos de disolución de las rocas calizas. Consecuentemente, la Vega de Liordes, además de ser un magnífico ejemplo de poljé con pónor en sima, presenta muchas formas derivadas de la dinámica kárstica, como lapiaces, microlapiaces, dolinas y cuevas. Es destacable por su extensión el campo de dolinas existente en la zona del Collado de Liordes o del Embudo.

Por otro lado, esta depresión kárstica funcional ha sido retocada por la acción del glaciario durante el Pleistoceno. De acuerdo con las hipótesis de FROCHOSO (1980), SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA (2002), GONZÁLEZ TRUEBA (2006) y ADRADOS GONZÁLEZ Y OTROS (2010) en Liordes se instaló un campo de hielo alimentado por los glaciares procedentes de la cara sur del grupo Llambrión (ubicado al norte de la Vega) y de la norte de las Peñas Cifuentes (ubicadas al sur de la misma), siendo mayor el aporte recibido por los circos situados al norte. Como indican ADRADOS GONZÁLEZ Y OTROS (2010), las huellas del reciente pasado glaciar de Liordes (artesas, distribución de rocas aborregadas, etc.) permiten inferir un espesor de hielo acumulado en el poljé de más de 300 metros durante el máximo glaciar. Según la reconstrucción de dicho momento para el macizo de Los Urrieles realizada por GONZÁLEZ TRUEBA (2006), el glaciar de Liordes se comunicaba con otros aparatos: por

el noroeste, a través del Collado de la Padiorna, contactaba con la lengua que descendía por la canal de La Sotín; por el suroeste se unía con el glaciar de la canal de La Chávida; por el sur difluía por la canal de Pedavejo hacia la zona del Cabén de Remoña; por último, por el este (Collado de Liordes) se producía una difluencia hacia el glaciar más importante del macizo, el del Deva. Esta difluencia es una de las más espectaculares de Picos de Europa, pues constituía una cascada de hielo de más de 500 m hasta la cubeta de Fuente De. Además, este hecho ha dejado una de las formas singulares de Picos de Europa, la artesa colgada de Liordes. Como indica GONZÁLEZ TRUEBA (2006), la topografía preglaciar y la propia dinámica glaciar no favorecieron la formación de grandes artesas glaciares y Picos de Europa se caracteriza por la escasez de las mismas. De acuerdo con este autor, la artesa de Liordes se formó a partir de una línea de debilidad tectónica y además, la base de la U se encuentra incidida por una garganta subglaciar.

La erosión basal de los glaciares produce una sobreexcavación local que origina zonas endorreicas en las que a menudo se forman lagunas o complejos de lagunas. En Liordes, estas lagunas se han colmatado y en la actualidad, se encuentra una turbera flotante de carácter mesoeútrofo y una amplia zona de tremedal. Se ubica en la parte central y más deprimida de la vega, al norte del arroyo y es una de las áreas más interesantes de este LIG, no sólo por la fragilidad de las formas indicadas, sino también porque en ella crecen numerosas plantas amenazadas o de distribución restringida.

Por último, es destacable que la Vega de Liordes tiene un interés adicional de tipo mineralógico, pues en las proximidades de la falla de Liordes (ubicada entre las lutitas y la escama cabalgante al norte de las mismas) existen unas mineralizaciones de blenda y galena que se explotaron para la obtención de cinc durante la segunda mitad del siglo XIX y primera del XX.

Cabe mencionar que este LIG forma parte del itinerario nº7 definido por ADRADOS GONZÁLEZ Y OTROS (2010) en la Guía geológica del Parque Nacional Picos de Europa y que también fue incluido como LIG en el catálogo regional de LIG para la provincia de León (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a).

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
VEGA DE LIORDES							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Internacional					5
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (tectónica, karstificación y glaciario) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>28/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico-deportivo			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>19/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Extensión superficial (1-5)	Más de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se trata de un lugar moderadamente visitado			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo*			3		
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Alta					5
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 47/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Existe un proyecto que pretende la instalación de un teleférico desde Valdeón hasta Collado Jermoso. Si se llevase a cabo, se produciría una masificación de visitantes en la Vega de Liordes, que ocasionaría la desaparición de las turberas y una disminución importante de su valor actual.							

24. Área de interés geomorfológico *Macizo de Peñas Cifuentes*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Peñas Cifuentes, Peñas del Porrocho, Peñas Mojosas, Torre del Friero, Peñón Chico (Torre del Hoyo Chico), Torre del Hoyo de Liordes, Torre de Salinas, Canal de Pedabejo.
Acceso	A la zona más oriental del sector se accede por una pista que parte del Puerto de Pandetrave y tienen unos 7 km de longitud. A la parte occidental se asciende desde Prada de Valdeón o desde Los Llanos por la zona conocida como Mata de Prada o la Mata de los Llanos. Cuando se acaban las pistas que llevan a los chozos de esos montes, hay que transitar por sendas de alta montaña.
Accesibilidad y tiempo	El acceso por Pandetrave es más tendido pero también más largo. El acceso desde el valle es más corto pero hay que salvar una pendiente más pronunciada. Tanto en un caso como en otro, se tardan unas dos horas.

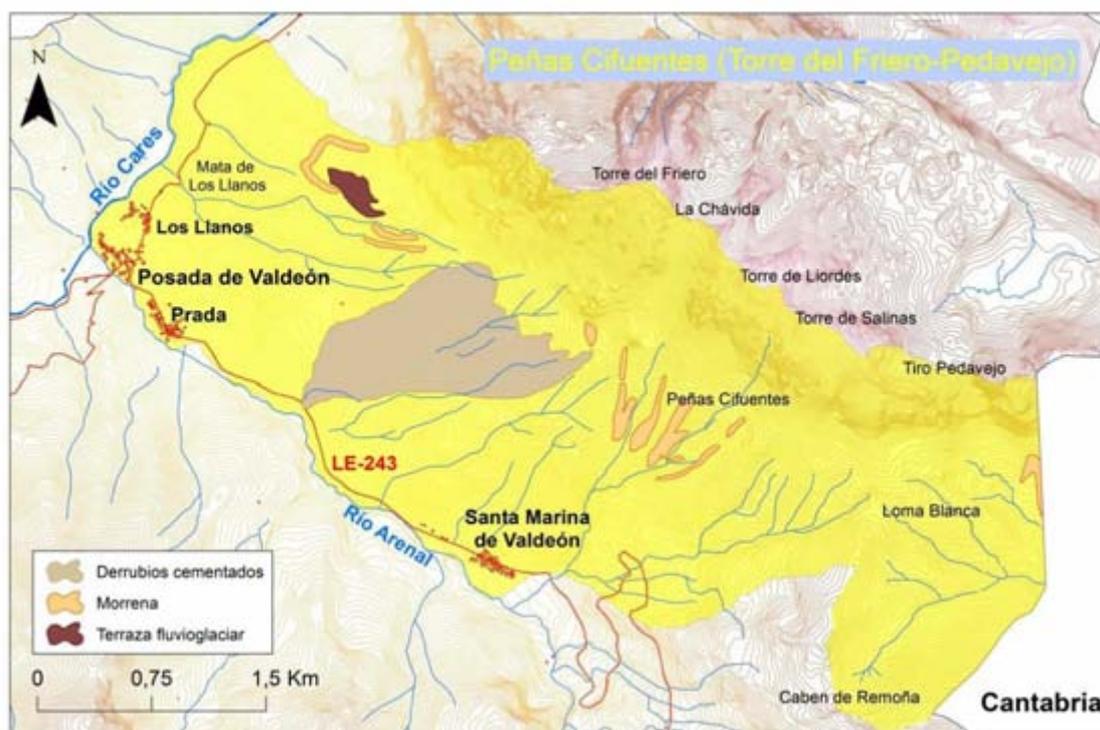


Fig. 2.36: Mapa del Macizo de Peñas Cifuentes

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente, Valdeteja y Picos de Europa
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación importantes.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (montañismo), aunque escaso
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En el Valle de Valdeón hay establecimientos de hostelería de todo tipo y además, se encuentra el Centro de información del Parque Nacional.
Material de apoyo	Ninguno

## DESCRIPCIÓN

Esta área coincide con el escarpe que forma el frente de cabalgamiento de Picos de Europa sobre la Región del Pisuerga-Carrión en el Macizo Central. Las cumbres de esta zona se denominan Peñas Cifuentes. El LIG destaca por los numerosos restos morrénicos conservados y el buen estado que presentan. Además, las morrenas se apoyan sobre los materiales de la Región del Pisuerga-Carrión, caracterizados por su relieve menos escarpado que el de los Picos de Europa. Este hecho facilita la identificación de los restos. En la parte leonesa del Parque Nacional, es decir, en el Sector Mojosas-Collado de Remoña, GONZÁLEZ TRUEBA (2006) reconoce seis aparatos glaciares, que son, de oeste a este:

- Glaciar de las Mojosas
- Glaciar de La Chávida
- Glaciar de la Torre del Hoyo de Liordes
- Glaciar de Salinas
- Glaciar de las Joyas de Pedabejo
- Glaciar de Pedabejo

De ellos, los más destacables por sus dimensiones y por los restos conservados son el Glaciar de las Mojosas, el de la Chávida y el de Pedabejo.

### Glaciar de las Mojosas:

En este caso la importancia estriba en el estado de conservación de unos arcos morrénicos frontolaterales. Estos sedimentos han permitido a GONZÁLEZ TRUEBA (2006) reconstruir al pie de la pared de las Mojosas un glaciar de 1430 m longitud y 760 m de anchura.

### Glaciar de La Chávida:

Según la hipótesis de GONZÁLEZ TRUEBA (2006), en este aparato confluían los hielos acumulados bajo la pared sur de la Torre del Friero (2445 m) con los de la difluencia glaciar del Collado de La Chávida (2160 m). La existencia de una transfluencia glaciar por dicho collado implica que el glaciar descendía por la Canal de La Sotín debía tener un espesor de al menos 400 m. De acuerdo con este autor, éste fue el glaciar de mayores dimensiones del sector meridional del macizo. Dicha masa de hielo se dividía a su vez en dos lenguas: la principal descendía con dirección SSO hacia los Prados de Zajancas (1060 m) y una pequeña lengua menor, individualizada a partir del Peñón Chico, descendería a la majada de Urdías (1460 m).

### Glaciar de Pedabejo:

GONZÁLEZ TRUEBA (2006) indica un glaciar en la cara sur de este sector situado en la

Canal de Pedabejo y que recibe aportes del campo de hielo de la Vega de Liordes descendiendo hasta 1080 m de altitud, donde se situaba su frente.

Como rasgo adicional que se encuentra en las proximidades de este LIG, se propone la avalancha rocosa sepultada justo por encima del pueblo de Cordiñanes, a los pies de la cara noroeste de las Peñas del Porrocho (en la canal comprendida entre este LIG y La Sotín). Las Peñas del Porrocho se localizan a baja altitud y se encuentran rodeadas de relieves más elevados y muy escarpados. Estas condiciones, junto con su orientación noroeste, han intensificado los procesos de hielo-deshielo, de manera que estas moles rocosas han sido intensamente fracturadas y a sus pies la cantidad de material acumulado es enorme. FROCHOSO SÁNCHEZ Y CASTAÑÓN ÁLVAREZ (1998) así como GONZÁLEZ TRUEBA (2006) cartografían la avalancha rocosa de las Peñas del Porrocho como un glaciar rocoso (fósil). En nuestra opinión, su morfología poco nítida, las dimensiones de sus bloques, su elevado grado de colonización vegetal y la baja altitud a la que se encuentra hacen difícil apoyar esa hipótesis. ADRADOS-GONZÁLEZ Y OTROS (2010) presentan esta forma como una de las mayores avalanchas rocosas de Picos de Europa y explican que su morfología aterrazada se debe a que se apoya sobre otros materiales, igualmente inestables, que han ido colapsando gradualmente. En la presente memoria doctoral se recomienda que la observación del elemento se realice desde un observatorio apartado que permita la observación del conjunto. Para ello se propone el camino del Bustio, que discurre por la margen izquierda del río Cares y une las localidades de Posada de Valdeón y Cordiñanes.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
MACIZO DE PEÑAS CIFUENTES							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Nacional				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (glaciarismo, periglaciarismo, karstificación) y varias formas derivadas de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>27/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico y turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado**		2			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>21/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y complicado**		2			
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino**		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>9/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 48/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 9/35</b>							
COMENTARIOS:							
*No resulta común encontrar morrenas tan bien conservadas, destacando el excelente estado del arco morrénico frontolateral del glaciar de Las Mojosas.							
**La zona oriental del LIG (Cabén de Remoña y Pedavejo) tiene una accesibilidad mejor que la occidental (El Friero, La Chávida). A la primera se llega por una pista mientras que a la segunda se accede por sendas de montaña y presenta restricciones importantes.							

25. Área de interés geomorfológico *Glaciokarst en la Vega de Llos*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Vega de Llos
Acceso	Se sube desde Soto de Valdeón, por una pista que parte de esta localidad con dirección oeste.
Accesibilidad y tiempo	Se tarda una hora y media andando. Se trata de un camino cómodo pero con bastante desnivel.

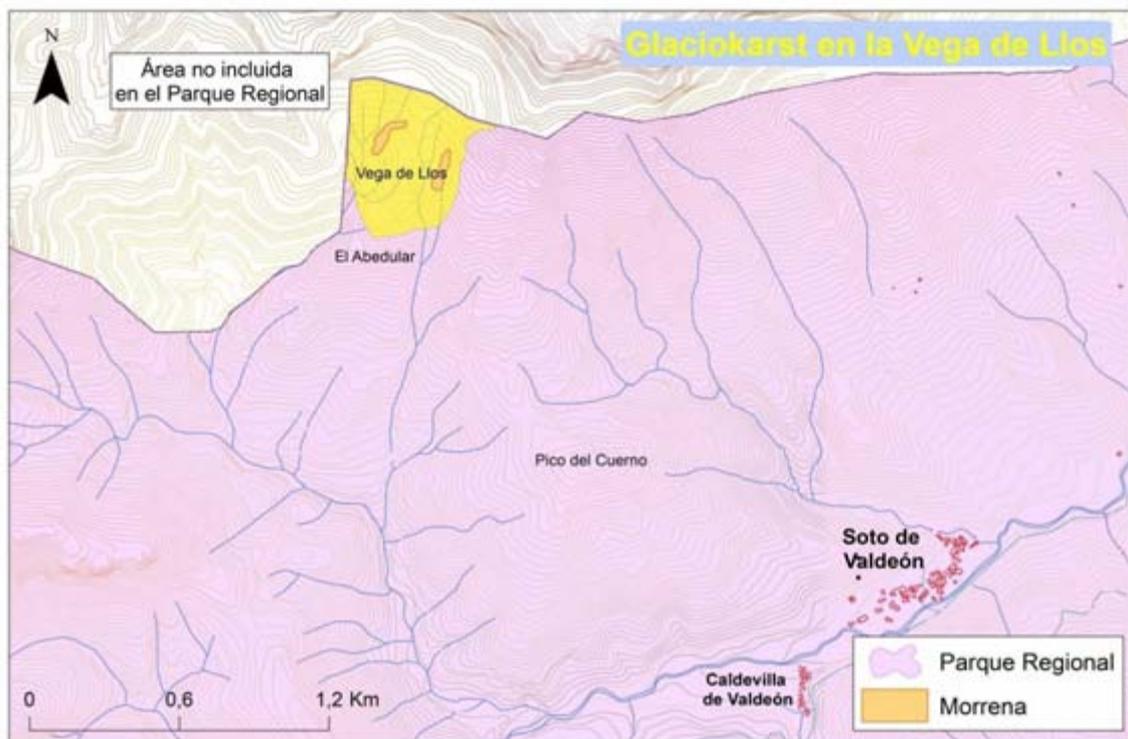


Fig. 2.37: Localización de la Vega de Llos.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, contacto entre la Región del Pisuerga-Carrión y la Región de Picos de Europa
Edad de los materiales geológicos	La vega se encuentra recubierta de depósitos de edad Cenozoico (sobre todo Pleistoceno y también Holoceno - los de origen gravitacional-) que tapizan rocas de edad Paleozoico.
Litología	Litologías sin consolidar, depósitos glaciares y gravitacionales que proceden de litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas).
Formación/es implicada/s	-
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y dinámica de vertientes
Edad del proceso	La dinámica de vertientes acontece durante todo el Cenozoico. El glaciarismo es de edad exclusivamente Pleistoceno.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno: la pista llega hasta el propio LIG. A pesar de que sólo se permite el tránsito a vehículos autorizados, esta pista es bastante transitada y en Llos se observan rodadas fuera de la misma.
Riesgo de degradación	La circulación de vehículos fuera de la pista supone una degradación del LIG.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-recreativo y deportivo (montañismo)

Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Llos existe un chozo en que se puede pernoctar si es necesario. En Soto de Valdeón hay varios establecimientos de hostelería (casas rurales, bar-restaurante).
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

La Vega de Llos es un valle colgado de pequeñas dimensiones ubicado en la cara sur del Grupo de Torre Bermeja (Macizo Occidental de Picos de Europa o Macizo del Cornión), justo por debajo del frente de cabalgamiento de la Región de Picos de Europa sobre la Región del Pisuerga-Carrión. Su morfología deprimida y su localización en el contacto entre ambas regiones geológicas le otorgan unas peculiaridades especiales, pues a pesar de encontrarse en la Región del Pisuerga-Carrión, se encuentra recubierta de sedimentos glaciares y gravitacionales cuya área fuente son materiales pertenecientes a la Región de Picos de Europa.

El escalón constituido por esta vega, con una altitud media de 1600 m, tiene un origen glaciar. Según SERRANO CAÑADAS Y GONZÁLEZ TRUEBA (2002), la altitud del Grupo de Torre Bermeja (2439 m) propició una alimentación nival importante en la zona de cumbres, pero el frente de cabalgamiento con pendientes fuertes y orientación de solana limitó el desarrollo de los glaciares y la inestabilidad de sus frentes, pues las lenguas alcanzaban cotas muy bajas con rapidez. De acuerdo con la reconstrucción de estos autores, el glaciar de Llos estaba alimentado por un circo suroccidental de Torre Bermeja y una pequeña trasfluencia que permitió el desarrollo de una potente lengua que descendía hasta 1400 m. El frente presenta un complejo morrénico frontal en el Chozo de Llos.

La topografía generada por el frente de cabalgamiento, constituido por una cresta casi vertical, ha originado que la pared norte que cierra Llos esté tapizada de canchales muy activos. Además, la ubicación y morfología de la vega ha propiciado el relleno de su fondo por derrubios (entre los que existen algunos bloques de grandes dimensiones) y arcillas de decalcificación de las rocas calizas.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO GLACIOKARST EN LA VEGA DE LLOS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (glaciarismo y dinámica de laderas) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-deportivo (montañismo)			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Extensión superficial (1-5)	Entre 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en lugar moderadamente transitado y se llega por pista			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>12/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 44/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 12/35</b>							

26. Sección de interés estratigráfico *Estratotipo de la Formación Vegacerneja*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Carretera del Puerto del Pontón
Acceso	La sección se encuentra en la carretera N-625 entre Vegacerneja y Puerto del Pontón, a la altura del cruce de la misma con la comarcal que conduce a Cuénabres y Casasuertes.
Accesibilidad y tiempo	La carretera corta la sección, es decir, se accede en coche.



Fig. 2.38: Localización de la sección que constituye el estratotipo de la Formación Vegacerneja.

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)

Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (areniscas y lutitas)
Formación/es implicada/s	Vegacerneja
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Talud de carretera
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en una plataforma terrígena
Edad del proceso	Carbonífero (Moscoviense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno, aunque en algunos puntos la vegetación oculta los rasgos de interés.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Científico
Evolución previsible	Si no se evita, la vegetación continuará avanzando y ocultará la sección.
Infraestructuras	La carretera atraviesa la sección. En Vegacerneja hay un restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

La Formación Vegacerneja se dispone con base neta sobre la Formación del Conglomerado de Curavacas y por debajo de las calizas de la Formación Panda. De acuerdo con BARBA Y OTROS (1991b), los mejores afloramientos se sitúan en las proximidades de la carretera del Puerto del Pontón en los puntos kilométricos 11 y 12, aunque estos autores también destacan los de la carretera de Cuénabres, donde son visibles el muro y el techo de la formación. Según MOTIS Y OTROS (2002), esta formación está constituida por lutitas con intercalaciones de areniscas (estratos de menos de 10 cm de litarenita de grano fino, según BARBA Y OTROS, 1991b), mientras que la parte superior está constituida por areniscas que pasan a alternancias de areniscas y lutitas con algunas capas de caliza. Estos últimos estratos registran el paso gradual a la Formación Panda.

Como indican MOTIS Y OTROS (2002), la Formación Vegacerneja se depositó en una plataforma terrígena en la que se distinguen dos facies: proximal y distal. Éstas afloran respectivamente por debajo y por encima de la discontinuidad existente en la parte alta de la formación. De manera local también se observan depósitos de talud terrígeno y cuenca profunda.

Esta formación no ha proporcionado fauna significativa que permita su datación. La edad, determinada por relación con las formaciones infra y suprayacente, es Moscoviense (en concreto, Vereisky-Podolsky) y de acuerdo con BARBA Y OTROS (1991b), equivalente a la parte basal de la Formación Lechada.

Debido a su litología, esta formación tiene un carácter muy deleznable y de ahí su intensa meteorización y erosión por los agentes morfogenéticos. Por este motivo sus afloramientos son escasos y habitualmente presentan abundante vegetación o se encuentran muy erosionados. Suelen localizarse en las zonas bajas de los valles, en contacto con los sedimentos cuaternarios que tapizan los fondos.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO							
ESTRATOTIPO DE LA FORMACIÓN VEGACERNEJA							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (depósito) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Valor estético o paisajístico	Bajo	1			×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se encuentra en una carretera					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>24/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se encuentra en una carretera					5
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se trata de un lugar moderadamente transitado			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Media*			3		
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Media**			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>19/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 45/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 19/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Se trata de un talud de carretera que tiene una pendiente muy elevada.							
**Son materiales muy deleznales y que sufren meteorización intensa.							

27. Sección de interés estratigráfico *Estratotipos de las Formaciones Panda y Pandetrave*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Alto de la Panda, Corcadas y Puerto de Pandetrave
Acceso	El estratotipo de la Formación Panda se encuentra a los pies de la peña del mismo nombre (Alto de la Panda), a unos 2000 m de altitud. Para subir allí hay que partir bien desde la carretera del Puerto de Pandetrave (LE-243) o bien desde Casasuertes por el Arroyo de Salceda. En ninguno de los casos la aproximación final puede realizarse por pista o senda y la vegetación es espesa por lo que se trata de un lugar poco accesible. Por ello se indica también una zona de la carretera del Puerto de Pandetrave donde ésta corta la formación y que además se encuentra próxima al estratotipo de la Fm. Pandetrave.
Accesibilidad y tiempo	<p>Se tarda aproximadamente una hora y media en llegar al estratotipo de la Formación Panda. El mayor problema para acceder hasta él es que se encuentra rodeado por una franja de vegetación muy densa.</p> <p>El estratotipo de la Formación Pandetrave se encuentra en el talud de la carretera del Puerto de Pandetrave. En sus proximidades se puede observar también de cerca la Formación Panda.</p>

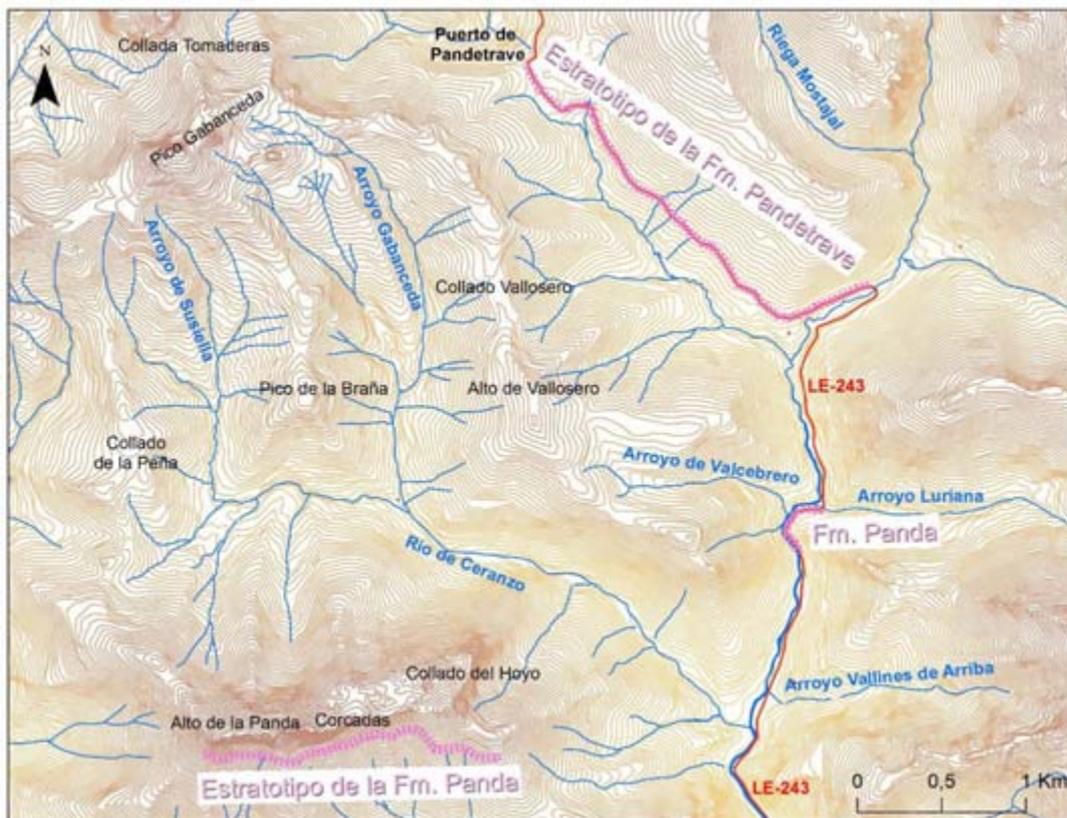


Fig. 2.39: Mapa del LIG

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuegra-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (areniscas y lutitas) y de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Panda y Pandetrave
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural (Formación Panda) y talud de carretera (Formación Pandetrave)
Tipología	Sección

Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en una plataforma carbonatada (Formación Panda) y en un talud terrígeno (Formación Pandetrave)
Edad del proceso	Carbonífero (Moscoviense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Científico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna
Material de apoyo	Ninguno

## DESCRIPCIÓN

### Formación Panda

La Formación Panda está constituida por calizas y brechas calcáreas y presenta un techo neto bajo la Formación Pandetrave. Su edad fue determinada por van GINKEL (1965) con fusulínidos como comprendida entre Podolsky medio hasta el límite Podolsky-Myachkovsky.

Informalmente la Formación Panda ha sido subdividida en tres miembros: Cosolla, Valcarque y brechas de Casasuertes, que sustituye lateralmente a los dos anteriores en el extremo suroeste de los afloramientos de la formación. De acuerdo con MOTIS Y OTROS (2001), estos miembros se corresponden con tres ambientes sedimentarios diferentes, que son:

- Miembro inferior o Valcarque: se corresponde con una plataforma carbonatada submareal. Dentro de él se reconocerían dos asociaciones: una basal de alta energía, situada en general por encima del nivel de ola de tormenta y una superior de baja energía relacionada con condiciones marinas abiertas por debajo del nivel de ola de tormenta.
- Miembro intermedio o Cosoya se depositó en una plataforma carbonatada con montículos de fango (*mud mounds*). Sus rasgos sugieren un ambiente más profundo que en el miembro anterior, que localmente pudo estar situado en una zona con cierta ruptura de pendiente distal.
- Miembro superior o Casasuertes: registra un talud de plataforma carbonatada generado en el área de Casasuertes a lo largo de toda la historia de depósito de la formación.

MOTIS Y OTROS (2002), analizando los puntos donde se observan las terminaciones de la plataforma, determinan que el área de la plataforma original era bastante similar a su actual extensión cartográfica.

### Formación Pandetrave

La Formación Pandetrave fue definida informalmente por KAMERLING (1962), en detalle por KUTTERINK (1966) y propuesta de manera formal por BOSCHMA Y VAN STAALDUINEN (1968). MAAS (1974) diferencia tres miembros dentro de ella: Caliza de Panda, un miembro turbidítico intermedio y el miembro Caliza de Brañas. Con posterioridad, RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Y HEREDIA (1987) aplican el nombre de Formación Pandetrave a la serie detrítica existente a techo de la Formación Calizas de Panda e infrayacente a los materiales discordantes del Grupo Brañas. Este último criterio ha sido seguido por los autores que han trabajado con estas formaciones desde entonces (por ejemplo, BARBA Y OTROS, 1991b; HEREDIA, 1992; MOTIS Y OTROS, 2002). Así, la Formación Pandetrave, desde el punto de vista litológico consta de lutitas gris

oscuro, con intercalaciones de diferente potencia de areniscas, conglomerados y brechas. De acuerdo con BARBA Y OTROS (1991b), la edad de esta formación, datada en función de las formaciones infra y suprayacente sería Podolsky superior-Myachkovsky.

MOTIS Y OTROS (2002) explican el ambiente sedimentario de esta formación como un talud terrígeno o una cuenca profunda, pues consta de intervalos potentes de lutitas oscuras con intercalaciones de areniscas y conglomerados que suponen depósitos de flujos gravitacionales. Estos autores interpretan los intervalos como típicos de talud, aunque no descartan que en algún caso puedan representar una cuenca profunda protegida de aportes turbidíticos importantes.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO ESTRATOTIPOS DE LAS FORMACIONES PANDA Y PANDETRAVE							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Común		2		×	×
Importancia (1-5)		Regional			3		
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (sedimentación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
Estado de conservación (1-5)		Buena					5
Valor estético o paisajístico		Alto			3	×	×
Valor científico o geohistórico		Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO</b> .....						<b>23/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se encuentra en una carretera					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO</b> .....						<b>25/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se encuentra en una carretera					5
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera moderadamente transitada			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Media	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)		1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN</b> .....						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 48/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

28. Área de interés geomorfológico *Macizo del Corisco*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Corisco, Culebrejas, Valdeloso (Vega Lluenga), Puerma y Luriana
Acceso	<p>A la vertiente sur del Corisco y a los valles de Luriana y Culebrejas se accede desde la carretera N-621. Pasada la localidad de Llánaves de la Reina, con dirección al Puerto de San Glorio, Culebrejas es el primer valle a la izquierda. Existe una pista que lo recorre. Valdeloso o Vega Lluenga se encuentra a 1,5 km siguiendo por la carretera. Se accede desde una pista que sale a la izquierda de la carretera hacia la Majada Piedrasobas (Cantabria).</p> <p>A Puerma y Luriana se accede desde la carretera del Puerto de Pandtrave. Luriana se encuentra unos 7 km después de Portilla de La Reina con dirección Santa Marina de Valdeón, mientras que Puerma se encuentra algo menos de 2 km después, en la curva en que la carretera atraviesa el Arroyo de Mostajal.</p>
Accesibilidad y tiempo	<p>Las partes más elevadas de este LIG son de alta montaña y, por tanto, la accesibilidad es difícil y sólo recomendable para personas preparadas. No obstante, no se trata de una cima muy complicada y la ascensión al Corisco desde el Puerto de San Glorio lleva algo menos de dos horas.</p> <p>Las partes bajas, sin embargo, en las que pueden observarse los sedimentos glaciares y las artesas de estos valles, son accesibles por paseos cortos (hasta media hora) y cómodos.</p>



Fig. 2.40: Mapa del área interés geomorfológico Macizo del Coriscao

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuega-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense – Kasimoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados, cuarcitas, areniscas y lutitas) y calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Grupo Potes, Curavacas, Lechada, Panda, Pandetrave, Coriscao
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo

Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno, a pesar de que no se conservan formas morrénicas y los glaciares rocosos se encuentran colonizados por vegetación y no se identifican con facilidad.
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico-deportivo (montañismo)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

El macizo del Pico Corisco se encuentra al noroeste del Puerto de San Glorio y continúa con esta dirección constituyendo el límite entre las provincias de León y Cantabria (Collada de la Guardia-Sierra Mediana-Pico Corisco-Pico Mostajal). Así, el territorio de estudio de este trabajo sólo comprende la vertiente meridional de esta alineación. En ella, el macizo tiene una estribación desde el pico Corisco hasta el Pico Vallines con dirección O-SO. En la cara sur de esta sierra nacen los arroyos de Culebrejas y Valdeloso (también llamado Vega Lluenga); en la vertiente oeste y al norte de los Vallines se encuentran los valles de Luriana y Puerma.

En los cuatro arroyos se ha identificado la formación de diferentes aparatos glaciares de recorrido corto. Así, en las cabeceras de los mismos se encuentran varios circos glaciares, entre los que destaca el ubicado en la cara noreste del Pico de los Vallines, denominado el Pozo Butrero, en cuyo fondo se ubica una laguna. En los valles se encuentran depósitos glaciares y fluvio-glaciares, que han sido cartografiados por ALONSO HERRERO (1994). No obstante, solamente se han detectado formas morrénicas en la zona final del valle de Culebrejas y se encuentran en estado muy degradado (ALONSO HERRERO, 2002).

Por otra parte, la cabecera del Arroyo de Puerma destaca por la extensión de canchales que lo tapizan, procedentes de la gelifracción de los crestones de cuarcita. Algunos de los orientados hacia el norte han tenido una dinámica como glaciares rocosos, aunque en la actualidad la colonización vegetal está muy avanzada y las evidencias del periglacialismo no se reconocen con facilidad.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO MACIZO DEL CORISCAO							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3		
	Validez como modelo	Media		2		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y varios elementos derivados del mismo		2		×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>			3		
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>19/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-deportivo			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo corto y cómodo*</i>				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>					5
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Alterado</i>			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>22/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo corto y cómodo*</i>				4	
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>	1				
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en las proximidades de una pista o camino</i>		2			
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Media**</i>			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 41/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 10/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Se refiere a las zonas bajas de los valles en las que se observan los sedimentos fluvio-glaciares y la forma en U de los valles.							
**Existen algunos elementos frágiles como las turberas y tremedales.							

VI. Área compleja **Cuenca alta del río Yuso**

Esta área compleja se compone de la unión de tres LIG: 1) Sección del Sinclinal de Lechada y estratotipo de la Formación Lechada, 2) Conglomerados del Curavacas y Desfiladero de Llánaves y 3) Fuente sulfurosa en Llánaves de la Reina.

29. Sección de interés tectónico y estratigráfico ***Sinclinal de Lechada y estratotipo de la Formación Lechada***

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Carretera de Portilla de la Reina
Acceso	La sección se encuentra en la carretera nacional N-621 con dirección Potes, entre las localidades de Portilla y Llánaves de la Reina y antes del comienzo del desfiladero.
Accesibilidad y tiempo	La sección se encuentra en la carretera.



Fig. 2.41: Localización de la sección de interés tectónico y estratigráfico.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (lutitas, areniscas y conglomerados)
Formación/es implicada/s	Curavacas y Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Talud de carretera
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Sedimentación. Tectónica y metamorfismo de bajo grado.
Edad del proceso	La sedimentación de los materiales es de edad Carbonífero (Bashkiriense-Moscoviense) En esta zona se registran dos eventos tectónicos relevantes: la Orogénesis Varisca durante el Carbonífero y la Alpina en el Neógeno. La edad del metamorfismo es discutida, pues algunos autores lo relacionan con la primera orogenia y otros con la más reciente (v. descripción, pág. 312)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Científico

Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Tanto en Llánaves como en Portilla de la Reina hay establecimientos de hostelería para comer y pernoctar.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

El término Sinclinal de Curavacas procede de SITTER (1957) que lo utiliza para referirse a la estructura sinformal que dibuja el Conglomerado de Curavacas en la transversal N-S del macizo montañoso homónimo. SAVAGE (1961, 1967) y VAN VEEN (1965) utilizan el término Sinclinal de Lechada para referirse a la estructura sinformal que atraviesa el río Yuso y que constituye la prolongación hacia el NO del Sinclinal de Curavacas de SITTER (1957). Así, el Sinclinal de Curavacas-Lechada es una estructura de grandes dimensiones que afecta a materiales de las Formaciones Curavacas y Lechada. Presenta una falla de dirección NE-SO (Falla de Peñas Matas) que divide la estructura en una zona occidental (Lechada) y otra oriental (Curavacas). La serie que constituye el LIG se centra en la primera zona, pues la segunda se encuentra fuera del territorio de estudio. Además, en el área de Lechada el sinclinal se encuentra más cerrado que en el área de Curavacas y sus flancos son relativamente abruptos. De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), en el extremo occidental, al norte del Pico Redondo, se observan incluso buzamientos invertidos en la Formación Lechada. Adicionalmente, en la misma serie en que puede estudiarse este elemento tectónico aflora la sección que constituye el estratotipo de la Formación Lechada.

La Zona Cantábrica representa la zona externa del Macizo Ibérico en el noroeste de la Península Ibérica. Por este motivo, este territorio es en su mayor parte no metamórfico, de forma que el frente del metarmofismo regional y el de la foliación tectónica se sitúan en la proximidad de su límite con la Zona Asturoccidental-Leonesa. No obstante, en algunas áreas alejadas del contacto entre ambas zonas geológicas se desarrolla un metamorfismo que, según ALLER Y OTROS (2002) es de muy bajo o bajo grado y lleva asociado el desarrollo de un *clivaje*. GARCÍA LÓPEZ Y OTROS (1999) reconocen áreas en la Zona Cantábrica en las que se alcanzan condiciones anquizonales e incluso, epizonales, lo cual hace que esta área presente un gran interés para el estudio de la transición diagénesis-metamorfismo.

Precisamente en este contexto una de las cuestiones más interesantes de la sección del Sinclinal de Lechada en el río Yuso es la presencia de *clivajes* o esquistosidades, que han sido estudiados por diversos autores (entre ellos VAN VEEN, 1965; SAVAGE, 1967; LOBATO, 1977; VAN DER PLUIJM Y OTROS, 1986; HEREDIA Y OTROS, 1990; HEREDIA, 1991; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994; MARÍN, 1997). Por un lado, se observa un *clivaje* primario en los niveles lutíticos y algunos niveles arenosos que, en general,

presenta buzamientos escasos o moderados hacia el norte y corta a los pliegues, con excepción de algunos pliegues suaves que están asociados a la foliación o que la doblan (RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, 1994; MARÍN, 1997). Pero además, en la sección de Lechada, se reconoce también un *clivaje* secundario. Se trata de una crenulación que presenta una disposición subvertical allí donde el primer *clivaje* está bien desarrollado o de un *clivaje* grosero en los paquetes arenosos con escaso o nulo desarrollo de la primera esquistosidad (HEREDIA Y OTROS, 1990; HEREDIA, 1991; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994; MARÍN, 1997 y referencias contenidas en ellos).

La interpretación de este *clivaje* en los diferentes trabajos que lo tratan ha sido muy controvertida.

De acuerdo con las observaciones de MARÍN (1997) para la Región del Pisuega-Carrión en general, las relaciones entre la cristalización de los minerales y el *clivaje* indican una vinculación entre el metamorfismo y el *clivaje* y además, que el primero de los procesos es en parte sintectónico con el segundo y se prolonga más que éste. Teniendo en cuenta estos resultados, los estudios realizados por GARCÍA-LÓPEZ Y OTROS (1999), BASTIDA Y OTROS (2002) concluyen que es probable que dicho metamorfismo y el magmatismo que dio lugar a los cuerpos intrusivos y sus aureolas en la unidad del Pisuega-Carrión estén genéticamente relacionados, por lo cual la finalización del metamorfismo diastatérico pudo ser cercana en el tiempo al emplazamiento de los *stocks* citados. Por todo ello, sugieren una edad próxima a la del límite Carbonífero-Pérmico. Sin embargo, PULGAR Y OTROS (1999), argumentan que las relaciones geométricas entre el *clivaje* y los pliegues variscos de Lechada y Valsurvio (a los que corta y, por los que a su vez se encuentra plegado) indican que la deformación del *clivaje* es atribuible al reapretamiento de dichos pliegues variscos. Estos autores, basándose en los datos de MARÍN (1997) en la Falla de Ruesga consideran que este reapretamiento ocurrió durante la orogénesis Alpina.

Por otra parte y según sugiere RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (2001), uno de los problemas que plantea la estructura del sinclinal de Lechada-Curavacas es la relación con su sustrato. En este sentido el autor baraja dos hipótesis diferentes: la primera de ellas establece que la morfología sinformal se produce por el acoplamiento pasivo de las capas del Grupo Pando a la morfología de su sustrato cuando éste se deforma con posterioridad al depósito del mismo, mientras que la segunda propone que el sinclinal de Curavacas-Lechada es un pliegue originado por acortamiento longitudinal-tangencial a las capas. Esta última hipótesis se apoya en la existencia de estructuras que revelan un cierto grado de deformación interna como el *clivaje*.

Con independencia de las diferentes hipótesis e interpretaciones de los rasgos geológicos observados en la sección del Sinclinal de Lechada en el río Yuso, queda claro que se trata de una serie muy estudiada y considerada esencial para la reconstrucción de la historia geológica de la Región del Pisuega Carrión y de la Zona

**Cantábrica en general.**

Por otra parte, como se comenta con anterioridad, en esta sección se encuentra el estratotipo de la Formación Lechada. Este nombre fue utilizado por primera vez de manera informal por SAVAGE (1961), aunque fue VAN VEEN (1965) quien definió la formación en la confluencia de los valles Yuso y Lechada. Con posterioridad, SAVAGE (1967), MAAS (1974) y LOBATO (1977) describen sus características estratigráficas y sedimentarias. Esta formación está constituida por una secuencia rítmica, arenoso-pelítica, con una potencia máxima observable de unos 1500 m. Contiene niveles lenticulares de conglomerados y de lutitas así como litosomas carbonatados.

La litología predominante es una alternancia de areniscas litareníticas y pizarras, observándose granoclasificación, superficies de reactivación, *ripples* de corriente a techo de las capas, láminas convolutadas y otros tipos de estructuras sedimentarias. Muchas de ellas (principalmente *flutes* y estrías de corrientes) han permitido medir direcciones de paleocorrientes, las cuales indican un transporte desde el SE al NO en el área del Sinclinal de Lechada (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994).

En esta formación, desde el punto de vista sedimentario pueden diferenciarse varias asociaciones de facies (COLMENERO Y OTROS, 1988; BARBA Y OTROS, 1991B; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994). En la parte basal se sitúa un conjunto de lutitas oscuras, con una potencia máxima de 300 m en el sector oriental, que decrece hacia el oeste. Son frecuentes las intercalaciones de los litosomas carbonatados de gran tamaño así como cuerpos lenticulares de conglomerados y lutitas con clastos redondeados de cuarcita flotantes. Estos sedimentos se interpretan como depósitos de talud, originados por corrientes de alta densidad procedentes de una plataforma en la que habrían disminuido drásticamente los aportes continentales y en la que se desarrollaba una sedimentación carbonatada en algunas áreas.

Por último, de acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), es destacable la presencia de intercalaciones de hasta 100 m de potencia de litarenitas y areniscas de grano grueso y aspecto masivo en litosomas con una geometría lenticular. En el trabajo citado, estos sedimentos se interpretan como coladas arenosas caídas por gravedad en forma de suspensiones muy cargadas con gran cantidad de colisiones intergranulares (depósitos turbidíticos de alta densidad).

<b>VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS TECTÓNICO Y ESTRATIGRÁFICO DEL SINCLINAL DE LECHADA</b>							
	<b>Rasgo</b>	<b>Categoría</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO</b>	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Nacional</i>				4	
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (sedimentación, tectónica) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>25/28</b>	
<b>POTENCIALIDAD DE USO</b>	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Buenas			3	×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>					5
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>25/27</b>	
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN</b>	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>					5
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>	1				
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en una carretera muy transitada</i>				4	
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo</i>					5
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Media</i>			3		
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>20/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 50/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 20/35</b>							

30. Sección de interés petrológico y geomorfológico *Conglomerado de Curavacas y desfiladero de Llánaves*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Hoz
Acceso	El desfiladero de 1,5 km de longitud se encuentra en la carretera nacional N-621 con dirección Potes, entre los kilómetros 115 y 117.
Accesibilidad y tiempo	Existe un apartadero en la propia carretera donde puede dejarse el coche.



Fig. 2.42: Localización del escobio entre Portilla y Llánaves en el que aflora la Formación Curavacas.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados)
Formación/es implicada/s	Curavacas
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	El conglomerado procede del depósito de materiales en un abanico deltaico próximo a la costa (COLMENERO Y OTROS, 1988) El desfiladero se ha formado por la dinámica fluvial.
Edad del proceso	El depósito del conglomerado acontece en el Carbonífero (Bashkiriense). El encajamiento de la red fluvial que origina la hoz ocurre durante el Cenozoico (Neógeno).
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno. El perfil de la hoz se encuentra modificado por la carretera que la atraviesa.
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	El único riesgo de degradación detectado es una posible ampliación de la carretera.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	Tanto en Llánaves como en Portilla de la Reina hay establecimientos de hostelería para comer y pernoctar.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

ORIOLE (1876) utiliza por primera vez la denominación “Conglomerado de Curavacas” en la descripción de los materiales que constituyen la Peña de Curavacas (2525 m), en la Montaña Palentina. Más tarde, KANIS (1956) describe la Formación Curavacas y BROUWER Y GINKEL (1964) introducen el término Formación Conglomerado de Curavacas. Dicha formación está constituida por ortoconglomerados fundamentalmente monomícticos, de clastos redondeados a subredondeados de tamaño grava a bloque y naturaleza fundamentalmente cuarcítica. Intercalados en los conglomerados aparecen litosomas de areniscas, litarenitas y lutitas de espesor y geometría variables. Se encuentran relacionados con la Formación Lechada y normalmente presentan un contacto discordante con los materiales infrayacentes (Discordancia de Curavacas).

COLMENERO Y OTROS (1988) interpretan el medio de depósito del Conglomerado de Curavacas como un abanico deltaico próximo a la costa, en el que aparecen distintos tipos de facies: abanico subaéreo costero, abanico subacuático, plataforma costera y prodelta y facies de talud. En cuanto a su ubicación dentro del contexto tectónico, RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ (1994) explica la Formación Curavacas (así como el Conglomerado de Triollo, infrayacente a la misma en determinados puntos de Fuentes Carrionas) como producto de la erosión de los fuertes relieves desarrollados en la Cordillera Cantábrica en una primera fase de la deformación Varisca (previa a la discordancia de Curavacas). Esta hipótesis se apoya en la presencia en los conglomerados de clastos procedentes de áreas alejadas y la posición discordante de estos materiales sobre las rocas devónicas y carboníferas más antiguas. WAGNER (2009) refuerza esta idea, explicando la potencia de sedimentos conglomeráticos acumulada por la rápida erosión de los relieves generados tras la compleja deformación que había acontecido en el dominio Palentino a finales del Bashkiriense.

Los conglomerados son un tipo de litología poco común en la Cordillera Cantábrica, por lo que destaca su existencia en esta zona y en la parte occidental de la Montaña Palentina. La dureza de estos materiales ha permitido que aparezcan resaltados en la topografía formando peñas a las que la erosión confiere un aspecto ruiniforme. Además, estos conglomerados se caracterizan también por las tonalidades amarillentas y verdosas que les otorgan dos especies de líquenes comunes y exclusivos de sustratos rocosos de carácter silíceo (*Acarospora oxitona* y *Rhizocarpon* gr. *geographicum*, respectivamente).

El arroyo del Naranco (afluente de la margen izquierda del río Yuso) ha labrado un

desfiladero o escobio en estos conglomerados. La peculiaridad del mismo estriba en que haya horadado este tipo de rocas poco común y peculiar. En la Cordillera Cantábrica existen diversas hoces en materiales calcáreos, pero son más escasas en otro tipo de sustratos, sobre todo con la verticalidad y grado de desarrollo del desfiladero de Llánaves de la Reina.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS PETROLÓGICO Y GEOMORFOLÓGICO CONGLOMERADO DE CURAVACAS Y DESFILADERO DE LLÁNAVES							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (sedimentación e incisión fluvial) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Regulares*		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>26/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche	1				
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera muy transitada				4	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo					5
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 50/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							
COMENTARIOS:							
* No existe ningún punto desde el cual pueda observarse la estructura en su conjunto.							

31. Punto de interés hidrogeológico *Fuente sulfurosa de Llánaves de la Reina*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Fuente sulfurosa
Acceso	La fuente se sitúa a unos 500 m del inicio del desfiladero de Llánaves desde el sur (km 116 y 117 de la carretera nacional N-621). A la derecha de la carretera se encuentran dos apartaderos y desde el segundo de ellos parte la senda que baja a la fuente.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan unos diez minutos desde el lugar donde se aparca el coche hasta la fuente. Existe una senda restaurada.

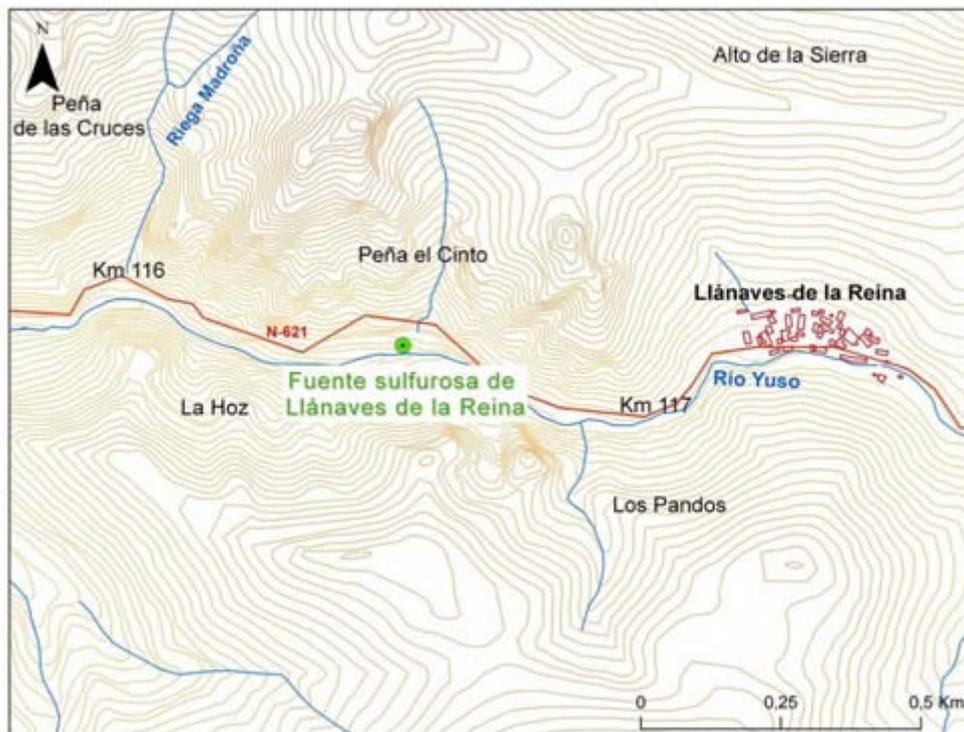


Fig. 2.43: Ubicación de la Fuente Sulfurosa de Llánaves de la Reina

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados)
Formación/es implicada/s	Curavacas
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	La surgencia de aguas adquiere su carácter sulfuroso cuando atraviesa las mineralizaciones presentes en los conglomerados, que contienen minerales como piritita. De acuerdo con GÓMEZ Y OTROS (1992), el agua probablemente tiene un origen profundo y estaría relacionada con una cámara magmática.
Edad del proceso	Se desconoce la edad de la surgencia. Las mineralizaciones en los conglomerados que otorgan sus peculiaridades al agua son de edad Carbonífero.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	Es importante mantener la titularidad pública de la fuente para que los beneficios de la misma sean disfrutados por la población local.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico y recogida de agua

Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Hay un pilón donde se acumula el agua y también están las ruinas de la antigua casa de baños. La administración del Parque Regional ha restaurado la senda de acceso a la fuente.
Material de apoyo	Existe un panel interpretativo en el entorno de la fuente que explica sus propiedades y el aprovechamiento que ha tenido durante años.

### DESCRIPCIÓN

La surgencia sulfurosa se encuentra en el desfiladero de Llánaves de la Reina. La fuente mana junto al arroyo del Naranco, muy cerca de su nivel.

El agua de esta fuente se caracteriza por un olor a azufre no muy intenso y su temperatura fría [10,7° C según SIEMCALSA (2006) que realizó la medida en el mes de julio]. GÓMEZ Y OTROS (1992) la clasifican como un agua sulfurada bicarbonatada sódica, que contiene pocos sulfatos y un nivel bajo de metales alcalinotérreos. El contenido bajo de sulfatos se explica por la alta concentración de otras formas del azufre, como sulfuros y politionatos alcalinos, que a su vez, confieren al agua un pH alcalino. Estos resultados analíticos hacen pensar que el agua, de origen profundo, no se mezcla en su ascenso con aguas de infiltración. Además, según GÓMEZ Y OTROS (1992), en esta agua también está presente el arsénico y la sílice disuelta. Ambas sustancias potencian el carácter mineromedicinal de las aguas sulfuradas. La primera de ellas, aumenta su poder antiséptico y la segunda da lugar a un precipitado blanco que prolonga la vida del azufre. Todas estas características confieren al agua diversas propiedades que la hacen indicada para las afecciones cutáneas y también para el sistema nervioso, reuma, traumatología, sistema circulatorio, aparato digestivo, aparato respiratorio, riñón y vías urinarias.

Junto a la fuente se construyó una casa de baños que funcionó hasta mediados-finales del siglo pasado. El balneario pertenecía al pueblo de Llánaves y su explotación se sacaba a sorteo cada año. En la actualidad, tan sólo se conservan las ruinas del edificio en el que se ubicaban las piscinas y la balsa que acumula el agua que mana de la fuente.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
FUENTE SULFUROSA DE LLÁNAVES DE LA REINA							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización de aguas) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO</b> .....						<b>22/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico y didáctico. Medicinal			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Paseo corto y complicado			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO</b> .....						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Paseo corto y complicado			3		
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra próximo a una carretera muy transitada			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo*			3		
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica	Alta					5
Fragilidad (1-5)	Nula						
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN</b> .....						<b>19/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 42/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 19/35</b>							
COMENTARIOS:							
*Sobre esta zona pende la amenaza del proyecto para la creación de una estación de esquí en el Puerto de San Glorio. Esto no afectaría directamente al elemento de interés, pero aumentaría la especulación en la zona. En ese caso, este tipo de elementos podrían verse afectados (sería un error perder la titularidad pública y privar al pueblo del disfrute y de la posible explotación de este recurso).							

## VII. Área compleja **Valles de Lechada y Naranco**

Esta área compleja está formada por las cuencas de los arroyos de Lechada y Naranco. En su interior se encuentran diversos rasgos de interés de origen diverso. En primer lugar, en el área de Tres Provincias-Agujas de Cardaño (cabecera del valle de Lechada) aflora un batolito de granodiorita de grandes dimensiones. Este tipo de litologías resulta escaso y peculiar en la Zona Cantábrica, por lo que constituye el primero de los LIG definidos, el área de interés petrológico Granodiorita de Tres Provincias-Agujas de Cardaño. Igualmente el conjunto del territorio destaca por su morfología glaciar. En la parte alta abundan las formas de erosión, mientras que las zonas más bajas presentan formas de depósito en buen estado de conservación. Además, resultan especialmente llamativas las evidencias de la difluencia glaciar existente desde Lechada hasta el Naranco, que indica un espesor de hielo considerable en esta área. No obstante, este territorio se ha dividido en dos LIG diferentes, ambos con tipología de área. Por un lado la zona de cumbres se engloba en el Área de interés geomorfológico Tres Provincias-Agujas de Cardaño y por otro, el resto del área compleja se incluye en el Área de interés geomorfológico Valles de Lechada, Naranco y Boquerón de Bobias. El principal motivo de esta separación es que en el primer LIG, además de las formas glaciares existen multitud de elementos de origen periglacial y además, algunos de ellos hoy en día todavía registran cierta actividad. Este hecho resulta excepcional y motiva que este LIG sea extremadamente frágil. Adicionalmente, desde el punto de vista patrimonial y teniendo en cuenta su potencialidad de uso el área Tres Provincias-Agujas de Cardaño es de acceso complicado, recomendable sólo para personas experimentadas y preparadas para la travesía por montaña, mientras que gran parte de los elementos de interés de los Valles de Lechada y Naranco son accesible para un público general. Por todo ello, a pesar de encontrarse íntimamente ligadas, estas dos áreas presentan peculiaridades que invitan a un análisis y gestión separados.

32. Área de interés petrológico *Granodiorita de Tres Provincias -Agujas de Cardaño*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Mojón de las Tres Provincias, Agujas de Cardaño, Hoyo Empedrado
Acceso	Se accede desde el valle de Lechada, que arranca 1 km al sur de Portilla de la Reina, por la carretera N-621. Hay que recorrer la pista que discurre a lo largo del valle (unos 12 km) y posteriormente ascender durante aproximadamente media hora por una senda de montaña para llegar al Hoyo Empedrado.
Accesibilidad y tiempo	El acceso es largo y complicado. Llegar a la base del afloramiento supone unas 4 horas de camino a pie.

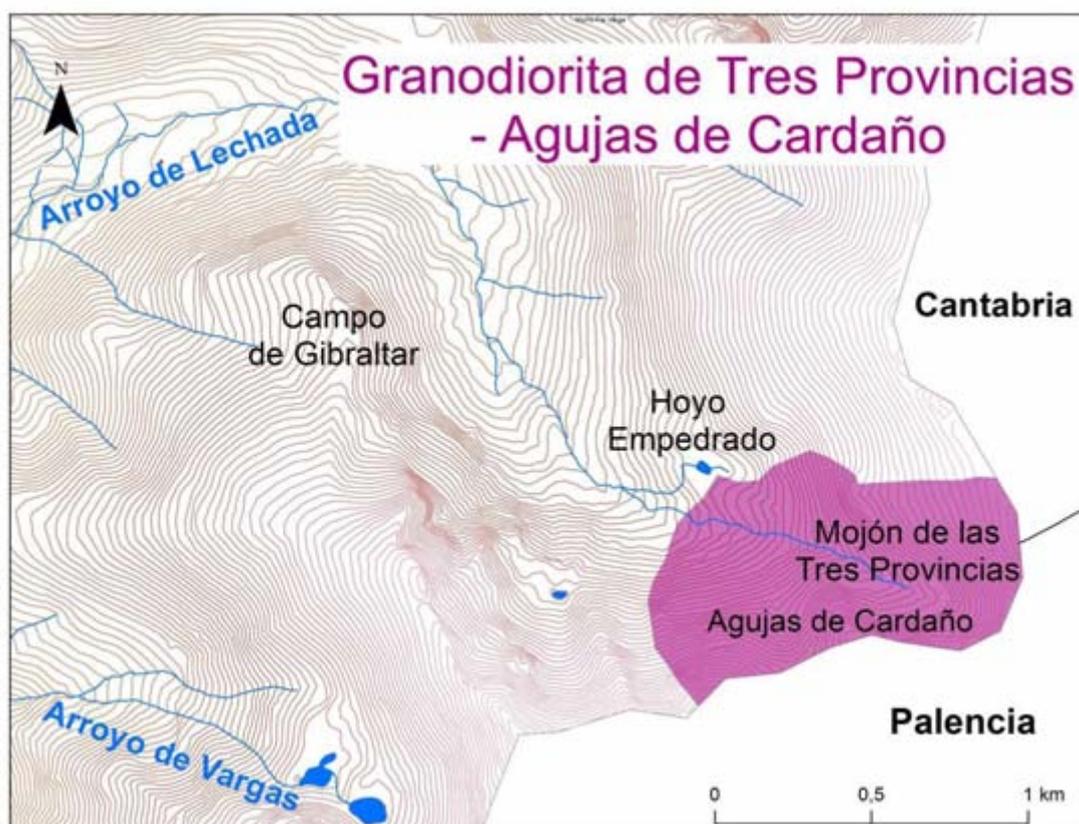


Fig. 2.44: Mapa del área de interés petrológico.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Tardivarisca
Litología	Litologías consolidadas, rocas ígneas de tipo granodiorita
Formación/es implicada/s	La granodiorita intruye a las Formaciones Curavacas y Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Ascenso de magmas y alteración de la estructura suprayacente. Este proceso se produce por el rejuego de fallas tardivariscas y ocasiona el emplazamiento de rocas ígneas con metamorfismo térmico asociado.
Edad del proceso	De acuerdo con Gallastegui (1994), Carbonífero (Gzheliense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	En la actualidad no se detecta ningún riesgo de degradación. La situación cambiaría si se llevase a cabo el proyecto de instalación de la estación de esquí de San Glorio.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (alpinismo, esquí de travesía...)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En Portilla y Llánaves de la Reina hay establecimientos de hostelería. A la entrada de los valles de Lechada y Portilla existen aparcamientos amplios.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

Uno de los rasgos que caracteriza a la Región del Pisuega-Carrión, de acuerdo con GALLASTEGUI Y OTROS (1990), es el desarrollo de una actividad magmática tardivarisca de naturaleza calcoalcalina, relativamente importante si se compara con la presente en el resto de la Zona Cantábrica. Dicha actividad determina la existencia de 250 cuerpos intrusivos, generalmente de pequeñas dimensiones y asociados a las grandes fracturas del final del evento tectónico (Fallas de León, Ventaniella, Tarna, Liébana, Llesba, Yuso y Peñas Matas). El batolito de Peña Prieta-Agujas de Cardaño es, con diferencia, el mayor de un *stock* de rocas ígneas que en su conjunto abarca 2 km<sup>2</sup> de superficie. De acuerdo con GALLASTEGUI Y OTROS (1990) y GALLASTEGUI (1994), en concreto este afloramiento constituye la zona central o del *stock* propiamente dicho. El afloramiento en superficie presenta una forma de elipsoide y tiene una extensión aproximada de 0,6 km<sup>2</sup>. Su peculiaridad estriba en la existencia de este tipo de rocas en una zona donde predominan las rocas sedimentarias. Su génesis estaría relacionada con el ascenso de magmas profundos desde el manto superior a través de fracturas de desgarre producidas en las últimas etapas de cierre del Arco Astúrico. La edad de emplazamiento, de acuerdo con GALLASTEGUI (1994), es post-Estefaniense B (es decir, Gzheliense). Como indica esta autora, la mayor parte del afloramiento corresponde a una granodiorita-tonalita compuesta fundamentalmente por plagioclasas y biotita.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> La descripción de este LIG es un resumen de la incluida en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009b), que fue realizada de forma conjunta por Eduardo ALONSO HERRERO y la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS PETROLÓGICO GRANODIORITA DE TRES PROVINCIAS-AGUJAS DE CARDAÑO								
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5	
	Representatividad	Poco representativo		2			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3			
	Validez como modelo	Muy válido			3		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (intrusión de rocas ígneas) y un elemento derivado del mismo	1				×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno						5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>23/28</b>		
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico y turístico-deportivo			3		×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3		×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1					
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2			×	×
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3			
	Estado de conservación (1-5)	Bueno						5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida					×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>17/27</b>		
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1					
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3			
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra alejado de toda influencia humana	1					
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo			3			
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula						
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1					
	Fragilidad (1-5)	Nula						
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>9/35</b>		
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 40/55</b>								
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 9/35</b>								
COMENTARIOS:								
*Este LIG se vería directamente afectado por el proyecto de estación de esquí en San Glorio.								

33. Área de interés geomorfológico *Modelado glaciar y periglacial de Tres Provincias-Hoyo Empedrado*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Mojón de las Tres Provincias, Agujas de Cardaño, Hoyo Empedrado
Acceso	Se accede desde el valle de Lechada. Este valle arranca 1 km al sur de Portilla de la Reina, por la carretera N-621. Hay que recorrer la pista que discurre a lo largo del valle (unos 12 km) y posteriormente ascender por una senda de montaña, durante aproximadamente media hora para llegar al Hoyo Empedrado.
Accesibilidad y tiempo	El acceso es largo y complicado. Llegar a la base del Área lleva unas 4 horas de camino a pie.

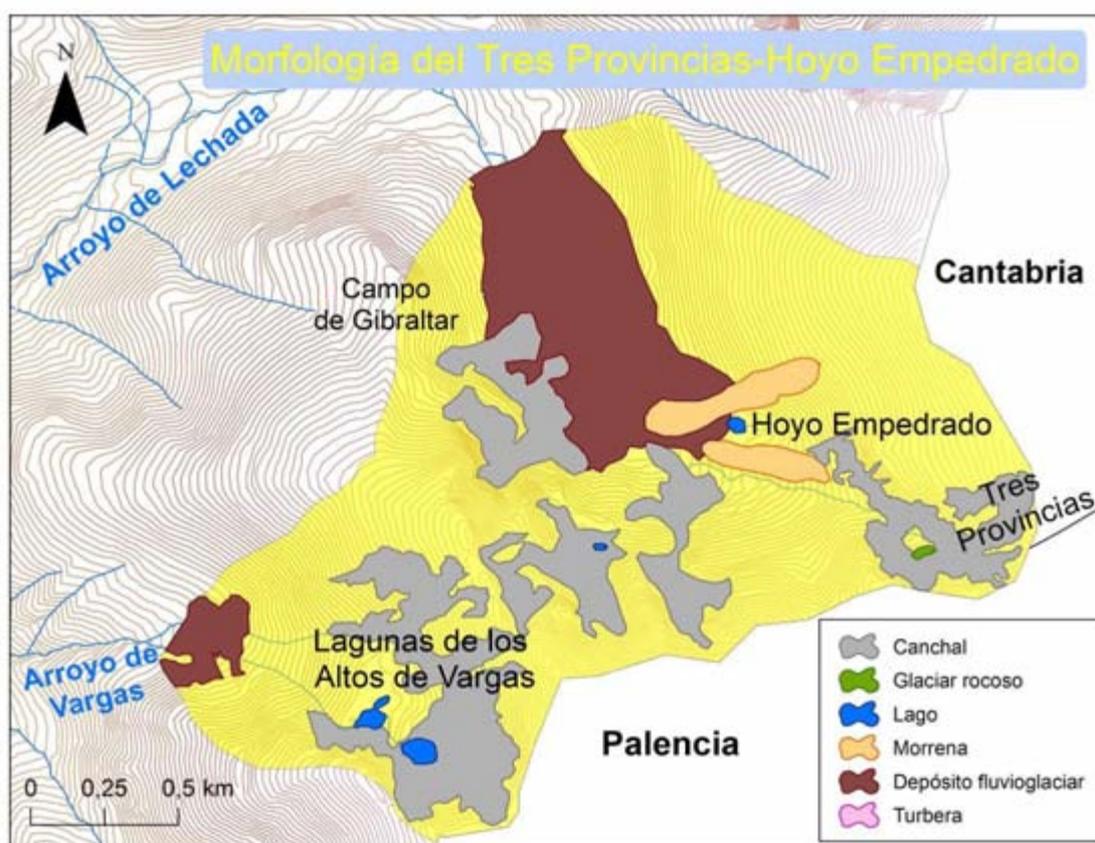


Fig. 2.45: Mapa de localización del área de interés geomorfológico en el que se muestran sus elementos de interés.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Las lutitas son de edad Carbonífero (Moscoviense). La granodiorita es, de acuerdo con Gallastegui (1994), de edad Gzheliense.
Litología	Las litologías son variadas, pues a lo largo del valle afloran tanto rocas sedimentarias variadas (areniscas, lutitas, conglomerados cuarcíticos y calizas) como rocas plutónicas intrusivas (granodioritas biotíticas y pórfidos granodioríticos)
Formación/es implicada/s	Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno. Las guirnaldas y terracillas de origen periglaciar se degradan ligeramente por el pisoteo de la fauna silvestre (rebecos).
Afloramiento	Regular. Hay una prospección para talco en las calizas de la Formación Lechada que ha desmantelado una de las morrenas frontolaterales que cierra el lago. Además se construyó un canal de egresión que permanece abierto y drena el lago.
Riesgo de degradación	Si se llevase a cabo el proyecto de estación de esquí de San Glorio, gran parte del valor de este LIG desaparecería.

<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-Deportivo (montañismo, esquí de travesía)
Evolución previsible	El abandono de los usos tradicionales motiva la colonización y avance de la vegetación arbustiva.
Infraestructuras	A la entrada del valle de Lechada hay un aparcamiento. En Portilla y Llánaves de la Reina hay varios establecimientos de hostelería.
Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>En esta área se observan los elementos derivados de la dinámica glaciar acontecida durante el Pleistoceno. El Hoyo Empedrado es el fondo del circo que se ubica debajo del cordal formado por el Mojón de las Tres Provincias y las Agujas de Cardaño. La presencia de cantos y bloques glaciares de granodiorita, alojados en la loma que cierra el valle por el oeste (denominada Campo de Gibraltar) sobre el sustrato de la Formación Lechada, indican un espesor de hielo durante el máximo glaciar de más de 200 m. Próximo al Hoyo Empedrado se localiza un complejo morrénico bien desarrollado, con morrenas laterales y de fondo correspondientes a varias fases de estabilización post-máximo, así como dos morrenas frontolaterales que cierran un lago ubicado a 2073 m de altitud.</p> <p>Desde la retirada de los hielos esta zona ha sufrido procesos periglaciares y, de hecho, este LIG destaca por la gran extensión de formas derivadas de éstos. Uno de los elementos más llamativos son los numerosos canchales desarrollados y las dimensiones de los mismos. Muchos de ellos tienen aún actividad en la actualidad, pues apenas presentan colonización vegetal. Asimismo, se detectan otros procesos asociados con esa dinámica, como es la gelisoliflucción que origina en las laderas numerosos lóbulos, muchos de ellos colonizados en la actualidad por arandaneras negras (<i>Vaccinium uliginosum</i> subsp. <i>microphyllum</i>) y brecina (<i>Calluna vulgaris</i>). También se observan guirnaldas y terracillas periglaciares en las laderas, bordeadas por pastizales en forma de media luna, en los que domina <i>Festuca eskia</i>. Así, esta zona constituye uno de los mejores enclaves de toda la provincia para observar formas de detalle generadas bajo condiciones periglaciares, tanto por la nitidez y el buen estado de conservación que presentan (lo cual indica una dinámica periglaciar subactual), como por la extensión de las mismas. Además, según los datos de REDONDO VEGA Y OTROS (2010) el Hoyo</p>	

Empedrado es la única estación de alta montaña de la provincia donde el régimen térmico del suelo indica aún condiciones de permafrost<sup>2</sup>.

<b>VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO MODELADO GLACIAR Y PERIGLACIAR DE TRES PROVINCIAS-HOYO EMPEDRADO</b>							
	<b>Rasgo</b>	<b>Categoría</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO</b>	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varias formas derivadas de los mismos			3	×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>25/28</b>	
<b>POTENCIALIDAD DE USO</b>	Uso más apropiado	Científico y turístico-deportivo*			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>El acceso presenta restricciones importantes</i>	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para todos los públicos			3	×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>					5
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	El punto no es accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN</b>	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>El acceso presenta restricciones importantes</i>	1				
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>	1				
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra alejado de toda influencia humana</i>	1				
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo**</i>			3		
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Muy frágil</i>					5
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 45/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

<sup>2</sup> Esta descripción se apoya en la publicada en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS. 2009A), que fue realizada por José M<sup>a</sup> Redondo Vega.

COMENTARIOS:

\* Cuando se habla del uso deportivo como adecuado para esta zona, se refiere al uso que tiene en la actualidad, de montañismo y esquí de travesía, que no implica la incorporación de infraestructuras.

\*\*En esta zona se ha diseñado el proyecto de la estación de esquí de San Glorio. En caso de realizarse este proyecto, gran parte del valor del LIG desaparecería.

34. Área de interés geomorfológico *Valles de Lechada, Naranco y Boquerón de Bobias*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Lechada, Naranco, Boquerón de Bobias. Este LIG incluye las zonas medias y bajas de los dos valles, hasta la altura del collado que sirve de paso entre ambos valles, el Boquerón de Bobias.
Acceso	Puede accederse desde el valle de Lechada o desde el valle de Naranco. En total, la ruta desde el comienzo de uno de los valles hasta el inicio del otro pasando por el Boquerón de Bobias son unos 14,5 km.
Accesibilidad y tiempo	El acceso es largo pero cómodo, pues se hace por pista forestal. De hecho, una de las rutas señalizadas por el Parque Regional hace un recorrido circular por los dos valles. El tiempo estimado para su realización completa es de unas 6 horas.

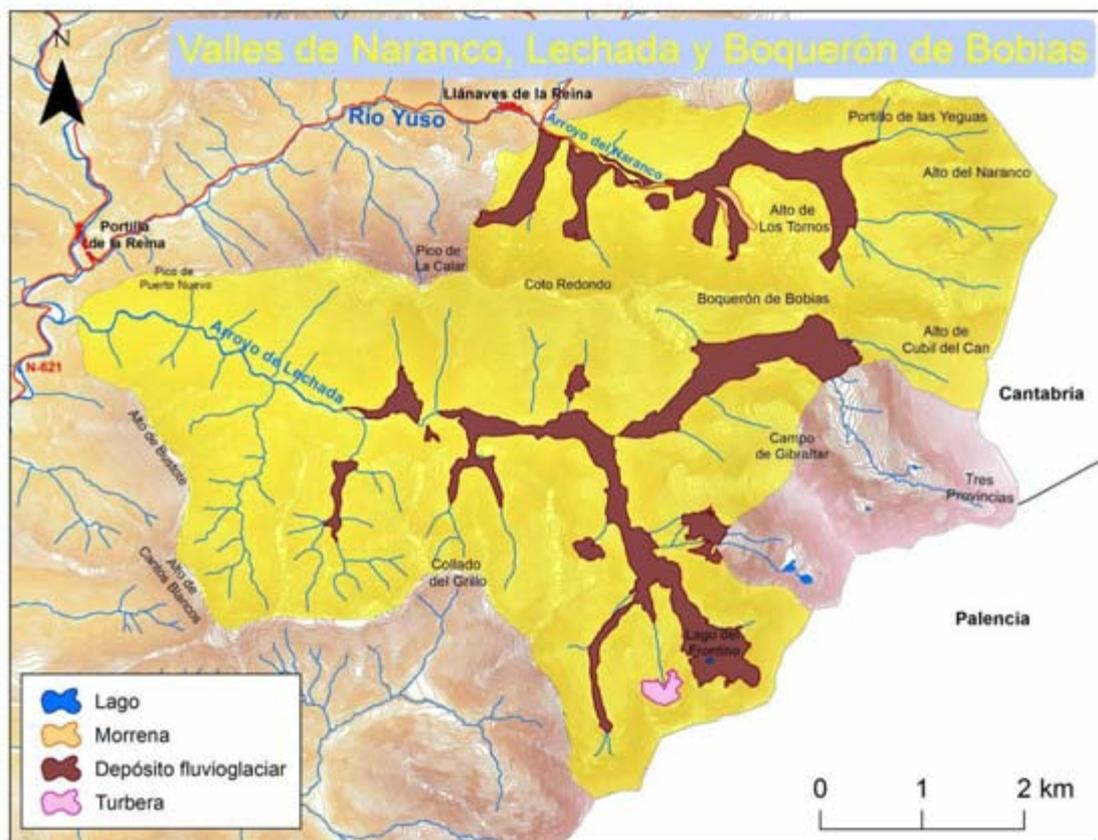


Fig. 2.46: Mapa del área de interés geomorfológico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (pizarras, areniscas y conglomerados)
Formación/es implicada/s	Grupo Potes, Curavacas y Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno. La pérdida del uso ganadero tradicional modifica el aspecto del valle y dificulta la observación de algunos de los rasgos de interés.
Riesgo de degradación	Si se llevase a cabo el proyecto de estación de esquí de San Glorio, el valor del LIG disminuiría considerablemente.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero (en regresión) y turístico-deportivo (esquí de travesía, senderismo)
Evolución previsible	Cambio del paisaje y enmascaramiento de algunos rasgos de interés del LIG por el avance de la vegetación arbustiva y arbórea.

Infraestructuras	En Portilla y Llánaves de la Reina existen hostales y restaurantes.
Material de apoyo	Existe una ruta circular Naranco-Lechada marcada por el Parque Regional con postes de madera que pasa de un valle a otro por el Boquerón de Bobias. A comienzo y final de la ruta hay un cartel que interpreta diferentes aspectos del medio natural de esta ruta, aunque no menciona los geológicos. También existe un tríptico editado por el Parque Regional con los mismos contenidos.

### DESCRIPCIÓN

Los valles de Lechada y Naranco presentan una morfología glacial marcada y en ellos se mantienen en buen estado de conservación muchas de las formas de erosión y depósito originadas por la acción del hielo. El Boquerón de Bobias es un collado situado entre Lechada y Naranco a través del cual se produjo una difluencia glacial desde el primer valle al segundo (SAVAGE, 1967; ALONSO HERRERO, 1987a; 1994; 2002). La existencia de una transfluencia implica que en el primer valle se alojaba una lengua de hielo de al menos 160 m de espesor. Así, la alimentación del Naranco proviene de los circos glaciares del Cubil del Can, del área de Manantial de Vegas Rubias, de los cinco circos de pequeñas dimensiones de la Sierra de Orpiñas y de los aportes laterales procedentes del valle de Lechada. Esta última fuente de hielo incrementa considerablemente el tamaño del glaciar que ocupaba el Naranco. Gracias a ello, en este valle, que presenta una cabecera modesta, se desarrollan formas de depósito importantes. ALONSO HERRERO (2002) diferencia siete arcos morrénicos de retroceso, más otra morrena lateral aguas abajo y a mayor altura. Además, ALONSO HERRERO (1987a) describe este complejo morrénico de retroceso como el único conservado en toda la cuenca alta del río Esla. El menor poder de erosión fluvial posterior de un valle con una cabecera poco amplia motiva que el desmantelamiento de las formas glaciares haya sido escaso y su estado de conservación muy bueno.

Por otra parte, la existencia en la cabecera del valle de Lechada de sustratos litológicos variados y fáciles de diferenciar por el público general (granodiorita de Tres Provincias-Agujas de Cardaño, Conglomerados de Curavacas, Formación Lechada) facilita la identificación de estos procesos y convierte a este LIG en un ejemplo muy adecuado para la observación y comprensión del glaciario acontecido en la Cordillera Cantábrica<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Esta descripción supone un resumen del publicado en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), realizado por la autora de la presente memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO VALLES DE LECHADA, NARANCO Y BOQUERÓN DE BOBIAS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Raro			3	×	×
Importancia (1-5)		Regional			3		
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (glaciarismo) y varias formas derivadas del mismo		2		×	×
Estado de conservación (1-5)		Bueno					5
Valor estético o paisajístico		Alto			3	×	×
Valor científico o geohistórico		Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>22/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona en plena expansión*					5
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 46/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							
COMENTARIOS:							
*En caso de materializarse el proyecto de la estación de esquí de San Glorio, el LIG perdería valor.							

35. Punto de interés mineralógico *Fluorita de Burón*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	-
Acceso	La mina de fluorita se ubica 1 km al oeste de Burón por la carretera CL-635 y a la derecha de la misma. Se identifica bien el punto de parada porque aún se conservan los restos del almacén de la explotación minera.
Accesibilidad y tiempo	La subida a pie hasta la mina desde la carretera lleva 10 minutos pero hay que ascender a la parte alta del almacén. Ello complica el acceso de manera que si se quiere divulgar este punto habría que adecuarlo para las visitas.



Fig. 2.47: Localización de la mineralización de fluorita en las proximidades de Burón.

<b>Caracterización geológica general</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Barcaliente
<b>Caracterización geológica del lig</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Precipitación del mineral a partir de soluciones hidrotermales de baja temperatura que ascienden por las fallas y fracturas.
Edad del proceso	Tardivarisca
<b>Estado de conservación</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bajo. Se ha explotado la mayor parte del mineral.
Afloramiento	Regular. El acceso a la mina, y sobre todo al interior de las galerías, es peligroso. No se han conservado los caminos ni las instalaciones, y el edificio se encuentra derruido y lleno de escombros.
Riesgo de degradación	Si no se controla puede producirse el expolio de los escasos ejemplares de mineral que quedan aún hoy en día.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	Si no se evita, continuará el proceso de deterioro.

Infraestructuras	Instalaciones mineras abandonadas. En Burón hay diversos establecimientos de hostelería para alojarse y comer.
Material de apoyo	Ninguno
<b>Descripción</b>	
<p>La fluorita (fluoruro de calcio, <math>\text{CaF}_2</math>) es un mineral que presenta una coloración variada: blanca, verde, amarilla, anaranjada o violácea. Se utiliza como fundente en la fabricación de aceros, vidrios opalescentes, esmaltados y en la obtención de ácido fluorhídrico. Los principales yacimientos de la Península Ibérica se encuentran en los municipios asturianos de Caravia y Ribadesella. El origen de estas mineralizaciones se debe a su precipitación a partir de soluciones hidrotermales de temperatura muy baja (de 90 a 140°C) y presión hidrostática en condiciones subsuperficiales. Dicha precipitación acontecería en los últimos momentos de la orogenia Varisca. En el caso del yacimiento de Burón, se relaciona con las fallas de Tarna y Ventaniella (PANIAGUA Y OTROS, 1991). La mineralización reemplaza amplias zonas de la roca calcárea, rellena zonas de brechificación y cavidades endokársticas, formando drusas, geodas y en general agregados holocristalinos.</p> <p>Como singularidad de estas mineralizaciones destaca la presencia recientemente detectada de bournonita (CALVO, 2003) y también tiene azurita, malaquita, tetraedrita.<sup>4</sup></p>	

<sup>4</sup> La descripción de este LIG constituye un resumen de la publicada en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORD., 2009a), que fue realizada por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO							
FLUORITA DE BURÓN							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×
Rareza en su contexto geológico		Común		2		×	×
Importancia (1-5)		Nacional				4	
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo			3	×	×
Estado de conservación (1-5)		Muy alterado	1				
Valor estético o paisajístico		Bajo	1			×	×
Valor científico o geohistórico		Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>18/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y complicado			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1				
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>12/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por una paseo corto y complicado			3		
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera moderadamente transitada			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula					
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 30/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

36. Punto de interés mineralógico *Antimonita de Burón*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	-
Acceso	Desde la construcción del embalse, el acceso más cómodo parte de la localidad de Liegos. Se toma el camino hacia el valle de San Pelayo y en la entrada del mismo, se sigue el curso del arroyo con dirección a su desembocadura en el río Suso. Los restos de las explotaciones mineras se encuentran en las proximidades de ese punto, en la cara norte de la Peña Castiello, el afloramiento de caliza que destaca en este paisaje.
Accesibilidad y tiempo	Desde Liegos caminando se tardan unos 20 minutos. El acceso es bueno, aunque es preferible visitar este LIG en la época estival cuando el embalse se encuentra en su cota más baja.



Fig. 2.48: Mapa de localización de la Antimonita de Burón

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Tardivarisca
Litología	Litologías consolidadas, rocas ígneas (granodiorita)
Formación/es implicada/s	-
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Precipitación del mineral a partir de soluciones hidrotermales de temperatura muy baja que ascienden por las fallas y fracturas
Edad del proceso	Tardivarisca
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Regular. El mineral ha sido extraído.
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Burón hay un hostel y varios restaurantes.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

La antimonita es el sulfuro de antimonio ( $Sb_2S_3$ ). Se extrae para la obtención de antimonio, que se utiliza en aleaciones, impregnaciones y como antiinflamable en la industria textil. La mineralización de antimonita que constituye este LIG se encuentra en las proximidades de la llegada al embalse del Valle de San Pelayo. Este yacimiento está relacionado con la intrusión de rocas ígneas existente en la zona. Según MATÍAS Y DOMINGO (1998), en este yacimiento la antimonita aparece acompañada de arsenopirita de grano fino que contiene pequeñísimas trazas de oro. Las labores de extracción de antimonita eran dispersas y de tamaño pequeño.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO						
ANTIMONITA DE BURÓN						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	× ×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		× ×
	Importancia (1-5)	Provincial		2		
	Validez como modelo	Válido		2		× ×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo	1			× ×
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1			
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		× ×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>16/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico		2		× ×
	Condiciones de observación	Medias		2		× ×
	Accesibilidad (1-5)	<i>Se accede por un paseo corto y cómodo</i>				4
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		× ×
	Extensión superficial (1-5)	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>	1			
	Estado de conservación (1-5)	<i>Muy alterado</i>	1			
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>14/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	<i>Se accede por un paseo corto y cómodo</i>				4
	Extensión superficial (1-5)	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>				5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	<i>Se encuentra en las proximidades de una pista o camino</i>		2		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1			
	Vulnerabilidad natural (1-5)	<i>Baja</i>	1			
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	<i>Baja</i>	1			
	Fragilidad (1-5)	<i>Nula</i>				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 30/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>						

37. Punto de interés mineralógico *Antimonita de Riaño*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Congostura, Argantón, Valle de Tendeña
Acceso	En la actualidad el acceso es complicado debido al embalse. Sin embargo, existen medios para llegar a las explotaciones, pues hay un barco turístico que recorre el embalse en época estival.
Accesibilidad y tiempo	El acceso presenta restricciones importantes.



Fig. 2.49: Mapa de localización del LIG Antimonita de Riaño

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera (en concreto Miembro Yordas)
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Precipitación del mineral durante la ascensión de fluidos hidrotermales de baja temperatura por las fallas y fracturas
Edad del proceso	Tardivarisca. De acuerdo con PANIAGUA Y OTROS (1991), la mineralización es posiblemente pérmica o más reciente.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bajo. El mineral ha sido explotado.
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Riaño hay establecimientos de hostelería de todo tipo.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

Los yacimientos de antimonio en la base del Pico Yordas se encuentran en un área denominada Argantón. Es probable que dicho topónimo derive del adjetivo argénteo, pues la antimonita presenta un brillo plateado muy llamativo. Las mineralizaciones están constituidas por bolsadas y filoncillos de antimonita encajados en multitud de fracturas existentes en las calizas del Miembro Yordas, que en este punto se encuentran silicificadas. Se explotaron de manera intensa en la década de los 20 del siglo pasado, aunque estos yacimientos fueron trabajados probablemente ya desde la época romana (MATÍAS Y DOMINGO, 1998). El antimonio se utiliza en aleaciones, impregnaciones y como antiinflamable en la industria textil.

La mineralización principal es de antimonita, que de acuerdo con MATÍAS Y ALONSO HERRERO (2004), se presenta masiva, granular o fibroso-radiada en cristales centimétricos. En algunos casos el mineral se encuentra oxidado, transformándose en valentinita y cervantita y, en algunas zonas, aparece también algo de senarmontita (MATÍAS Y DOMINGO, 1998; MATÍAS Y ALONSO HERRERO, 2004).

Éstas constituyen las explotaciones de antimonio más interesantes de la zona, aunque el acceso resulta difícil por el agua del embalse. Sin embargo, el servicio de turismo del embarcadero de Riaño puede facilitar los medios de transporte para cruzar hasta las minas. Las labores comprenden cortas superficiales siguiendo los afloramientos de los filones y minados para extraer las bolsadas de antimonita.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS MINERALÓGICO							
ANTIMONITA DE RIAÑO							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Internacional					5
	Validez como modelo	Válido		2		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1				
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>18/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico			3	×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1				
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>10/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra alejado de toda influencia humana	1				
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>10/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 28/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 10/35</b>							

38. Punto de interés mineralógico *Arsenopirita de Las Viescas (Riaño)*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Las Viescas, Corbán
Acceso	El acceso a esta explotación se ha complicado desde la construcción del embalse de Riaño. Lo más sencillo es esperar a la época estival, cuando la cota del embalse desciende y tomar la pista que conduce directamente a la explotación. La pista sale en el km 92 de la carretera N-621, a la derecha tras el puente que atraviesa el embalse después de la localidad de Riaño (dirección Cistierna).
Accesibilidad y tiempo	La mina se encuentra a unos 3 km del comienzo de la pista. Se tarda una media hora caminando desde el inicio de la pista (donde se puede dejar el vehículo).



Fig. 2.50: Ubicación del punto de interés mineralógico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Mineralización relacionada con la actividad hidrotermal ligada a las fracturas tardivariscas.
Edad del proceso	Tardi o postvarisca (PANIAGUA Y OTROS, 1991)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bajo, pues la mayor parte del mineral ha sido extraído.
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	Se producirá la colonización vegetal paulatina de las escombreras y el valor del LIG quedará oculto.
Infraestructuras	Las más próximas se encuentran en Riaño.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

La arsenopirita (también denominada mispíquel) es sulfuro de hierro y arsénico (FeAsS). Es un mineral de color blanco plateado, del que se obtiene arsénico, que se utiliza en muchas industrias, como las de la pintura, pirotecnia, medicina o agricultura. En las proximidades de la localidad de Riaño, en el paraje conocido como Las Viescas, se encuentra una mineralización de arsenopirita masiva encajada en las calizas de la Formación Lois-Ciguera, que en este punto, además, se encuentran intensamente silicificadas y contienen ganga de calcita y cuarzo. La mineralización está relacionada genéticamente con la intrusión de granodiorita que aflora en sus proximidades. De acuerdo con MATÍAS Y ALONSO HERRERO (2004), la arsenopirita se acompaña de rejalgar en las zonas más superficiales. Este mineral procede de la alteración de la arsenopirita.

El yacimiento se explotó para la obtención de arsénico en los años cincuenta. El mineral se trataba directamente en unos hornos situados en el fondo de valle (en una zona actualmente anegada por el embalse). A estas instalaciones se llevaba también el antimonio de la zona del Yordas (descrito con anterioridad, v. pág. 347) para su tratamiento metalúrgico (MATÍAS Y DOMINGO, 1998; MATÍAS Y ALONSO HERRERO, 2004).

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO							
ARSENOPIRITA DE LAS VIESCAS (RIAÑO)							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3		
	Validez como modelo	Válido		2		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización y un elemento derivado del mismo)	1			×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Muy alterado</i>	1				
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>16/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico		2		×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo largo y cómodo</i>			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>	1				
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Muy alterado</i>	1				
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>11/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo largo y cómodo</i>			3		
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>					5
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en las proximidades de una pista o camino</i>		2			
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 27/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							

39. Punto de interés mineralógico *Yacimiento de oro en Guspiada*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Guspiada, Valcarande
Acceso	Al norte de Barniedo de la Reina, entre los km 106 y 107 de la carretera N-621 y a la izquierda de la misma se encuentra el arroyo de Guspiada. A 500 m desde la entrada del valle en la margen izquierda de la pista sale un antiguo camino que en la actualidad se encuentra bastante desdibujado. Se asciende 1 km por esta senda y en las proximidades de la misma, a la derecha, se encuentra la mineralización.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan unos 20 minutos desde la entrada al valle de Guspiada.



Fig. 2.51: Mapa de ubicación del Yacimiento de oro en Guspiada

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuegra-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados, areniscas y lutitas)
Formación/es implicada/s	Curavacas y Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Ascensión de fluidos hidrotermales desde el manto en las fracturas tardivariscas asociadas a rocas ígneas .
Edad del proceso	Tardivarisca, de acuerdo con PANIAGUA Y OTROS (1991), sin- y post-intrusión.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Regular. La mineralización se localiza con dificultad debido a que la vegetación natural la oculta.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación sobre el punto, pero su uso patrimonial implicaría una intervención para frenar el avance de la vegetación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	Si no se evita, la evolución natural de la vegetación motivará que la mina quede oculta y no pueda visitarse.

Infraestructuras	En Barniedo de la Reina hay dos restaurantes. Además, existe un área recreativa con aparcamiento en las proximidades de la entrada al valle de Guspiada, en concreto unos 300 m al sur del mismo por la carretera N-621.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

En la Región del Pisuerga-Carrión son habituales las mineralizaciones asociadas a las intrusiones ígneas en el entorno del área de interferencia de los sistemas de fracturas que seccionan el macizo (Fallas de León, Ventaniella, Tarna, San Pelayo y del Yuso) (PANIAGUA Y OTROS, 1991). Dichas mineralizaciones son variadas. En concreto la que constituye este LIG se encuentra dentro del grupo de los mesoepiteliales de As-Sb-Au ligados a rocas subvolcánicas. De acuerdo con PANIAGUA Y OTROS (1991), se trata de venas y diseminaciones de sulfuros de As y Sb relacionadas con rocas ígneas de carácter intermedio a básico y tendencia porfídica. Estas rocas intruyen materiales fundamentalmente siliciclásticos en zonas de cizalla asociadas a interferencias de fracturas tardiorogénicas. La mineralización se deposita a raíz de la actividad hidrotermal sin- y post-intrusión.

La peculiaridad de este yacimiento se incrementa por una componente de tipo cultural, pues en él se han reconocido evidencias de labores romanas (PÉREZ, 1948). ALONSO HERRERO Y OTROS (2005) describen la existencia de trabajos mineros desde la divisoria de aguas hasta el fondo de valle de la vertiente noreste a la entrada del valle de Guspiada. Asimismo destacan la existencia de tres zanjas superficiales que recorren toda la explotación en sentido descendente, paralelas al arroyo de drenaje. En el entorno de estas labores y por encima de ellas se aprecian numerosas excavaciones a modo de trincheras y zanjones.

En el Parque Regional existen otros restos de labores auríferas de edad romana, en concreto, en el valle de Hormas. De acuerdo con PÉREZ (1948), estas explotaciones pudieron suponer que unos 50000 m<sup>3</sup> cúbicos de material fueran removidos. Por ejemplo, ALONSO HERRERO Y OTROS (2005) describen una excavación sobre un afloramiento de cuarzo con arsenopirita fuertemente alterada en la ladera sur de la Sierra de Hormas, en concreto en el paraje denominado “Monte de la Mina”. En esta zona el grado de conservación de estas labores es alto y además, en el fondo del valle se aprecian varias murias procedentes del lavado de los sedimentos del arroyo que drena la zona. Aparte de estas explotaciones auríferas romanas en la cuenca alta del río Esla, en toda la Zona Cantábrica sólo se ha corroborado la existencia de labores romanas en la cabecera del valle del Carrión (DEL CANTO Y OTROS, 2002), por lo que se trata de un rasgo singular desde el punto de vista cultural.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO							
YACIMIENTO DE ORO EN GUSPIADA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	No representativo	1			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Válido		2		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto*		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>17/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico		2		×	×
	Condiciones de observación	Malas	1			×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>10/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra alejado de toda influencia humana	1				
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Baja	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>11/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 27/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 11/35</b>							
COMENTARIOS:							
*El valor de este LIG se incrementa por las evidencias de labores romanas.							

VIII. Área compleja **Alto de La Rasa**

Este LIG abarca la cuenca del Arroyo de Valponguero, es decir, la vertiente norte del Alto de la Rasa-Alto de la Hoya de Martín Vaquero, las caras suroeste y noroeste del Pico Murcia y la cara sur de la cordal constituida por Los Altos de Vacamuerta-Valdorejo. En esta área compleja se engloban los LIG siguientes: 1) Área de interés geomorfológico del Alto de la Rasa, 2) Sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Gustalapedra y 3) Sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Murcia.

40. Área de interés geomorfológico *Modelado periglacial de La Rasa*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La Rasa, Valponguero, Gustalapedra, El Joyo, Mangánaves
Acceso	La ascensión a La Rasa (2088 m) se realiza desde Barniedo de la Reina, por el Collado denominado Los Pandos. Hasta allí existe senda, pero a partir de ese punto es una ruta de alta montaña, sólo aconsejable para personas preparadas. Acceder a la zona donde se observa la morfología glacial de Gustalapedra, El Joyo y Mangánaves también requiere un paseo largo pero menos complicado, pues existen sendas que recorren dichos valles.
Accesibilidad y tiempo	El acceso a cualquiera de los puntos recomendados requiere un mínimo de 3 horas caminando. Aunque no son excesivamente complicados, se trata de rutas para personas entrenadas en la montaña.

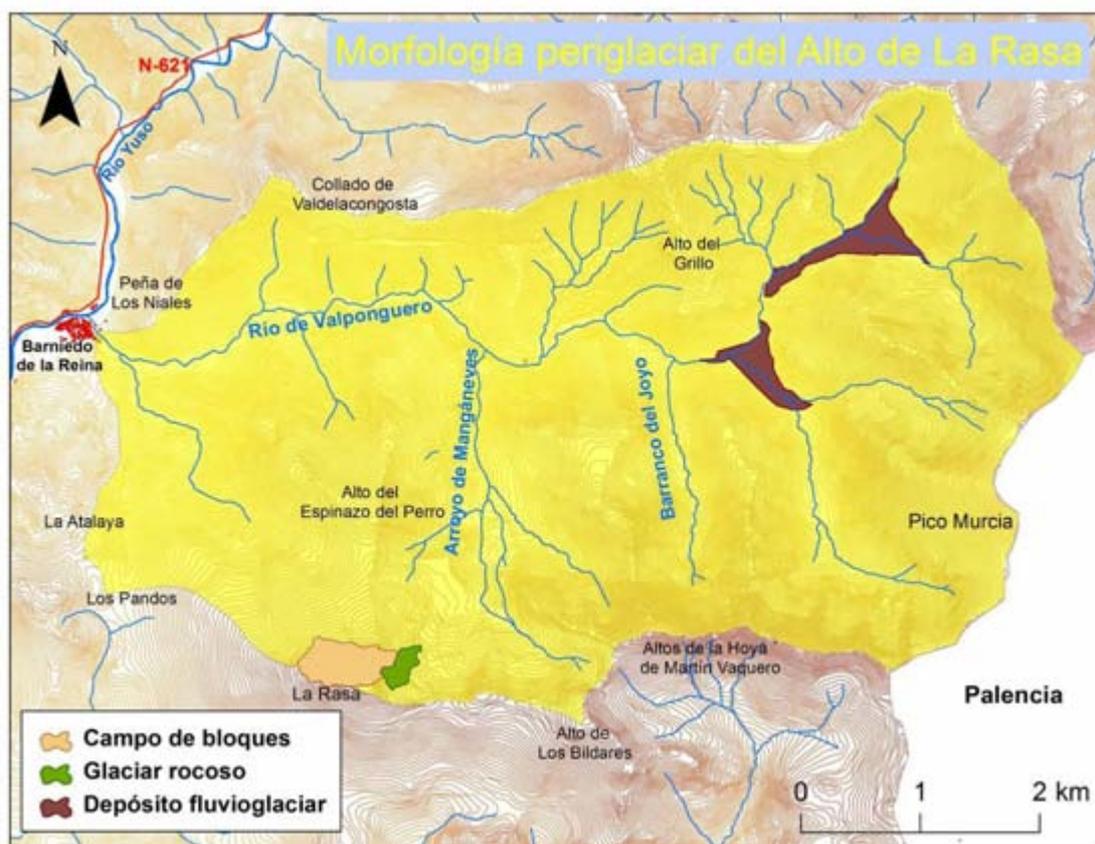


Fig. 2.52: Mapa del área de interés geomorfológico

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuegra-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Devónico (Eifeliense – Fameniense) y Carbonífero Bashkiriense – Moscoviense).
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (en su mayoría lutitas, cuarcitas y areniscas). También hay algunos puntos en los que afloran litologías de carácter calcáreo (fundamentalmente calizas nodulosas).
Formación/es implicada/s	Cardaño-Gustalapedra, Murcia, Grupo Prioro
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural

Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
ESTADO DE CONSERVACIÓN	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero y turístico-deportivo (montañismo)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Barniedo de la Reina hay dos restaurantes.
Material de apoyo	Ninguno
DESCRIPCIÓN	
<p>El valle de Valponguero recibe por su margen izquierda las aguas de la vertiente norte de los Altos de Martín Vaquero, Los Bildares y La Rasa por medio de tres arroyos, que son, de este a oeste, Gustalapedra, el Joyo y Mangánaves. La cabecera de estos tres arroyos de dirección S-N tiene una morfología glaciar, con valles en forma de U de pendientes suaves y con vertientes moldeadas con hombreras correspondientes a umbrales glaciares. Aguas abajo, la artesa se encuentra seccionada por la incisión fluvial. Tanto en la zona de confluencia entre Gustalapedra y Valponguero como por encima en el curso principal, el fondo de valle se encuentra tapizado por sedimentos de origen fluvio-glaciar, que han sido cartografiados por ALONSO HERRERO (1991b).</p> <p>Por otra parte, en esta zona existen también evidencias de los procesos periglaciares acontecidos tras la retirada de los glaciares. En el Alto de La Rasa (2088 m) afloran las cuarcitas de la Formación Murcia, que aparecen totalmente fragmentadas constituyendo un campo de bloques que ocupa todo ese relieve por encima de los 1950 m (REDONDO VEGA Y OTROS, 2010). Además, en su cara norte, ALONSO HERRERO (1991b) cartografía un glaciar rocoso relicto. Éste presenta dimensiones importantes y un recubrimiento</p>	

vegetal escaso, lo que facilita su reconocimiento. Adicionalmente, ALONSO HERRERO (2002) apunta la existencia de un deslizamiento gravitacional de grandes dimensiones pero poco desplazamiento en la cara norte de La Rasa. Este deslizamiento estaría relacionado con el circo glaciar de Mangánaves. La retirada de los glaciares produciría una despresurización en las paredes de los circos antes comprimidas por el hielo. Asimismo, el glaciar habría ocasionado la sobreexcavación de las zonas más bajas, dejando descalzadas las partes media y alta de las vertientes que cierran el circo. Todo ello acabaría causando el deslizamiento de la cabecera del circo.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO MODELADO PERIGLACIAR DE LA RASA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (glaciarismo y periglaciarismo) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>25/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico-deportivo y científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por una paseo largo y complicado		2			
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha					5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por una paseo largo y complicado		2			
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra a las proximidades de una pista o camino				4	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con posibilidades de desarrollo**			3		
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>12/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 45/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 12/35</b>							
COMENTARIOS:							
*El glaciar rocoso de la cara norte de la Rasa presenta unas dimensiones, estado de conservación y ausencia de colonización vegetal que lo hacen destacable frente a otras formas similares de este territorio.							
**En las proximidades de este LIG está proyectada la estación de esquí de San Glorio. Aunque esta actuación no afectaría directamente a sus elementos, el valor paisajístico de la zona disminuiría y el LIG perdería valor.							

41. Sección de interés estratigráfico *Estratotipo de la Formación Gustalapedra*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Gustalapedra
Acceso	Se accede desde el arroyo de Valponguero. Si se parte desde Barniedo de la Reina, Gustalapedra es el tercer arroyo a la derecha (en realidad por la margen izquierda del arroyo de Valponguero). Para llegar al estratotipo hay que avanzar 1 km por el camino que recorre el valle de Gustalapedra.
Accesibilidad y tiempo	Desde Barniedo se tardan unas dos horas hasta la sección del arroyo de Gustalapedra donde se encuentra el estratotipo.

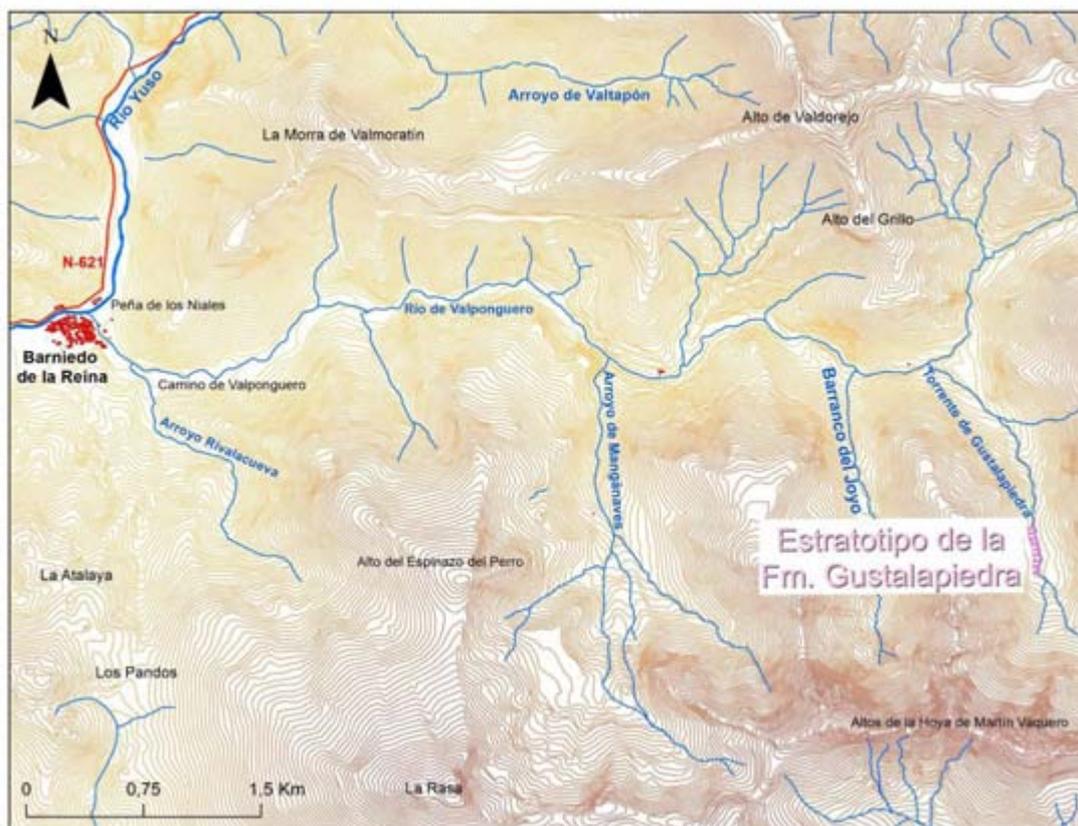


Fig. 2.53: Localización de la sección de interés estratigráfico Estratotipo de la Formación Gustalapedra

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Devónico (Eifeliense – Givetiense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (margas y calizas con intercalaciones de lutitas)
Formación/es implicada/s	Gustalapedra
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en un medio de baja energía (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994)
Edad del proceso	Devónico (Eifeliense – Givetiense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (montañismo, esquí de travesía)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna. La localidad más próxima es Barniedo de la Reina, donde hay dos bares.
Material de apoyo	Ninguno

## DESCRIPCIÓN

La Formación Gustalapedra fue descrita por VAN VEEN (1965) como una secuencia de 50 a 75 m de potencia de pizarras negras y calizas arcillosas oscuras situadas sobre la Formación Polentinos y debajo de unas calizas nodulosas a las que llamó Formación Cardaño.

AMBROSE (1972), JAHNKE Y OTROS (1983) y WAGNER Y OTROS (1984) agrupan esta formación con la Formación Cardaño en una nueva unidad estratigráfica denominada Grupo Carrión. Además, JAHNKE Y OTROS (1983) y WAGNER Y OTROS (1984) subdividen la Formación Gustalapedra en tres miembros a los que designan, de muro a techo: Miembro La Loma, Miembro Man y Miembro pizarroso de la Formación Gustalapedra.

- El Miembro La Loma está constituido por alternancias de lutitas con calizas grises y margas.
- El Miembro Man consta de dos niveles litológicos asociados. El inferior está formado por calizas *mudstone* nodulosas de color rojo, con algunos niveles margosos intercalados de color gris rojizo y tiene una potencia de unos 10-15 m. El segundo nivel litológico lo forman unos 10 m de areniscas, en bancos de 20 cm, a veces ferruginosos, de color oscuro, verdoso o rojizo, donde es característica la presencia de abundantes micas detríticas.
- El Miembro pizarroso de la Fm Gustalapedra comprende lutitas margosas y margas de colores marrones o verdes, con un elevado contenido fosilífero (braquiópodos, corales, amonoideos).

De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), las características sedimentarias de la Formación Gustalapedra y el desarrollo de faunas pelágicas apuntan a un depósito en condiciones de baja energía y con una tasa de sedimentación lenta. No obstante, tal como señalan HENN Y JAHNKE (1984), estas condiciones pelágicas se desarrollaron a una profundidad de aguas no mucho mayor del nivel de base de las olas, lo que hace pensar en una plataforma somera, generalmente con escasez de aportes, excepto para el depósito de las areniscas del miembro Man, que indicarían la llegada ocasional de materiales terrígenos en momentos de descenso eustático del nivel del mar. La edad estimada para esta formación es Eifeliense inferior – Givetiense inferior.

En el territorio de estudio, la Formación Gustalapedra sólo aflora en este valle pero resulta común en toda la zona de Fuentes Carrionas, colindante por el este con este LIG. De hecho, aunque esta sección constituye el estratotipo formal, de acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), los miembros de esta formación se han definido y tienen representación cartográfica en el área de Fuentes Carrionas, por lo que esta sección en la actualidad no resulta la más completa.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO							
ESTRATOTIPO DE LA FORMACIÓN GUSTALAPIEDRA							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3		
	Validez como modelo	Poco válido*	1			×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (sedimentación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio*		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>20/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico		2		×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo largo y cómodo</i>			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1000 m<sup>2</sup> a 100 ha</i>			3		
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida	-			×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>16/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo largo y cómodo</i>			3		
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1000 m<sup>2</sup> a 100 ha</i>			3		
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en las proximidades de una pista o camino</i>		2			
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Media</i>			3		
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Media</i>			3		
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Media</i>			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>18/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 36/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 18/35</b>							

42. Sección de interés estratigráfico *Estratotipo de la Formación Murcia*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Gustalapedra
Acceso	El estratotipo de la Formación Murcia se encuentra en el Arroyo de Gustalapedra. Se accede desde el arroyo de Valponguero. Si se parte desde Barniedo de la Reina, Gustalapedra es el tercer arroyo a la derecha (en realidad por la margen izquierda del arroyo de Valponguero). Para llegar al estratotipo hay que avanzar unos 300 m por el camino que recorre el valle de Gustalapedra.
Accesibilidad y tiempo	Desde Barniedo hasta Gustalapedra se tardan unas 2 horas.

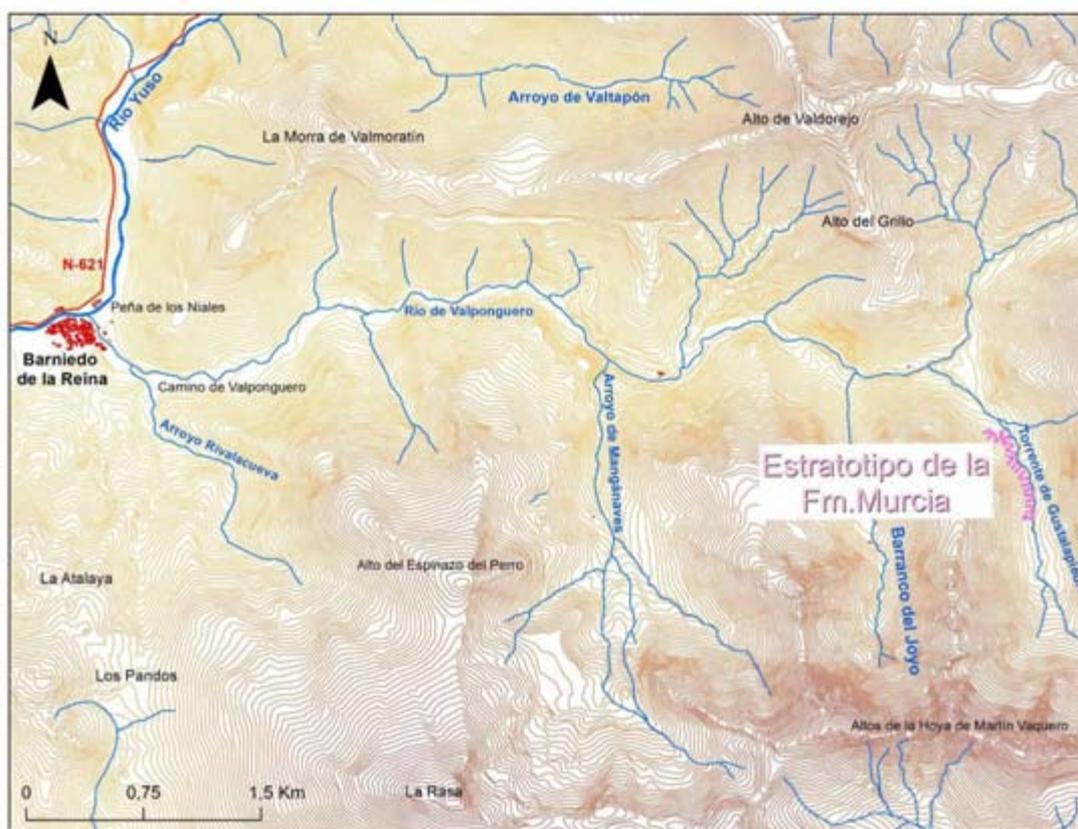


Fig. 2.54: Mapa de ubicación del estratotipo de la Formación Murcia

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Devónico Superior (Fameniense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (cuarcitas, areniscas y lutitas)
Formación/es implicada/s	Murcia
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en una plataforma marina por debajo del nivel de oleaje (RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, 1994).
Edad del proceso	Devónico Superior (Fameniense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detecta ningún riesgo de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Turístico-deportivo (montañismo, esquí de travesía)
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna. La localidad más próxima es Barniedo de la Reina donde hay dos bares.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>La Formación Murcia fue nombrada por primera vez por VAN VEEN (1965) en la vertiente noroeste del Pico Murcia (2345 m). RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994) la describe como una serie de 150-200 m de potencia en la que alternan niveles de cuarcitas y litarenitas con pizarras negras. En la parte basal, se individualizan 30-40 m de alternancias de pizarras y areniscas en bancos centimétricos. Por encima de las mismas se reconoce una serie de 100 a 150 m donde predominan las cuarcitas en bancos de hasta 2 m de espesor. Hacia el techo de la formación aparecen de nuevo las alternancias lutítico-arenosas, con tránsito gradual hacia la formación suprayacente.</p> <p>De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1994), los fósiles existentes en esta formación indican un ambiente sedimentario de plataforma por debajo del nivel de oleaje. Los tramos arenosos y cuarcíticos indicarían períodos de mayor energía. Este autor indica también la dificultad para describir una serie completa de la Formación Murcia que no contenga ninguna complicación tectónica que enmascare su potencia real o su ordenamiento litoestratigráfico, pues suele presentar duplicaciones y/o eliminaciones de parte de la serie debidas a cabalgamientos y otras fallas inversas.</p> <p>En cuanto a la edad de la Formación, según los estudios paleontológicos de ARBIZU Y OTROS (1986), ésta pertenecería al Fameniense inferior.</p> <p>En el territorio de estudio, la Formación Murcia aflora en el Valle de la Reina, en el Pico Murcia, en la Rasa y en la parte culminante de la Sierra de Hormas. La competencia de las cuarcitas y su resistencia a la erosión motiva su posición en zonas elevadas mientras que los valles han sido excavados sobre materiales más deleznales.</p>	

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO ESTRATOTIPO DE LA FORMACIÓN MURCIA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Común		2		×	×
Importancia (1-5)		Regional			3		
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (sedimentación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
Estado de conservación (1-5)		Buena					5
Valor estético o paisajístico		Alto			3	×	×
Valor científico o geohistórico		Medio		2		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO</b> .....						<b>22/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico y turístico-deportivo (montañismo)			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas con poca preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Buena					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad levemente reducida				×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO</b> .....						<b>20/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Nula	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN</b> .....						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 42/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

43. Puntos de interés mineralógico *Mineralizaciones en el área de Villafrea de la Reina*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Varga-Espayo, Los Calares y Arroyo de Valmoratín
Acceso	<p>Son tres minas diferentes: a las minas de Los Calares y del Arroyo de Valmoratín se accede desde Villafrea de la Reina por el valle de Arbolande. Existe una pista que recorre el valle pero hay que abandonarla a la altura de la desembocadura del arroyo en el curso principal. A partir de ahí no existe senda y la vegetación disminuye la visibilidad y dificulta la localización de las minas.</p> <p>A la Mina de Varga-Espayo se llega desde la pista que sale de Barniedo de la Reina y se dirige a Los Pandos. El camino debe abandonarse en el entorno del Arroyo de Varga-Espayo y una vez allí, hay que subir hasta la mina atravesando el monte. En este caso, la visión del afloramiento de calizas en el que se encuentra la mina facilita su localización.</p>
Accesibilidad y tiempo	<p>El acceso desde la pista y la localización de las minas es muy complicado, debido a que no existe camino y la vegetación es muy espesa y en determinados tramos, dificulta el avance. Por ello, se tardan unas tres-cuatro horas en llegar caminando hasta las minas desde los pueblos.</p>



Fig. 2.55: Situación de las tres mineralizaciones que componen el LIG.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuega-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Se trata de una zona con numerosos cabalgamientos que ponen en contacto materiales de edad Devónico (Famenense) y Carbonífero (Serpukhoviense y Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas) y silíceo (cuarcitas y lutitas).
Formación/es implicada/s	Murcia, Barcaliente, Valdeteja y Grupo Pando
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotaciones mineras

Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Mineralización hidrotermal de baja temperatura y alteración de los minerales
Edad del proceso	Tardivarisca
ESTADO DE CONSERVACIÓN	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna. En el Puerto de Tarna existen varios restaurantes.
Material de apoyo	Ninguno
DESCRIPCIÓN	
<p>Dentro de la encrucijada de unidades estructurales cabalgantes de la Región del Pisuerga-Carrión destaca la presencia de una serie de intrusiones ígneas tardivariscas de naturaleza calcoalcalina en forma de diques, sills y pequeños <i>stocks</i> (salvo el caso del batolito de Peña Prieta que presenta un tamaño considerable, v. pág. 326) Relacionadas con estas rocas ígneas y con alteraciones hidrotermales, en las zonas de fractura o cizalla se sitúan una serie de mineralizaciones de arsénico-antimonio y oro, así como otras de cobre y mercurio.</p> <p>Las mineralizaciones se ubican en el distrito de Riaño- Estalaya encajadas principalmente en las calizas carboníferas de las Formaciones Barcaliente y Valdeteja.</p> <p>En las proximidades de Villafrea de la Reina se localizan tres mineralizaciones de cobre, que presentan ciertas similitudes pero también algunas diferencias desde el punto de vista mineralógico. Las tres se sitúan en litosomas carbonatados con forma irregular. Estructuralmente se encuentran muy cerca del frente de cabalgamiento de Los Espejos, en el sector de La Rasa. Las minas se denominan de Varga-Espayo (1620 m), Los</p>	

Calares (1580 m) y Arroyo Valmoratín (1420 m).

Una de las peculiaridades más especiales de estas minas es que en ellas se han encontrado evidencias de explotación prehistórica. El poblamiento antiguo de esta área es poco conocido aunque se sabe que se remonta al menos, al Aziliense (NEIRA CAMPOS Y OTROS, 1997).

A pesar de sus pequeñas dimensiones y de encontrarse en lugares poco accesibles, algunas de estas minas fueron ya mencionadas en trabajos del siglo XIX:

MADOZ (1845-1850):

.... en término común de los mencionados pueblos de Espejos, Barniedo, Boca de Huérgano y Velilla se halla la mina de cobre argentífero llamada La Melendosa.

SOLER (1883)

...Y en Villafrea tenemos un filón de cobre piritoso y gris, de 0, 20m de potencia en dirección casi de E. a O. con buzamiento próximo a la vertical, y dista de Riaño 8 km.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS MINERALÓGICO							
MINERALIZACIONES EN EL ÁREA DE VILLAFREA DE LA REINA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×
Rareza en su contexto geológico		Muy común	1			×	×
Importancia (1-5)		Regional			3		
Validez como modelo		Válido		2		×	×
Diversidad de procesos y formas		Dos procesos (mineralización hidrotermal y alteración) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
Estado de conservación (1-5)		Muy alterado	1				
Valor estético o paisajístico		Medio		2		×	×
Valor científico o geohistórico		Alto*			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>17/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico*		2		×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Muy alterado	1				
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida					×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>9/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por una paseo largo y complicado				4	
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	El acceso presenta restricciones importantes	1				
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona con perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 26/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							
COMENTARIOS:							
*El valor de estos puntos se incrementa debido a las evidencias de explotación prehistórica.							

**IX. Área compleja Cuenca del río Dueñas**

Esta área de interés geológico está constituida por cuatro LIG: una sección de interés estratigráfico (Carbonífero de Lois-Ciguera) y tres puntos de interés mineralógico (Oro-urano de Salamón, Calcopirita de las Pintas y Mercurio de Lois). En la delimitación de esta área compleja se incluyen también los depósitos glaciares ubicados en la cabecera del río Dueñas. Entre ellos, destacan las morrenas laterales situadas en torno a 500 m al norte del pueblo de Lois, procedentes del glaciar que ocupaba la cara sur de Peña Cuadrada, la cara oeste del Pico Lázaro y la cara sureste de la Collada de Solle. Estas morrenas se localizan muy próximas a las zonas de acumulación (unos 2 km), pero presentan unas dimensiones importantes. Lo llamativo es que se encuentran en una vertiente meridional, lo que da idea de la intensidad de las glaciaciones en esta zona. En ausencia de estudios detallados sobre las particularidades de estos depósitos, parece que el glaciar no tuvo suficiente potencia para superar el paso angosto que existe aguas arriba del pueblo de Lois, sobreexcavando y depositando los sedimentos antes de éste.

44. Punto de interés mineralógico *Mercurio de Lois*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Llorada
Acceso	La mina se encuentra a unos 4 km de Lois. Se accede por la pista que sale a la entrada de la localidad con dirección este. Este camino conduce la Collada de Lois. Para llegar a la explotación, unos 700 m antes de la Collada se toma un camino a la izquierda. A pocos metros de este cruce y en la ladera de la izquierda se encuentra la mina.
Accesibilidad y tiempo	Desde Lois se tarda una hora caminando por una senda cómoda.



Fig. 2.56: Localización de la mina de Mercurio de Lois

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Serpukhonviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Precipitación mineral a raíz de la actividad hidrotermal ligada a las fracturas tardivariscas
Edad del proceso	Tardivarisca, de acuerdo con PANIAGUA Y OTROS (1991)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Degradado, pues la mayor parte del mineral ha sido extraído.
Afloramiento	Regular, pues las ruinas de las instalaciones permanecen allí en un estado de conservación degradado.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	Si no se evita, el deterioro de las antiguas instalaciones mineras continuará.
Infraestructuras	En el valle de Lois hay varias casas rurales. A la entrada del mismo en la carretera principal se ubica una de ellas que tiene además, bar-restaurante.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>El yacimiento de mercurio de Lois está encajado en las calizas y de acuerdo con PANIAGUA Y OTROS (1991), la presencia del mineral se relaciona genéticamente con los yacimientos vecinos de arsénico-antimonio-oro. Según indican MATÍAS Y DOMINGO (1998), el yacimiento consta de una brecha calcárea de desarrollo vertical mineralizada con calcita-cinabrio de distribución irregular a modo de relleno de cavidades kársticas.</p> <p>Esta mina tuvo su apogeo en los años 60-70, cuando el mercurio tuvo un precio elevado en los mercados internacionales. En la década de los 70 el mineral era procesado en un horno de tamaño pequeño situado en bocamina. En la actualidad, las ruinas de las instalaciones continúan en su sitio, en mal estado de conservación. El éxito de estas labores fue reducido debido a que el núcleo de la mineralización está karstificado (ALONSO HERRERO Y OTROS, 2005).</p> <p>En esta mina se han identificado labores antiguas, tanto superficiales como subterráneas (MATÍAS Y ALONSO HERRERO, 2004; ALONSO HERRERO Y OTROS, 2005). ALONSO HERRERO Y OTROS (2005) indican que los trabajos subterráneos consisten en el desmonte manual del afloramiento para obtener arenas y porciones de mineral, lo que ha dejado como residuo una plataforma semicircular característica y algunas escombreras. Sin embargo, en el interior del sistema kárstico, además de numerosos indicios de envergadura pequeña, existen evidencias de aprovechamiento intensivo mediante laboreo sistemático de la roca disgregada y mineralizada. Además, en la cavidad principal del endokarst se realizaron hallazgos arqueológicos relevantes como varias mazas de canto rodado de cuarcita (ALONSO HERRERO Y OTROS, 2005) así como un caldero del Bronce final y un pico de hierro (SCHUBART, 1961).</p>	

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO								
MERCURIO DE LOIS								
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5	
	Representatividad	Poco representativo		2			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Nacional</i>				4		
	Validez como modelo	Válido		2			×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (mineralización) y un elemento derivado del mismo	1				×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Muy alterado</i>	1					
	Valor estético o paisajístico	Medio		2			×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto*			3		×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>18/28</b>		
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico		2			×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2			×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede al punto por un paseo largo y cómodo</i>			3			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3		×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>	1					
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>						5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida					×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>16/27</b>		
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede al punto por un paseo largo y cómodo</i>			3			
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Menor de 1000 m<sup>2</sup></i>						5
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en las proximidades de una pista o camino</i>		2				
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1					
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1					
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1					
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>		
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 34/55</b>								
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>								
COMENTARIOS:								
* Los hallazgos arqueológicos del LIG incrementan considerablemente su valor.								

45. Sección de interés estratigráfico *Carbonífero del sector Lois-Ciguera*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Río Dueñas
Acceso	La sección se encuentra a lo largo de la carretera que une las localidades de Lois y Salamón (CV-105-7).
Accesibilidad y tiempo	El recorrido a pie de la sección lleva aproximadamente una hora.



Fig. 2.57: Mapa de la sección estratigráfica

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas). Puntualmente afloran también lutitas y areniscas.
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en una cuenca antepaís sinorogénica
Edad del proceso	Carbonífero (Moscoviense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Científico
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	La sección es atravesada por una carretera. En el valle de Lois hay varias casas rurales. A la entrada en la carretera principal se ubica una de ellas que tiene, además, bar-restaurante.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>La sección que constituye este LIG se encuentra en el río Dueñas, a lo largo de la carretera entre las localidades de Salamón y Lois. Esta serie corta de manera transversal el sector Lois-Ciguera (BARBA Y OTROS, 1991a), el más suroriental de la Cuenca Carbonífera Central. La sección aporta datos esenciales para la reconstrucción de la sedimentación ocurrida en esta área durante el Moscoviense, en concreto en el tránsito entre el Podolskiense y el Myachkoviense. Su información resulta fundamental para conocer la evolución de la Cuenca Carbonífera Central y de la Zona Cantábrica en general durante este período. Además, esta sección se llegó a proponer como estratotipo de la Formación Lois-Ciguera (ALONSO HERRERO, 1987b; BARBA Y OTROS, 1991a).</p> <p>Durante el Carbonífero, la Zona Cantábrica se comportó como una cuenca de antepaís que se situaba por delante del frente orogénico, recibiendo sedimentos procedentes del oeste. El avance de la deformación, con la incorporación progresiva de las partes más proximales de la cuenca a la cuña orogénica, provocó la paulatina reducción de la cuenca sinorogénica a lo largo de este período de tiempo (CORROCHANO Y BARBA, 2007). Así, en el Podolskiense-Myachkoviense se registran cambios paleogeográficos importantes en toda la cuenca, coincidiendo con la progradación de los sistemas de abanicos deltaicos del Conglomerado de Mieres desde el oeste (COLMENERO Y OTROS, 1988, 1993 y 2002). De acuerdo con CORROCHANO Y BARBA (2007), la sucesión moscoviense en el sector Lois-Ciguera tuvo lugar en una rampa carbonatada situada en las partes más distales de la cuenca de antepaís. Estaba dispuesta más o menos paralela a una costa dominada por deltas (representados por el resto de la Cuenca Carbonífera Central), que ocasionalmente era invadida por materiales terrígenos que inhibían, total o parcialmente, la producción de carbonato. Así, en el sector Lois-Ciguera, CORROCHANO Y BARBA (2007) definen tres etapas, reconocibles en la sección descrita:</p> <p>Primera etapa de desarrollo y extensión de la plataforma carbonatada. Está representada por las Calizas de Bachende, de edad Podolskiense-Myachkoviense y coincide con un periodo de gran desarrollo de plataformas carbonatadas en el resto de la Zona Cantábrica (<i>cf.</i> COLMENERO Y OTROS, 2002)</p> <p>Segunda etapa, en la que se produce la progradación de sistemas deltaicos. En el tránsito Podolskiense-Myachkoviense inferior se produce la invasión de material terrígeno en la rampa carbonatada. En estos momentos se registra una compartimentación de la plataforma y existen zonas de mayor subsidencia y acumulación de terrígenos junto a zonas protegidas, donde continúa la sedimentación de carbonato. De esta manera se podría asegurar que la producción carbonatada en el sector Lois-Ciguera se mantuvo constante temporalmente a lo largo del Moscoviense superior.</p>	

Tercera etapa de desarrollo y extensión de la plataforma carbonatada, representado por el depósito de las Calizas de Ciguera, de edad Myachkoviense.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO CARBONÍFERO DE LOIS-CIGUERA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (sedimentación) y varios elementos derivados del mismo		2		×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>					5
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>25/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>					5
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>Mayor de 100 ha</i>	1				
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en las proximidades de un lugar moderadamente visitado</i>			3		
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Media</i>			3		
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>15/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 49/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 15/35</b>							

46. Punto de interés mineralógico *Oro-Uranio de Salamón*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	La zona donde se encuentran las nuevas prospecciones se conoce como La Boría.
Acceso	Salamón se encuentra en la carretera CV-105-7. La mina antigua se localiza unos 300 m al oeste de Salamón, mientras que las prospecciones recientes se ubican también a unos 300 metros de la localidad pero en sentido contrario. Debido a la cercanía a Salamón, el acceso es sencillo en ambos casos, si bien el camino a la mina antigua está bastante desdibujado y su localización puede llevar un poco más de tiempo.
Accesibilidad y tiempo	Se tardan cinco minutos caminando desde Salamón



Fig. 2.58: Ubicación de las minas de uranio y de las prospecciones más recientes

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas). Puntualmente afloran también lutitas y areniscas.
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	La génesis de la mena deriva de la actividad hidrotermal en el entorno más próximo a la Falla de León.
Edad del proceso	Tardi o postvarisca (PANIAGUA Y OTROS, 1991).
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno, pues se ha explotado el arsénico, pero no el oro y el uranio que son los que le otorgan importancia a este LIG.
Afloramiento	Regular, debido a las calicatas que se han realizado en la zona.
Riesgo de degradación	Existe la posibilidad de que se produzca la explotación del mineral.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.

Infraestructuras	En el valle de Lois hay varias casas rurales. A la entrada en la carretera principal se ubica una de ellas que tiene, además, bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

### DESCRIPCIÓN

Muy cerca de la localidad de Salamón se encuentra una mina de arsénico de pequeñas dimensiones, que fue explotada durante los años 50. En ella se encontraron evidencias de minerales de cobre y algo de uranio y se llevaron a cabo sondeos para comprobar su continuidad. Sobre estas calicatas antiguas, geólogos de la multinacional *British Petroleum* detectaron en 1985 anomalías significativas de oro que motivaron una campaña exhaustiva de geoquímica para evaluar las reservas con vistas a una posible explotación (MATÍAS Y DOMINGO, 1998; MATÍAS Y ALONSO HERRERO, 2005).

El yacimiento fue considerado de tipo Carlin. Este tipo de yacimientos se caracterizan por estar asociados a grandes estructuras tectónicas en áreas donde hay una actividad ígnea de tipo intermedio, que da lugar a la presencia de *stocks* de dimensiones pequeñas. Suelen encajarse en rocas carbonatadas o con un cierto contenido en carbonatos, en las que es frecuente la presencia de materia orgánica. El oro va asociado a otros elementos, como arsénico, antimonio y mercurio. Este tipo de mineralizaciones ha sido muy productivo en otras partes del mundo, como Estados Unidos. Por ello, la empresa SIEMCALSA continuó con la investigación de este yacimiento y definió y cubió un cuerpo mineralizado de 450000 tm con 7,86 gAu/tm. Estas reservas se consideran insuficientes como para plantear una explotación económicamente viable, pero indican que dadas las características del yacimiento, existen perspectivas de aumento si bien se precisan más trabajos de investigación (SIEMCALSA, 2001).

La mineralización de oro está encajada en las calizas carboníferas de la Formación Lois-Ciguera. En este punto, dichas calizas se encuentran silicificadas y dolomitizadas por procesos hidrotermales relacionados con la actividad tectónica de la Falla de León (E-O) y la de Salamón (NE-SO). Las facies reactivas principales de este afloramiento son unas lutitas negras silicificadas (CORROCHANO Y BARBA, 2007). La mineralización corresponde a un yacimiento de tipo polimetálico y está compuesta por pirita, tetraedrita antimonífera, calcopirita y arsenopirita masivas. El oro se encuentra fundamentalmente como solución sólida en la red espacial de la arsenopirita. Como minerales accesorios aparecen cinabrio, metacinabrio, blenda, rejalgá, oropimente y sulfoarseniuros de níquel y cobalto, así como pechblenda masiva en filoncillos milimétricos o finamente diseminada.

Por otro lado, MATÍAS Y ALONSO HERRERO (2004) indican que el contenido de uranio de este depósito está probablemente relacionado desde el punto de vista genético con la mineralización de este elemento que aparece en el sector Profunda-Providencia,

asociado también a la Falla de León, pues ambos comparten o presentan una paragénesis mineral y estructuras geológicas muy semejantes.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO							
ORO-URANIO DE SALAMÓN							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	No representativo	1			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	No válido	1			×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Valor estético o paisajístico	Bajo	1			×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>16/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Malas	1			×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>15/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de un núcleo de población				4	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 31/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							

47. Punto de interés mineralógico *Calcopirita de Las Pintas (Las Salas)*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Las Lombas
Acceso	Se accede desde Las Salas. Se parte de esta localidad por el oeste, tomando una pista que sale casi al final del pueblo. Tras unos 1800 m de tránsito por el camino se llega a la antigua explotación.
Accesibilidad y tiempo	Desde Las Salas se tarda una media hora a pie hasta la explotación. Se trata de un camino cómodo.



Fig. 2.59: Localización de la mina de calcopirita de Las Salas

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Cuenca Carbonífera Central
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Lois-Ciguera
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Explotación minera
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Mineralización debida a la actividad hidrotermal en el entorno próximo de la Falla de León.
Edad del proceso	Tardi o postvarisca (PANIAGUA Y OTROS, 1991)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Regular. Parte del mineral no ha sido explotado.
Afloramiento	Bueno a pesar de las prospecciones realizadas.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Las Salas hay bar, hostel y casa rural.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

La calcopirita ( $\text{CuFeS}_2$ ) es una de las principales menas de cobre, por lo que se extrae para su uso en las industrias eléctrica y química. En la base de la ladera sur de Peñas Pintas existe un indicio de dimensiones pequeñas relacionado con la mineralización de Salamón y encajado en las calizas carboníferas de la Formación Lois-Ciguera. De acuerdo con MATÍAS Y DOMINGO (1998) y MATÍAS Y ALONSO HERRERO (2004), en este yacimiento abunda la calcopirita como mena principal, de la que aparecen cristales esféricos de pequeño tamaño entre la ganga de calcita-cuarzo. Gran parte de la calcopirita se ha transformado por oxidación en limonita y malaquita de estructura fibrosa, que forma cristales de tamaño milimétrico.

El mineral fue explotado a finales del siglo XIX por una compañía inglesa. En 1945 se retomaron las labores pero fueron abandonadas siete años más tarde porque las bolsadas de mineral, aunque muy ricas en cobre, no presentaban continuidad.

A su vez, ALONSO HERRERO Y OTROS (2005) reconocen evidencias de que los afloramientos superficiales de carbonatos de cobre (azurita y malaquita) presentes en el macizo de Peñas Pintas fueron trabajados en la antigüedad.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS MINERALÓGICO							
CALCOPIRITA DE LAS SALAS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Común		2		×	×
Importancia (1-5)		Regional			3		
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Dos procesos (mineralización hidrotermal y alteración) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
Estado de conservación (1-5)		Alterado			3		
Valor estético o paisajístico		Medio		2		×	×
Valor científico o geohistórico		Alto*			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>22/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y turístico*		2		×	×
	Condiciones de observación	Medias		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Requiere ciertos conocimientos en Ciencias de la Tierra		2		×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Alterado			3		
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida	-			×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>13/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo largo y cómodo			3		
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 35/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 15/35</b>							
COMENTARIOS:							
* Las evidencias de minería antigua incrementan el valor del LIG.							

48. Mirador de interés tectónico *Dúplex de Primajas*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Pardaminos, Alto de Tierra la Mula, Pico Relance
Acceso	Se accede por la carretera CV-104-26, que conduce a la localidad de Primajas. Aproximadamente 1 km antes aflora la parte norte de la estructura. Se continúa por la pista que sube a la zona Alto de Tierra la Mula y Pico Laceo. El collado situado al noroeste del mismo es el lugar propuesto como observatorio de la estructura.
Accesibilidad y tiempo	Desde Primajas hasta el observatorio se tarda aproximadamente una hora y media caminando. Se trata de una pista amplia y cómoda.



Fig. 2.60: Mapa del Mirador del Dúplex de Primajas

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Manto del Esla
Edad de los materiales geológicos	Cámbrico inferior - medio
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (calizas) y silíceo (areniscas y lutitas)
Formación/es implicada/s	Láncara y Oville
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Mirador
Proceso/s genético/s	Tectónica
Edad del proceso	Varisca (Carbonífero)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	Bajo
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Cultivos forestales
Evolución previsible	En caso de que se incrementara la superficie de cultivos forestales podría ocurrir que éstos dificultaran la observación u ocultaran parcial o totalmente el valor del LIG.
Infraestructuras	Primajas es una localidad muy pequeña, que carece de todo tipo de servicios.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>El Dúplex de Primajas (ALONSO, 1985) es una unidad estructural individualizable de la Región del Manto del Esla que se encuentra incluida en el Dúplex de Pardaminos (ALONSO, 1985). Ambos constituyen la parte inferior de la estructura regional, que comprende exclusivamente rocas cámbricas. El Dúplex de Pardaminos es un gran dúplex en forma de apilamiento antiformal, cuyos <i>horses</i> involucran al Dúplex de Primajas y a la Formación Herrería infrayacente (ALONSO, 1987). Tan sólo una parte del Dúplex de Pardaminos se encuentra dentro del territorio de estudio, por lo que el LIG se restringe al de Primajas. Además, la Formación Herrería se encuentra cubierta de vegetación, por lo que su observación es muy difícil. Sin embargo, el Dúplex de Primajas se observa muy bien desde el mirador propuesto en el presente trabajo.</p> <p>De acuerdo con ALONSO (1989), el Dúplex de Primajas es un dúplex típico cuyas láminas interiores están constituidas por la Formación Láncara y la parte basal de la Formación Oville. Como indica ALONSO (1985), el <i>floor thrust</i> de este dúplex es el despegue situado en la base de la Formación Láncara. Éste presenta superposición estratigráfica normal y de él nacen los cabalgamientos internos del dúplex. El <i>roof thrust</i> está constituido por los cabalgamientos de Valbuena y Corniero, que en este sector se disponen sobre la parte inferior de la Formación Oville. En consecuencia, los <i>horses</i> están constituidos por la Formación Láncara y la parte inferior de la Formación Oville.</p> <p>El Dúplex de Primajas se encuentra partido en dos, debido a que uno de los cabalgamientos del dúplex inferior de Pardaminos aprovechó más arriba la rampa cabalgada de Corniero y la reactivó. Por ello, las dos mitades del dúplex quedaron separadas (ALONSO, 1985).</p> <p>Cabe recordar que este elemento está incluido dentro del <i>Global Geosite</i> Región del Manto del Esla, representativo del contexto geológico Orógeno Varisco Ibérico, aunque el Dúplex de Primajas supone sólo una pequeña parte del mismo, pues paradójicamente, la mayor parte del <i>Global Geosite</i> se encuentra fuera de las fronteras del Parque Regional.</p>	

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS TECTÓNICO DÚPLEX DE PRIMAJAS Y PARDAMINOS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional*</i>			3		
	Validez como modelo	Media		2		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (tectónica) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>22/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede al punto por un paseo largo y cómodo</i>			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1000 m<sup>2</sup> a 100 ha</i>			3		
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida	1			×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>19/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>						
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>						
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>						
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>						
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>						
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>						
	<i>Fragilidad (1-5)</i>						
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>LIG tipo mirador</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 41/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: BAJO EN GENERAL PERO EXTREMADAMENTE VULNERABLE A ACTIVIDADES CON IMPACTO VISUAL</b>							

49. Mirador de interés geomorfológico *Captura fluvial de Peña Cantoro*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Peña Cantoro, Collado del Baile
Acceso	Desde la iglesia de Horcadas, ubicada en la parte alta del pueblo, se toma la pista que sale hacia el Collado del Baile. Después de andar unos 500 m, hay que desviarse de este camino hacia la derecha. El mirador de la captura fluvial se encuentra unos 300 m hacia el este.
Accesibilidad y tiempo	Desde Horcadas se tardan unos 20 minutos caminando.



Fig. 2.61: Ubicación del mirador desde el que se observa la captura fluvial de Peña Cantoro.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense – Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas, rocas ígneas graníticas
Formación/es implicada/s	Grupo Prioro y Grupo Maraña
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Mirador
Proceso/s genético/s	Captura fluvial
Edad del proceso	Pleistoceno
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero
Evolución previsible	Sería recomendable el mantenimiento de los usos tradicionales, que impiden la proliferación de la vegetación arbustiva y permiten visualizar el rasgo descrito.
Infraestructuras	En Horcadas hay un bar-restaurante.
Material de apoyo	En la zona existe una ruta (Collado del Baile) señalizada con carteles que explican algunos rasgos etnográficos.

**DESCRIPCIÓN**

Se trata de una captura fluvial de pequeñas dimensiones, pero destacable por su fácil identificación (tanto en fotografía aérea como en el campo), sus buenas condiciones de observación y su valor didáctico. Como indica ALONSO HERRERO (1987b), su origen se debe a la existencia de un nivel de base local en el Desfiladero de Bachende (Hoces de Riaño), que provoca una mayor erosión remontante de los arroyos de cabecera. En este caso, el río principal ha capturado una de las áreas que drenaba por debajo de dicho nivel de base, hacia el arroyo de Horcadas. La litología blanda de la cabecera de la captura, constituida por lutitas de los Grupos Prioro y Maraña, así como la tectónica intensa que presentan estas capas, con pliegues muy pronunciados, comprimidos y de ejes subverticales, han favorecido la acción erosiva de retroceso del arroyo de Carande. Otro de los factores que influyó en la captura fluvial es la pendiente suave del relieve original, que pudo motivar episodios de rebosamiento de la cuenca.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> La descripción de este LIG parte de la incluida en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS. 2009a), realizada por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL MIRADOR DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO								
CAPTURA FLUVIAL DE PEÑA CANTORO								
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5	
	Representatividad	Poco representativo		2			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3		×	×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Provincial</i>		2				
	Validez como modelo	Muy válido			3		×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (captura fluvial) y un elemento derivado del mismo	1				×	×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>						5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3		×	×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>21/28</b>		
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico			3		×	×
	Condiciones de observación	Óptimas		2			×	×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede por un paseo largo y cómodo</i>			3			
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3		×	×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1000 m<sup>2</sup> a 100 ha</i>			3			
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Bueno</i>						5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2				×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>21/27</b>		
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>							
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>							
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>							
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>							
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>							
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>							
	<i>Fragilidad (1-5)</i>							
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>LIG tipo mirador</b>		
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 42/55</b>								
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: BAJO EN GENERAL PERO EXTREMADAMENTE VULNERABLE A ACTIVIDADES CON IMPACTO VISUAL</b>								

50. Punto de interés petrológico *Rocas ígneas de Horcadas*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Peña Cantoro, Collado del Baile
Acceso	Desde la iglesia de Horcadas, ubicada en la parte alta del pueblo, se toma la pista que sale hacia el Collado del Baile. Después de avanzar unos 500 m, hay que desviarse de este camino hacia la derecha. Las rocas ígneas se encuentran en el cueto más alto que se observa en esta dirección (oeste).
Accesibilidad y tiempo	Desde Horcadas se tardan unos 20 minutos caminando.

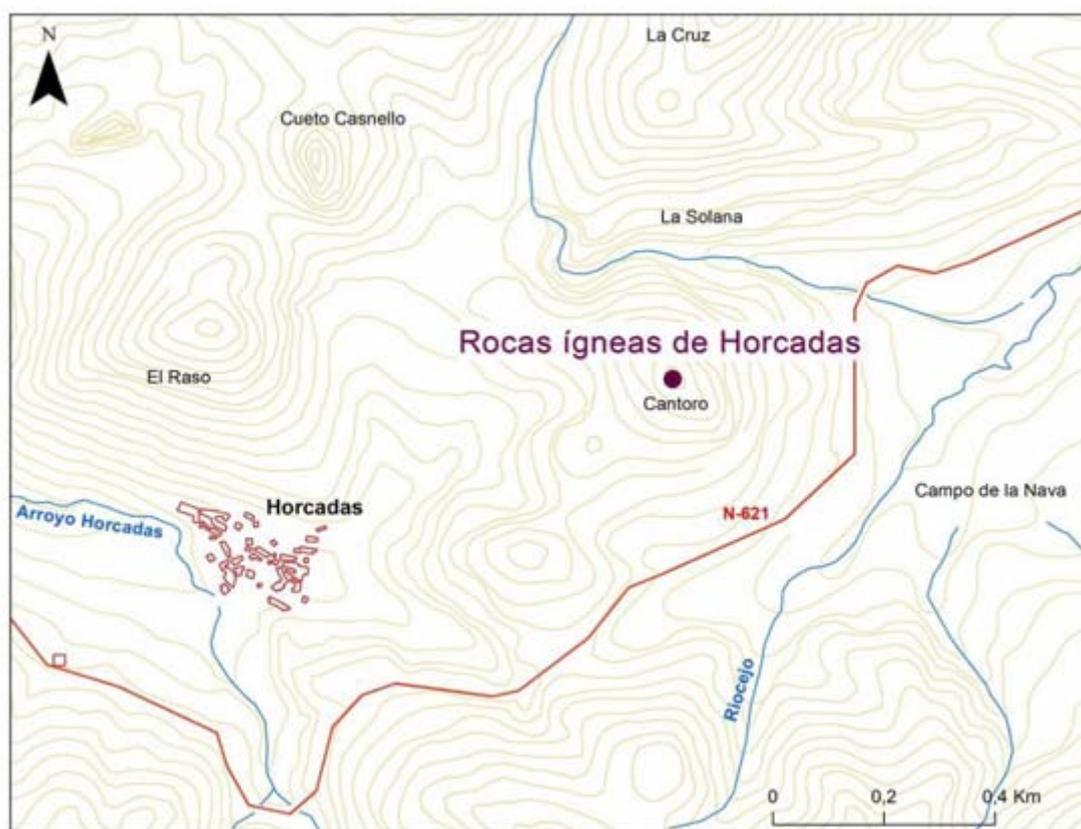


Fig. 2.62: Localización del punto de interés petrológico Rocas ígneas de Horcadas

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuegra-Carrión
Edad de los materiales geológicos	De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Y HEREDIA, 1987; 1988; 1990 la edad es Carbonífero (Ghzelese y/o Azilese)
Litología	Litologías consolidadas, rocas ígneas
Formación/es implicada/s	-
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Punto
Proceso/s genético/s	Ascenso de magmas producido por el reajuste de fallas tardivas.
Edad del proceso	De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Y HEREDIA, 1987; 1988; 1990 la edad es Carbonífero (Ghzelese y/o Azilese)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero
Evolución previsible	Sería recomendable el mantenimiento de los usos tradicionales, que impiden la proliferación de la vegetación arbustiva y permiten visualizar el rasgo descrito.

Infraestructuras	En Horcadas hay un bar-restaurante.
Material de apoyo	En la zona existe una ruta señalizada (Collado del Baile) con carteles que explican algunos rasgos etnográficos.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p>Al noreste del pueblo de Horcadas y ligado a la Falla de León, se encuentra uno de los afloramientos de rocas ígneas propios de la Región del Pisuerga-Carrión. Se encuentra en el Cueto Cantoro. Este cerro se ha originado por erosión diferencial, que ha eliminado las lutitas circundantes y ha dejado las rocas ígneas que lo constituyen resaltadas en el relieve.</p> <p>El cuerpo intrusivo encaja en los materiales del Moscoviense, en concreto en lutitas, brechas calcáreas y conglomerados del Grupo Maraña. La composición de las rocas ígneas que afloran en este punto es compleja. LOESCHKE (1982) analiza su composición y determina que existe una importante diversidad en cuanto a la misma, existiendo rocas gabroides, dioríticas a granodioríticas y hasta granitoides. Relacionados con éste y otros afloramientos cercanos, aparecen indicios mineralógicos dispersos, principalmente de antimonio y de forma secundaria, de arsénico y hierro. De hecho, existen referencias sobre labores mineras a principios de siglo para la extracción de antimonita (estibina, sulfuro de antimonio) en este punto, pero en la actualidad los restos están desmantelados y resultan difíciles de localizar.</p> <p>Uno de los rasgos más destacables de este LIG es la observación de los procesos de alteración que sufren las rocas gabroides, pues son muy distintos de los experimentados por las rocas sedimentarias que constituyen el sustrato dominante de la Zona Cantábrica. En el afloramiento se aprecia el proceso de disyunción alveolar en escamas alrededor de las diaclasas, que origina morfologías en forma de bolo o bola, características de estas litologías.<sup>6</sup></p>	

<sup>6</sup> La descripción de este LIG parte de la realizada en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), realizada por la autora de esta memoria doctoral.

VALORACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS PETROLÓGICO							
ROCAS ÍGNEAS DE HORCADAS							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Poco representativo		2		×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Varios procesos (intrusión, disyunción alveolar, erosión diferencial) y varios elementos derivados del mismo.			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>24/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede al punto por un paseo largo y cómodo			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>	1				
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>19/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede al punto por un paseo largo y cómodo			3		
	Extensión superficial (1-5)	Menor de 1000 m <sup>2</sup>					5
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de un lugar moderadamente visitado			3		
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 43/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/35</b>							

51. Sección de interés geomorfológico *Hoz Oscura en Horcadas*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Hoz Oscura
Acceso	Se accede desde Horcadas por un camino que sale desde esta localidad con dirección sur. Tras algo menos de 2 km de tránsito por el camino se llega a la Hoz Oscura.
Accesibilidad y tiempo	Desde Horcadas hasta el LIG se tardan unos 15 minutos.



Fig. 2.63: Mapa de ubicación de la Hoz Oscura

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Pliegues y Mantos, Manto del Esla
Edad de los materiales geológicos	Ordovício Inferior - ?Superior
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (cuarcitas)
Formación/es implicada/s	Barrios
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Incisión fluvial
Edad del proceso	El encajamiento de la red fluvial que origina la hoz acontece durante el Cenozoico.
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Horcadas hay un bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

Se trata de una hoz excavada en las cuarcitas de la Formación Barrios. Esta roca presenta un aspecto de campo de color muy oscuro, casi negro. Esta tonalidad se debe principalmente a la desecación de los líquenes que la colonizan. De ahí el topónimo local de Hoz Oscura. Las cuarcitas son unas litologías muy duras, por lo que resulta extraordinario encontrar gargantas fluviales excavadas en ellas. Generalmente los ríos aprovechan para progresar los afloramientos de rocas más deleznales (como las lutitas), mientras que las cuarcitas permanecen en los crestos de los valles. Por ello, la excavación de este desfiladero podría deberse a la existencia de una línea de debilidad de origen estructural, pero este hecho no ha sido constatado en el campo ni indicado por autores anteriores. La Hoz Oscura ha actuado como nivel de base para el arroyo de Horcadas y éste ha acumulado sedimentos antes de entrar en la garganta, generando una zona abierta aguas arriba de ésta, que constituye un puerto de ganado amplio y en el que se desarrollan pastos de buena calidad.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO							
HOZ OSCURA EN HORCADAS							
VALOR INTRÍNSECO	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	Representatividad	No representativo	1			×	×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	×	×
	Importancia (1-5)	Provincial		2			
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (dinámica fluvial) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Alto			3	×	×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>19/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo				4	
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	×	×
	Extensión superficial (1-5)	De 1 a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida		2		×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede al punto en coche					5
	Extensión superficial (1-5)	De 1 a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1				
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 42/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

52. Sección de interés estratigráfico *Sección del Cantabriense en Tejerina*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Peña de la Teja, Los Pandos
Acceso	La sección se encuentra unos metros al este de la localidad de Tejerina, en la ladera suroeste de la cordal Peña de la Teja – Los Pandos.
Accesibilidad y tiempo	El acceso es complicado debido a que no existe senda y la vegetación ha proliferado de forma profusa en las últimas décadas, lo que dificulta la aproximación a la sección.



Fig. 2.64: Mapa de la sección del subpiso Cantabriense en Tejerina.

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Kasimoviense, en concreto Cantabriense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter calcáreo (conglomerados de matriz calcárea y calizas)
Formación/es implicada/s	Tejerina
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en un sistema deltaico próximo a la costa en un momento de inestabilidad tectónica
Edad del proceso	Carbonífero (Kasimoviense, en concreto Cantabriense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Regular. La cubierta vegetal ha aumentado significativamente en los últimos años y oculta parcialmente el afloramiento.
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación salvo la ocultación del elemento por parte de la vegetación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Tejerina no hay ningún tipo de servicio. Los bares, restaurantes y casas rurales más cercanas están en Prioro.

Material de apoyo	Ninguno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
<p data-bbox="228 398 1356 566">El Cantabriense es un subpiso dentro del Kasimoviense, (equivalente a la primera parte del Estefaniense A). Fue propuesto por primera vez por WAGNER en 1965 y 1967 (cf. WAGNER, 1966; 1969) y fue aceptado formalmente por la <i>International Comission of Stratigraphy</i> en Krefield (Alemania) en 1971.</p> <p data-bbox="228 589 1356 1014">Las dos áreas de estudio tradicionales de este rango temporal dentro del Carbonífero en el oeste de Europa habían sido, por un lado, la cuenca de Saar-Lorraine (en la frontera franco-alemana), para el Westfaliense D y el Estefaniense (Moscoviense y Kasimoviense) y, por otro, la zona francesa del Macizo Central de los Alpes, fundamentalmente para el Estefaniense A (Kasimoviense). Los estudios paleobotánicos permitieron la correlación del Westfaliense D de Saar-Lorraine con el Estefaniense A del Macizo Central. No obstante, no existía en este territorio una sección completa en la que observar el tránsito del Westfaliense D al Estefaniense, pues la cuenca de Saar-Lorraine presenta un lapso temporal en la sedimentación entre los depósitos de dichas edades.</p> <p data-bbox="228 1037 1356 1429">Los estudios de WAGNER (1966; 1969) revelaron que la correlación entre el Westfaliense D y el Estefaniense A podía estudiarse en la Cordillera Cantábrica, donde aflora una sección que muestra el tránsito entre ambos. En concreto, las secciones de interés se localizan en la Región del Pisuerga-Carrión, distribuidas en el noreste de la provincia de León (Tejerina y Morgovejo) y en noroeste y norte de la provincia de Palencia (Guardo, Tarilonte de la Peña y Región de la Pernía, en particular la sección de Ojosa). Este <b>LIG</b> se centra en la sección de Tejerina, incluida dentro del actual Parque Regional de Picos de Europa y que ha resultado fundamental en el estudio del Cantabriense, como se detalla más adelante.</p> <p data-bbox="228 1451 1356 1574">El Cantabriense fue definido en la sección de Ojosa (Palencia), donde este subpiso tiene 2500 metros de potencia. Su base es la Caliza de Fusulinas y su límite superior se encontraría en la base de la Formación Los Carboneros.</p> <p data-bbox="228 1597 1356 1720">La sección de Tejerina consiste en casi 1000 metros de depósitos de abanicos aluviales y presenta un importante contenido de fósiles datados como Cantabriense inferior. Su importancia dentro de los estudios del subpiso radica en varios hechos:</p> <ol data-bbox="276 1742 1356 2016" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="276 1742 1356 1877">1. Antes de la aceptación formal del piso, WAGNER Y OTROS (1969) proponen la sección de Tejerina como estratotipo del Cantabriense inferior. No obstante, esta subdivisión del Cantabriense nunca ha sido formalmente aceptada.</li> <li data-bbox="276 1899 1356 2016">2. Basándose en la idea anterior pero en estudios posteriores a la aceptación formal del Cantabriense, el equipo de investigación de WAGNER propone elevar el comienzo del mismo a un nivel aproximadamente equivalente a la base de la</li> </ol>	

sección de Tejerina (*cf.* WAGNER Y WINKLER PRINS, 1983; 1985). Los motivos de esta propuesta son que en un principio se valoró como positivo designar una sección marina como estratotipo. De ahí que se eligiera la sección de Ojosa, con gran desarrollo marino y una intercalación menor de estratos terrestres con restos de flora. No obstante, los autores insisten en que esta decisión se basó en la asunción de que la Caliza de Lores tenía correlación con un intervalo marino en la sección de Tejerina, predominantemente terrestre (el intervalo marino posee una potencia de 45 metros del total de los 1000 metros de espesor de la serie). Con posterioridad se demostró que la Caliza de Lores se encuentra a un nivel significativamente inferior en la sucesión estratigráfica que el horizonte marino de Tejerina (*cf.* WAGNER Y MARTÍNEZ-GARCÍA, 1982).

El contenido paleontológico de la sección de Tejerina es fundamental, pues contiene las primeras floras consideradas post-Westphaliense D y pre-Estefaniense A. Además, el área tipo en Saar-Lorraine es exclusivamente terrestre, por lo que la paleoflora juega un papel fundamental en la definición del intervalo y en la búsqueda de correlaciones entre ambas zonas.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO							
SECCIÓN DEL CANTABRIENSE EN TEJERINA							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
	VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×
Rareza en su contexto geológico		Raro			3	×	×
Importancia (1-5)		Internacional					5
Validez como modelo		Muy válido			3	×	×
Diversidad de procesos y formas		Un proceso (sedimentación) y un elemento derivado del mismo	1			×	×
Estado de conservación (1-5)		Bueno					5
Valor estético o paisajístico		Alto			3	×	×
Valor científico o geohistórico		Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>26/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Regulares		2		×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y complicado			3		
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	No accesible para personas con movilidad reducida	1			×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>18/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y complicado			3		
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Nula					
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>13/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 44/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 13/35</b>							

53. Sección de interés estratigráfico *Sección del Grupo Pando en el Puerto del Pando*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Puerto del Pando
Acceso	Se encuentra en la carretera que va desde Prioro a Siero de la Reina y Besande, LE-232.
Accesibilidad y tiempo	La carretera atraviesa la sección.

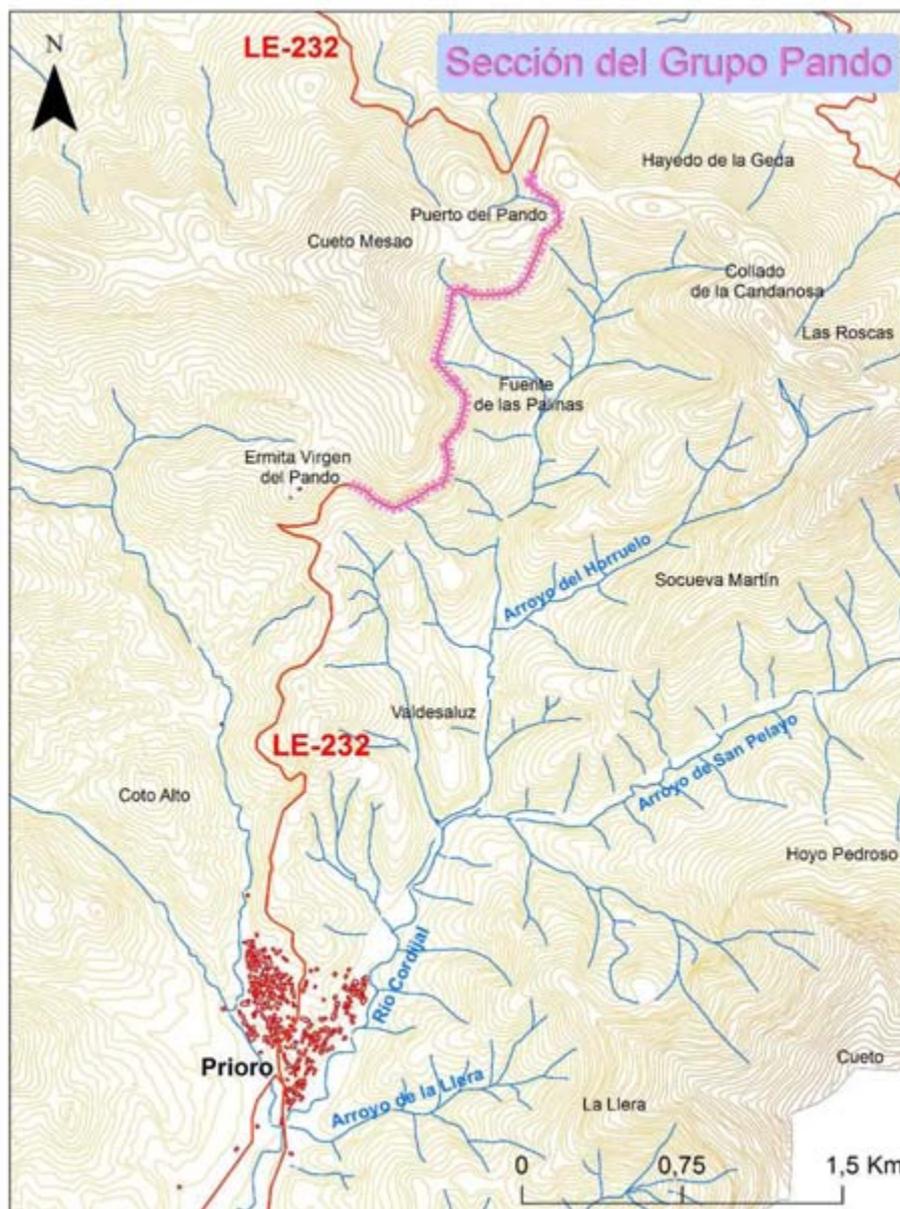


Fig. 2.65: Localización de la sección de referencia del Grupo Pando

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuega-Carrión
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Bashkiriense – Kasimoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados)
Formación/es implicada/s	Grupo Pando
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Talud de carretera
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Depósito de materiales en cuenca sinorogénica
Edad del proceso	Carbonífero (Bashkiriense – Kasimoviense)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	En Prioro hay otro bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

## DESCRIPCIÓN

En el área del Alto Cea, en concreto en la sección del Puerto del Pando, ALONSO (1987) define el Grupo Pando para referirse a las series sinorogénicas comprendidas entre la discordancia denominada del Curavacas (KANIS, 1956) o Palentina (WAGNER, 1959) de edad Westfaliense A superior y Westfaliense B (según las zonas) y las del Westfaliense D medio-superior (es decir entre Bashkiriense, en concreto Langsettian y Kasimoviense, específicamente Asturiense). Con posterioridad, el Grupo Pando ha sido utilizado en diversos trabajos como HEREDIA Y OTROS (1991) y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (1991; 1994).

De acuerdo con los estudios de dichos autores, en la Región del Pisuerga-Carrión las condiciones orogénicas se prolongaron desde el Serphkhoviense hasta el Kasimoviense-Ghzelense. Ello provoca la proliferación de discordancias sintectónicas desconocidas en otras áreas de la Zona Cantábrica y la abundancia relativa de sedimentos sinorogénicos relacionados con la existencia de pendientes submarinas (olistostromos, turbiditas, brechas,...) o subaéreo-litorales (abanicos fluviodeltaicos). Este ambiente sinorogénico se caracteriza por una rápida variación espacial y temporal de facies, lo que se une a la complejidad estructural de un área situada en la parte cóncava de una cadena orogénica arqueada. Por ello, en los estudios estratigráficos de este territorio, es común la definición de grupos. Para RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ Y HEREDIA (1987,1988), los grupos, o bien un conjunto limitado de ellos, representan una cuña clástica producida por el relleno del surco de antepaís relacionado genéticamente con el emplazamiento o reapretamiento de una unidad alóctona (manto o pliegue) concreta.

La definición del Grupo Pando aceptada por estos autores modifica la acepción previa de Formación Pando descrita por VAN LOON (1970, 1972). El Grupo Pando está constituido por un potente conglomerado basal, de clastos predominantemente cuarcíticos, denominado conglomerado de Curavacas, que hacia el techo y lateralmente alterna con una serie rítmica de lutitas y areniscas, denominada Formación Lechada<sup>7</sup>. Estas dos formaciones habían sido agrupadas con anterioridad en el Grupo Yuso por KOOPMANS (1962). De acuerdo con RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (2001), la mejor definición del Grupo Pando en las áreas del Alto Cea y Valdeón ha aconsejado utilizar preferentemente esta unidad, si bien la ausencia de datos cronoestratigráficos del techo de la Formación Lechada no permite descartar que la parte alta de la misma pueda equivaler lateralmente a unidades litoestratigráficas suprayacentes al Grupo Pando en otras áreas de la Región del Pisuerga-Carrión. Adicionalmente, en el área de Valdeón, el Grupo Pando incluye también a las Formaciones Vegacerneja, Panda y Pandetrave<sup>8</sup>.

El Grupo Pando se sitúa discordante sobre el Grupo Prioro y a techo tiene al Grupo

<sup>7</sup> Ambas formaciones (Conglomerado de Curavacas y Lechada) han sido descritas con detalle en los LIG correspondientes (v. pág. 310).

<sup>8</sup> Éstas se han descrito con detalle en los LIG correspondientes (v. pág. 295 y pág. 299)

Conjas-Mental.

La dificultad para interpretar la estratigrafía de un período tan complejo desde el punto de vista tectónico, que genera una gran diversidad de facies y escasa continuidad lateral de las mismas, motiva la variedad de puntos de vista y dificultades de análisis resumidas con anterioridad (que se acrecienta si se tienen en cuenta las referencias incluidas en los trabajos citados). No obstante, algunas secciones han aportado datos que resultan fundamentales en el proceso de reconstrucción del avance de la orogénesis Varisca en la Región del Pisuegra-Carrión (y en la Zona Cantábrica en general). Entre ellas se encuentra la sección del Puerto del Pando, en la que ha quedado bien registrado el carácter sinorogénico de los depósitos de edad Bashkiriense-Kasimoviense a través de discordancias progresivas. Ello motiva su consideración como LIG de gran importancia científica.

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS ESTRATIGRÁFICO							
SECCIÓN DEL GRUPO PANDO EN EL PUERTO DEL PANDO							
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4	5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Muy representativo			3	×	×
	Rareza en su contexto geológico	Común		2		×	×
	Importancia (1-5)	Regional			3		
	Validez como modelo	Muy válido			3	×	×
	Diversidad de procesos y formas	Dos procesos (sedimentación y tectónica) y varios elementos derivados de los mismos			3	×	×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Valor estético o paisajístico	Bajo	1			×	×
	Valor científico o geohistórico	Alto			3	×	×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>23/28</b>	
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Científico			3	×	×
	Condiciones de observación	Óptimas			3	×	×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede en coche					5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible sólo para especialistas	1			×	×
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Estado de conservación (1-5)	Bueno					5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	×	×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>	
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede al punto en coche					5
	Extensión superficial (1-5)	De 1000 m <sup>2</sup> a 100 ha			3		
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en una carretera poco transitada		2			
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1				
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1				
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Media			3		
	Fragilidad (1-5)	Media			3		
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>18/35</b>	
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 46/55</b>							
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 18/35</b>							

54. Área de interés geomorfológico *Morfología glaciar del Valle del Río Grande*

<b>LOCALIZACIÓN</b>	
Paraje	Valle del Río Grande
Acceso	En la carretera entre Besande y Valverde de la Sierra se observan algunos depósitos de origen fluvio-glaciar. Entre estas dos localidades también hay restos glaciares en la cara norte del Pico Orvillo, donde se accede por una pista de cultivos forestales que sale unos 3 km al norte de Besande. El resto de evidencias glaciares se encuentran aguas arriba de la localidad de Valverde de la Sierra, tanto en el propio Río Grande como en su afluente Arroyo de la Serna.
Accesibilidad y tiempo	Algunos de los sedimentos glaciares y fluvio-glaciares que constituyen el LIG se observan desde la carretera. Para llegar a los ubicados al norte de Valverde de la Sierra se requiere caminar unos 15 minutos y para acceder a los de la base del Pico Orvillo es preciso caminar unos 40 minutos. Por último, el acceso a la cabecera de los arroyos que constituyen el Río Grande implica rutas de media-alta montaña pero de duración corta (en torno a 2 horas de camino hasta las partes altas).

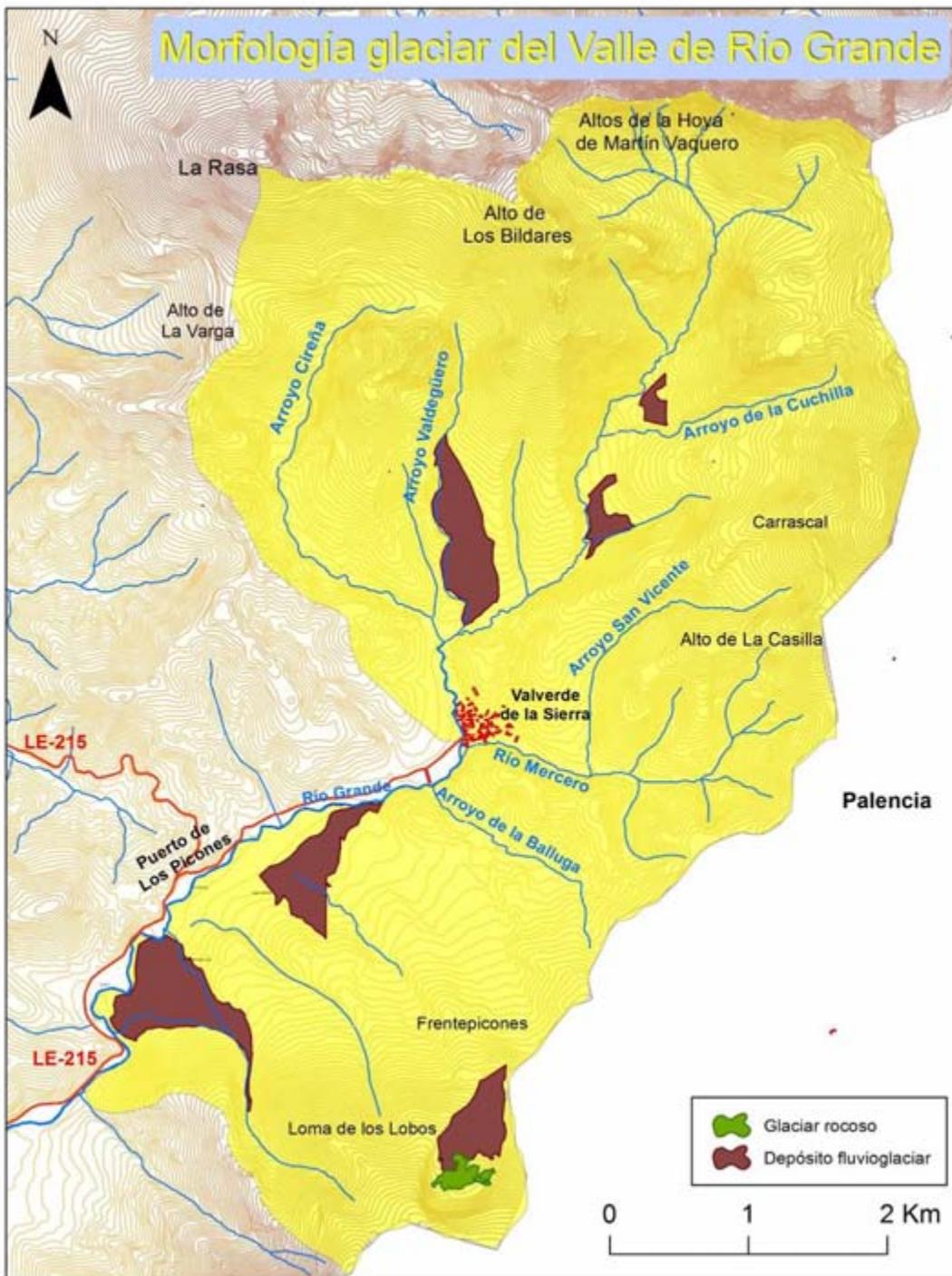


Fig. 2.66: Mapa del área de interés geomorfológico

CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región del Pisuerga-Carrión

Edad de los materiales geológicos	Devónico (Fameniense) – Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo en su mayoría (lutitas, areniscas, cuarcitas y conglomerados) con algunas intercalaciones de rocas de carácter calcáreo (calizas)
Formación/es implicada/s	Murcia, Vidrieros, Cervera, Triollo, Curavacas, Lechada
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Área
Proceso/s genético/s	Glaciarismo y periglaciarismo
Edad del proceso	Pleistoceno (glaciarismo y periglaciarismo) y Holoceno (periglaciarismo)
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Muy bueno
Afloramiento	Muy bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ganadero
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	Ninguna
Material de apoyo	Ninguno

**DESCRIPCIÓN**

El río Grande nace en la vertiente sur de la cordal de La Rasa-Altos de Martín Vaquero y su margen izquierda recoge las aguas de la cara oeste de la Peña Espigüete y noroeste del Pico Orvillo, mientras que en su margen derecha se unen los arroyos procedentes de la cara este del Alto de la Varga, Alto de la Encrucijada y el Puerto Picones. Además de los circos glaciares esculpidos a los pies de las cumbres, en la cubeta rodeada por estos picos, el río Grande desarrolla una espectacular llanura de fuente glacial (ALONSO HERRERO, 1991). La importancia de estas formas glaciares estriba en que, de acuerdo con ALONSO HERRERO (2002), denotan una de las posiciones más meridionales del glacialismo cuaternario en la Cordillera Cantábrica.

VALORACIÓN DEL ÁREA DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO						
MORFOLOGÍA GLACIAR DEL VALLE DEL RÍO GRANDE						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	Representativo			3	× ×
	Rareza en su contexto geológico	Raro*		2		× ×
	Importancia (1-5)	Regional			3	
	Validez como modelo	Poco válido	1			× ×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (glaciarismo) y varios elementos derivados del mismo		2		× ×
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Valor estético o paisajístico	Medio		2		× ×
	Valor científico o geohistórico	Medio		2		× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>20/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Didáctico y científico			3	× ×
	Condiciones de observación	Medias		2		× ×
	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo**				4
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica		2		× ×
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha				5
	Estado de conservación (1-5)	Bueno				5
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad levemente reducida**		2		× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>23/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	Accesibilidad (1-5)	Se accede por un paseo corto y cómodo**		2		
	Extensión superficial (1-5)	Mayor de 100 ha	1			
	Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)	Se encuentra en las proximidades de una pista o camino			3	
	Amenazas actuales o potenciales (1-5)	Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo	1			
	Vulnerabilidad natural (1-5)	Baja	1			
	Vulnerabilidad antrópica (1-5)	Baja	1			
	Fragilidad (1-5)	Nula				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>9/35</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 43/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 9/35</b>						
COMENTARIOS:						
*Aunque los restos glaciares no son llamativos, sí lo es su latitud.						
**Se refiere a los elementos más accesibles.						

55. Sección de interés geomorfológico *Desfiladero se Las Conjas*

LOCALIZACIÓN	
Paraje	Las Conjas
Acceso	Se encuentra en la carretera que va desde Morgovejo a Prioro (LE-232)
Accesibilidad y tiempo	La carretera atraviesa la sección.

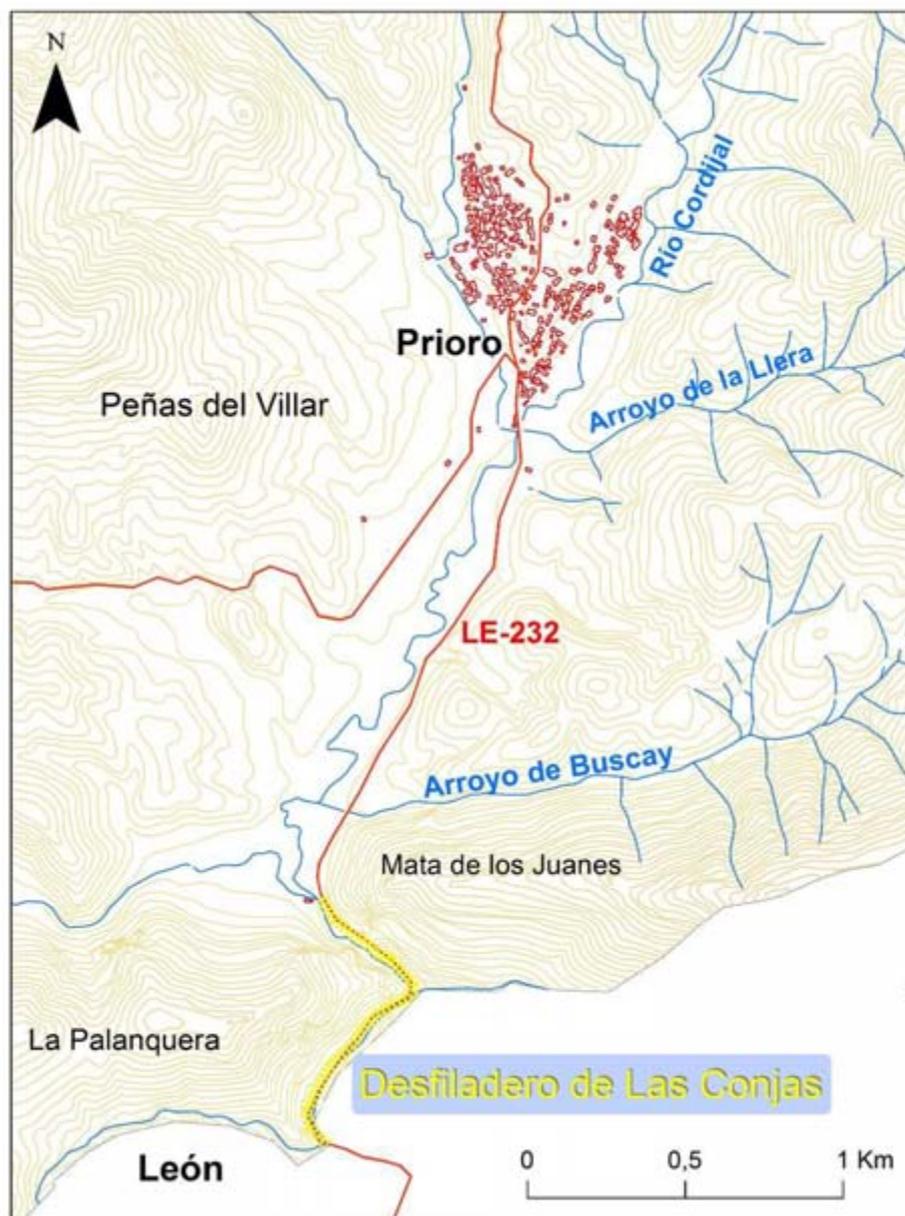


Fig. 2.67: Ubicación del desfiladero de Las Conjas

<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL</b>	
Zona geológica y Unidad geológica	Zona Cantábrica, Región de Pliegues y Mantos, Manto del Esla
Edad de los materiales geológicos	Carbonífero (Moscoviense)
Litología	Litologías consolidadas de carácter silíceo (conglomerados)
Formación/es implicada/s	Grupo Conjas (también denominado Conjas-Mental)
<b>CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA DEL LIG</b>	
Características del afloramiento	Natural
Tipología	Sección
Proceso/s genético/s	Incisión fluvial
Edad del proceso	Cenozoico
<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN</b>	
<b>Físico</b>	
Valor del punto	Bueno, aunque el desfiladero está atravesado por una carretera que modifica su perfil.
Afloramiento	Bueno
Riesgo de degradación	No se detectan riesgos de degradación.
<b>Patrimonial</b>	
Usos actuales	Ninguno
Evolución previsible	No hay nada reseñable si se mantienen los usos actuales.
Infraestructuras	La hoz es atravesada por una carretera. Justo a la salida de Las Conjas hay un bar (sólo abierto en verano). En Prioro hay otro bar-restaurante.
Material de apoyo	Ninguno

---

DESCRIPCIÓN
-------------

<p>Para atravesar un paquete potente de conglomerados de edad Estefaniense, el río Cea ha excavado una garganta en los mismos. Los desfiladeros no son comunes en litologías de naturaleza silíceas. Por ello, el paisaje en el interior de este paso resulta peculiar. Además, en el contexto del Parque Regional, las peñas conglomeráticas de Las Conjas suponen una frontera natural del mismo en su zona sur.</p>
--

VALORACIÓN DE LA SECCIÓN DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO						
LAS CONJAS						
	Rasgo	Categoría	1	2	3	4 5
VALOR INTRÍNSECO	Representatividad	No representativo	1			× ×
	Rareza en su contexto geológico	Raro			3	× ×
	<i>Importancia (1-5)</i>	<i>Regional</i>			3	
	Validez como modelo	Muy válido			3	× ×
	Diversidad de procesos y formas	Un proceso (dinámica fluvial) y un elemento derivado del mismo	1			× ×
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Alterado</i>			3	
	Valor estético o paisajístico	<i>Alto</i>			3	× ×
	Valor científico o geohistórico	Bajo	1			× ×
<b>TOTAL VALOR INTRÍNSECO .....</b>						<b>18/28</b>
POTENCIALIDAD DE USO	Uso más apropiado	Turístico		2		× ×
	Condiciones de observación	Medias		2		× ×
	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>				5
	Facilidad de comprensión del punto	Asequible para personas sin preparación específica			3	× ×
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1 a 100 ha</i>			3	
	<i>Estado de conservación (1-5)</i>	<i>Alterado</i>			3	
	Potencialidad del punto para personas con movilidad limitada	Accesible para personas con movilidad reducida			3	× ×
<b>TOTAL POTENCIALIDAD DE USO .....</b>						<b>21/27</b>
RIESGO DE DEGRADACIÓN	<i>Accesibilidad (1-5)</i>	<i>Se accede en coche</i>				5
	<i>Extensión superficial (1-5)</i>	<i>De 1 a 100 ha</i>			3	
	<i>Proximidad a poblaciones y/o afluencia de público (1-5)</i>	<i>Se encuentra en un lugar moderadamente visitado</i>			3	
	<i>Amenazas actuales o potenciales (1-5)</i>	<i>Se trata de una zona sin perspectivas de desarrollo</i>	1			
	<i>Vulnerabilidad natural (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1			
	<i>Vulnerabilidad antrópica (1-5)</i>	<i>Baja</i>	1			
	<i>Fragilidad (1-5)</i>	<i>Nula</i>				
<b>TOTAL RIESGO DE DEGRADACIÓN .....</b>						<b>14/29</b>
<b>VALOR INTRÍNSECO + POTENCIALIDAD DE USO: 39/55</b>						
<b>RIESGO DE DEGRADACIÓN: 14/29</b>						

## ANEXO FOTOGRÁFICO



Fig. 2.68: Lago del Ausente en invierno. Se observa la cubeta del lago y se intuye otra cubeta superior (indicada con una flecha), cerrada por un umbral glaciar. Este lago forma parte del LIG n° 2 (v. pág. 176)



Fig. 2.69: Crestones de cuarcita ordovícica con la morfología en *diente de perro* característica en la Hoz de La Cabrera (LIG n° 6, v. pág. 195)

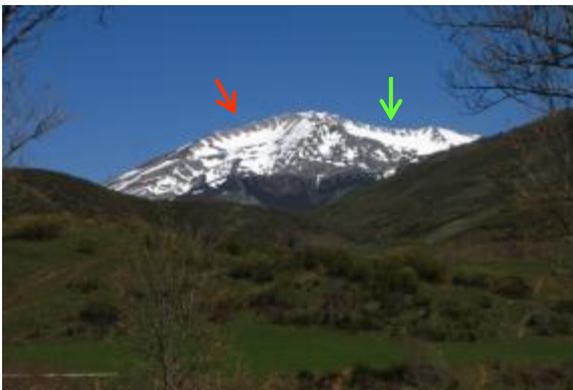


Fig. 2.70: Peña Ten vista desde la carretera de Burón al Puerto de Tarna. En esta vista se aprecia tanto el circo de su cara sur (flecha naranja) que constituye el LIG n° 8, v. pág. 203), como el que se encuentra en su cara este (flecha verde), ubicado en Asturias fuera del territorio de estudio.

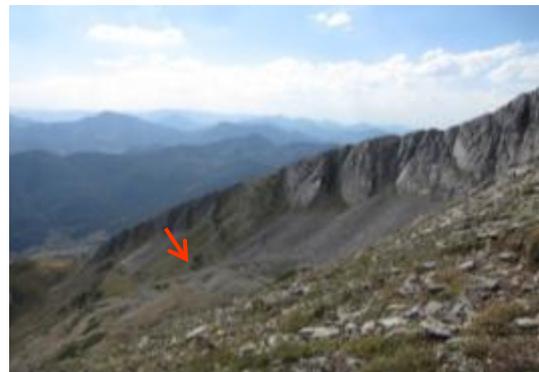


Fig. 2.71: Circo sur de Peña Ten, en cuyo fondo hay un glaciar rocoso relictos (indicado con la flecha). Este tipo de formas son poco comunes en las litologías de carácter calcáreo por lo que resulta singular.



Fig. 2.72: Vista general de las explotaciones de cinabrio en las proximidades del Puerto de las Señales. Pueden observarse las escombreras así como la forma derruida de la parte superior del afloramiento de calizas, probablemente vaciado para la obtención de cinabrio en época prehistórica (LIG nº 10, v. pág. 211).



Fig. 2.73: Muestra de cinabrio extraído de las explotaciones que configuran el LIG nº 10 (v. pág. 211). Ejemplar y fotografía de Eduardo Alonso Herrero.



Fig. 2.74: Extremo oriental del Macizo del Mampodre visto desde el sur. Esta imagen, en la que se aprecia el apilamiento antiformal de la Cuesta Rasa, aporta una idea de la relevancia del macizo desde el punto de vista tectónico (LIG nº 11, v. pág. 215).



Fig. 2.75: Glaciar rocoso en la cara norte de la Sierra de Ricacabiello. El grado de colonización vegetal que presenta esta forma relictas es muy elevado, especialmente en su parte inferior, donde incluso hay abedules creciendo entre los bloques (LIG nº 12, v. pág. 221).

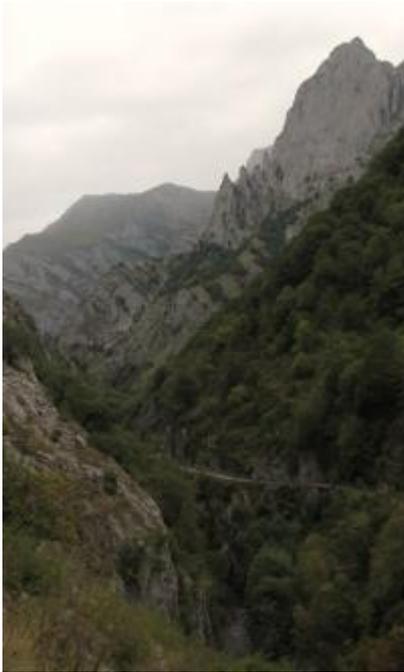


Fig. 2.76: Desfiladero del Beyo. El perfil de la garganta está modificado por la carretera que atraviesa la sección (LIG nº 15, v. pág. 237)



Fig. 2.77: Imagen de Vegabaño (LIG nº 16, v. pág. 241) La acumulación de sedimentos en esta zona deprimida, que debió estar ocupada por un lago de origen glaciar, ha favorecido la instalación sobre ella de pastos de buena calidad.



Fig. 2.78: Pliegues en el interior del Desfiladero del Cares cerca de Caín (LIG nº 20, v. pág. 264).



Fig. 2.79: En la fotografía superior se observa el Macizo de Torre Berneja y la Vega de Llos (LIG nº 25, v. pág. 291) desde el Mirador de Piedrashitas (LIG nº 18, v. pág. 251). La imagen posterior está tomada en la Vega de Llos y en ella se observan las crestas de las dos morrenas que tapizan su fondo (indicadas con flechas).



Fig. 2.80: En la imagen se observa el Hoyo Cimero, zona más alta del Jou de lo Llagos (LIG nº 22, v. pág. 276). Este jou muestra una morfología especialmente compleja, pues presenta a su vez varias depresiones kársticas en su interior. El Hoyo Cimero es la situada más alta y en su fondo se ubica el Lago o Llago Cimero. Como se aprecia en la fotografía, esta zona se encuentra cerrada y separada del resto del jou por un umbral glaciar, que en varias zonas se aparece tapizado de sedimentos morrénicos.



Fig. 2.81: Detalle del fondo del Hoyo Cimero y del lago. Los lagos son elementos poco comunes en Picos de Europa. La formación de éste se debe a la acumulación de sedimentos glaciares en el fondo de la depresión. Estos sedimentos contienen arcillas intersticiales que los impermeabilizan.

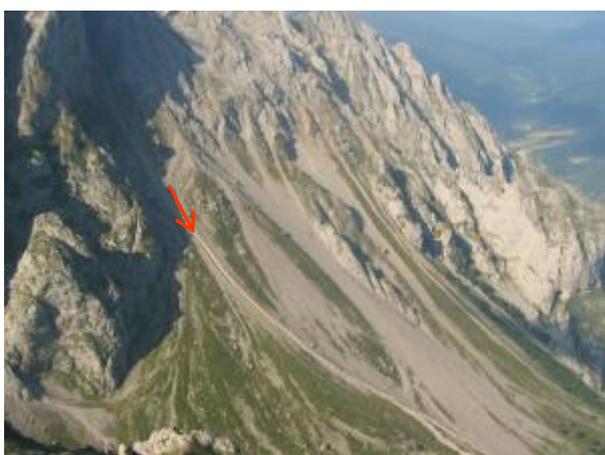


Fig. 2.82: Conos de derrubios en la Canal de La Sotín. En ellos pueden observarse algunas zonas muy activas (sin cubierta vegetal) así como flujos de derrubios canalizados. La flecha señala uno de ellos, acontecido recientemente y que comienza un poco más arriba, en la zona de sombra de la fotografía, a unos 2100 m de altitud y llega hasta los 1150 m (imagen de la derecha).

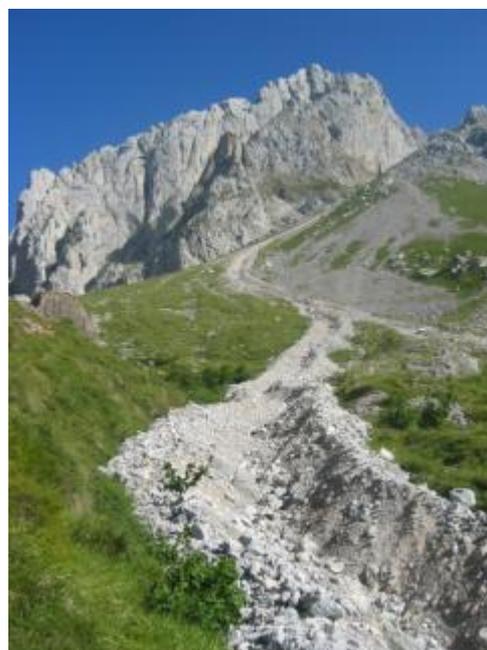


Fig. 2.83: Aquí se observa la huella del flujo de derrubios canalizados 100 metros más debajo de su inicio (imagen de la izquierda), en las proximidades del Hayedo de Sotín.



Fig. 2.84: La Vega de Liordes (v. LIG nº23, pág. 281) es una depresión intramontañosa de origen estructural que se ubica en el corazón del Macizo de Los Urrieles (Picos de Europa).



Fig. 2.85: La Vega de Liordes recibe los sedimentos procedentes de la erosión de los afloramientos circundantes así como de sedimentos de origen glaciar. En éstos hay arcillas derivadas de la denudación de las lutitas de la Formación Áliva y de la decalcificación de las rocas calizas. Asimismo, en la zona central de Liordes existe una turbera flotante de origen glaciar. Ello favorece el desarrollo de unos pastos de elevada calidad, en los que crecen plantas de interés. La fragilidad de la turbera y la existencia de estos taxones vegetales deberían ser tenidas en cuenta en los Planes de Carga Ganadera de los parques Nacional y Regional.



Fig. 2.86: La granodiorita que aflora en la zona del Mojón de las Tres Provincias (al fondo a la izquierda de la fotografía) otorga un aspecto singular a dicha área, rodeada de las rocas sedimentarias dominantes en el territorio. (LIG nº 32, v. pág. 326) El circo que se observa a los pies del Mojón es el Hoyo Empedrado. Esta constituye un área modélica por los procesos periglaciares que siguen activos en la actualidad (LIG nº 33, v. pág. 330).



Fig. 2.87: Disyunción alveolar en las rocas ígneas del Cueto Cantoro, en las proximidades del pueblo de Horcadas (LIG nº 51, v. pág. 402)



Fig. 2.88: Escombreras de la mina Varga Espayo, ubicada en la falda suroeste del Pico La Rasa. La proliferación de la vegetación en el entorno dificulta su localización (LIG° 43, v. pág. 372)



Fig. 2.89: Interior de la mina de La Rasa en la que los minerales de cobre adoptan estas coloraciones tan espectaculares. Fotografía: Eduardo Alonso Herrero.



Fig. 2.90: Ejemplar de antimonita de Riaño (LIG n° 37, v. pág. 347). En él se aprecia el color plateado que probablemente es responsable de algunos de los topónimos de la zona, etimológicamente relacionados con argénteo. Ejemplar y fotografía: Eduardo Alonso Herrero.



Fig. 2.91: El hallazgo de bournonita en la mina de fluorita de Burón constituye una singularidad que aumenta el valor científico de dicho yacimiento (LIG. n° 35, v. pág. 339)

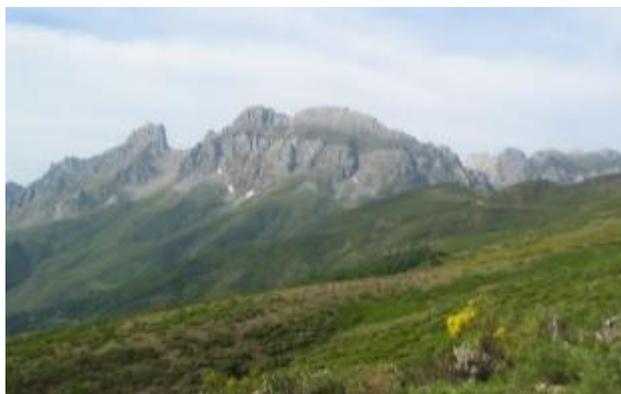


Fig. 2.91. Vista del Macizo de Los Urrieles desde el entorno del Mirador de Pandtrave (LIG n° 19, v. pág. 257). Desde este observatorio se observan con claridad los contrastes entre dos de las regiones geológicas del territorio: Picos de Europa (al fondo) y Pisuega-Carrión (en primer término).

## RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS



## **RESUMEN GLOBAL DE LOS RESULTADOS**

### 3.1. RESULTADOS DE LOS CATÁLOGOS

Como rasgo común a los dos catálogos presentados, cabe hacer hincapié en que, como cualquier otro listado, ambos presentan un carácter abierto, es decir, son susceptibles de revisión y ésta puede desencadenar nuevas incorporaciones y en el peor de los casos, alguna eliminación.

#### 3.1.1. Catálogo de LIG de la provincia de León

En esta memoria doctoral se presenta el primer catálogo de Lugares de Interés Geológico de la provincia de León a nivel regional, en este caso elaborado a petición de la Consejería de Medio Ambiente de Castilla y León. En él se han inventariado 97 Lugares de Interés Geológico que representan la geodiversidad de la provincia, desde el punto de vista tanto de las regiones geológicas como de las comarcas geográficas existentes en la misma.

Los lugares listados se localizan, categorizan, describen y valoran. Dentro de la localización, se aporta una cartografía destinada a su ubicación, si bien no se procede a la determinación exacta de sus límites. La ausencia de delimitación es debida a una petición de la administración, que consideraba como trabajo propio el establecimiento del perímetro de los LIG según su distribución espacial y de cara a su inclusión dentro de la Red de Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad Autónoma. En la actualidad, este trabajo aún no ha sido realizado y la mayor parte de los LIG propuestos no disponen de protección alguna. No obstante, cabe destacar que desde la publicación del catálogo, son frecuentes las consultas al equipo de investigación por parte de diferentes empresas privadas que trabajan en medio ambiente y de técnicos la administración (fundamentalmente los pertenecientes a la Sociedad pública de Medio Ambiente de Castilla y León –SOMACYL- hoy en día desaparecida por los ajustes económicos realizados por la Junta de Castilla y León). También ha aumentado la aceptación de alegaciones impuestas a varios proyectos por afectar al patrimonio geológico. Algunos ejemplos de ello son: 1) la ampliación del Parque Natural de Babia y Luna para incluir en su perímetro la sección estratigráfica de interés internacional de Los Barrios de Luna (ver DVD, LIG nº: 32) y 2) la recuperación de material paleontológico en las obras de la carretera entre La Vid y Vegacervera por afectar a la sección estratigráfica y paleontológica del Grupo La Vid, considerada de interés internacional (ver DVD, LIG nº: 28).

Adicionalmente, la puesta a prueba de este catálogo en los casos reales conduce a una profundización en el significado y uso del parámetro tipología (la utilidad de esta característica se detalla más adelante en este mismo apartado, v. pág. 442). En este contexto, una de las conclusiones de FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010, 2012) es que la forma más útil, ventajosa y conveniente de agrupar y presentar a los LIG de cara a la gestión es en función de su interés principal y de su tipología. De acuerdo con esto, la distribución de los 97 LIG según estos dos parámetros es la que se indica en las siguientes tablas:

Tabla 3.1: LIG de la provincia de León clasificados según su interés principal.

<b>TIPO DE INTERÉS</b>	<b>NÚMERO DE LIG</b>
Mineralógico	7
Petrológico	3
Estratigráfico	15
Paleontológico	10
Tectónico	10
Hidrogeológico	4
Geomorfológico	48

Tabla 3.2: LIG de la provincia de León agrupados por tipología.

<b>TIPOLOGÍA</b>	<b>NÚMERO DE LIG</b>
Punto	22
Sección	29
Área	32
Mirador	4
Área compleja	10

Es importante resaltar que además del catálogo desarrollado, se elabora y entrega a la Consejería un listado exhaustivo de localidades con interés geológico de la provincia de León compuesta de 285 elementos, de los que se indica su ubicación, interés principal y pertenencia o no a un espacio natural protegido. La lista, además de cumplir una función informativa, constituye un punto de partida para futuras ampliaciones del inventario (v. Tabla 1.9, págs. 58-62).

### 3.1.2. Catálogo de LIG del Parque Regional Picos de Europa

En el inventario del Parque Regional Picos de Europa se han descrito, analizado y valorado 55 LIG. La clasificación de los mismos en función de su interés principal y tipología es la que muestran estas tablas:

Tabla 3.3: LIG del Parque Regional Picos de Europa agrupados por su interés principal.

TIPO DE INTERÉS	NÚMERO DE LIG
Mineralógico	11
Petrológico	2
Estratigráfico	8
Paleontológico	1
Tectónico	3
Hidrogeológico	2
Geomorfológico	25

Tabla 3.4: LIG del Parque Regional Picos de Europa clasificados según su tipología.

TIPOLOGÍA	NÚMERO DE LIG
Punto	15
Sección	15
Área	20
Mirador	5

Asimismo, se han reconocido 9 áreas complejas dentro del territorio. La metodología para la definición de áreas complejas es matizada en la segunda parte de la tesis y se

realiza de forma sensiblemente diferente a la primera parte, como se comenta más adelante en este mismo apartado.

Paralelamente, en el catálogo del Parque Regional Picos de Europa sí se realiza la delimitación de los LIG. Como se indica en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012), la cartografía desarrollada se apoya también en los conceptos de interés principal y tipología. El proceso de elaboración de mapas refuerza el segundo concepto y conlleva alguna puntualización fundamental. Por ejemplo, marcar con exactitud los límites de cada LIG permite modificar las dimensiones máximas para considerar un elemento con tipología de punto. Ésta se había establecido en 1 hectárea (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010), pero el estudio de la distribución por tamaños de los LIG del Parque Regional Picos de Europa recomienda su asentamiento actual en los 1000 m<sup>2</sup>. No obstante el mayor logro de la cartografía realizada reside en la obtención de mapas directamente aplicables tanto en la gestión individual de cada LIG como en una gestión conjunta del patrimonio geológico del espacio natural.

### 3.2. RESULTADOS RELACIONADOS CON LAS PROPUESTAS METODOLÓGICAS REALIZADAS

Desde el punto de vista metodológico, en esta memoria doctoral se proponen y desarrollan tres aspectos: 1) Realización, organización y presentación de los inventarios en función de dos parámetros básicos: el interés principal y la tipología de los LIG; 2) Diseño de un cartografía de LIG destinada específicamente a la gestión del patrimonio geológico y útil para su inclusión en los procesos de ordenación del territorio y 3) Propuesta y definición de una terminología para la valoración del riesgo de degradación así como de una metodología para su valoración.

1. Realización, organización y presentación de los inventarios en función de dos parámetros básicos: el interés principal y la tipología de los LIG.

El *interés principal* es un parámetro común en los trabajos de patrimonio geológico y ampliamente aceptado, por lo que no precisa aclaración. Sin embargo, el tratamiento que se le otorga a *la tipología* en esta memoria doctoral sí resulta novedoso. Como se presenta en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010), la tipología constituye una herramienta sintética, que resume las principales características de un LIG en cuanto a sus dimensiones, tipo y distribución espacial de elementos que lo componen, riesgo de degradación y facilidad de divulgación. Es decir, la tipología sintetiza las principales características de un LIG de cara a la gestión del patrimonio geológico en particular y a la ordenación del territorio en general.

Cabe comentar que las clases tipológicas definidas son cinco (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010). En la primera parte de la memoria doctoral, estas categorías son consideradas igualitarias. Pero más adelante, se llega a la conclusión de que en la determinación de la tipología es preciso distinguir dos niveles diferentes (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2012). En primer lugar existen cuatro categorías simples: punto, sección, área y mirador. En segundo lugar se encuentran las áreas complejas. Un área compleja es una zona que posee una homogeneidad fisiográfica y una geodiversidad elevada, es decir, en la que se concentran diversos rasgos de interés y/o varios elementos que poseen intereses heterogéneos y/o superpuestos. Así, la demarcación de las áreas complejas surge al estudiar la distribución de los demás tipos de LIG y por tanto, lo más recomendable es realizarla en una segunda etapa, una vez inventariados todos los LIG del resto de clases tipológicas. Cabe mencionar que en el apartado de discusión (v. pág. 451) se comentan con detalle algunos aspectos sobre las clases tipológicas definidas, su significado y utilidad.

La combinación de la tipología con el interés principal del LIG que se utiliza en esta memoria doctoral supone una organización eficiente y práctica del patrimonio

geológico, que ofrece una imagen holística de la naturaleza de los elementos que lo componen y de los condicionantes más relevantes para su gestión. Con el fin de demostrar el potencial de la conexión tipología-interés principal, a continuación se analizan varias combinaciones posibles de ambos parámetros. Es obvio que las descripciones realizadas siempre tienen un carácter general y por ello, pretenden dar ideas básicas y genéricas, es decir, adecuadas para una aproximación inicial al recurso, cuyas peculiaridades deberán ser estudiadas de forma individual para su gestión específica:

- Punto de interés paleontológico: es un LIG aislado y de dimensiones reducidas (menor de 1000 m<sup>2</sup>) que presenta un contenido fosilífero. Su tamaño y carácter solitario hacen que sea susceptible de degradación o desaparición, bien por factores intrínsecos o extrínsecos. Entre estos últimos, cabe destacar que actividades humanas de envergadura media e incluso pequeña pueden dañarlo irreversiblemente. Paralelamente, estas mismas características facilitan su estudio o divulgación, pues al tratarse de un elemento pequeño, puede darse a conocer con una inversión económica escasa. No obstante, es preciso tener en cuenta que su contenido paleontológico puede hacerlo vulnerable al expolio y que por ello, quizás resulte pertinente no desvelar su ubicación.
- Sección de interés estratigráfico: se trata de un LIG con disposición lineal y un orden que, por tratarse de un elemento estratigráfico, es cronológico. Es probable que esté constituida por partes de dimensiones menores, pero cuya conservación es imprescindible para preservar el interés del conjunto. Ello incrementa su susceptibilidad de degradación y desaparición, pues puede ser dañada gravemente por acciones antrópicas de envergadura media, o incluso pequeña y aunque éstas sólo afecten a una parte de la sección. El estudio y divulgación de las secciones debe realizarse siempre mediante una ruta a través de la misma cuyo sentido vendrá definido por la escala temporal.
- Área de interés geomorfológico: se trata de un LIG de grandes dimensiones en el que abundan las formas de relieve derivadas de un proceso concreto. Sus dimensiones lo hacen poco susceptible a actividades humanas, salvo que éstas sean de gran envergadura y supongan una transformación importante en el territorio. A su vez, este gran tamaño suele permitir la compatibilidad de usos en el área, entre ellos cualquiera de los patrimoniales. En concreto la divulgación puede concentrarse en determinados puntos dentro del LIG (dejando el resto para investigación, conservación u otros usos del territorio) o por el contrario, abarcarlo por completo mediante una o más rutas a lo largo del mismo. No obstante, es importante tener en cuenta, sobre todo en los relieves de origen climático, que algunos de los elementos del área pueden ser frágiles y tener tendencia a desaparecer bajo las condiciones

actuales. También es preciso tener presente que las formas de depósito pueden ser materiales con interés extractivo y/o presentar sustratos fácilmente colonizables por la vegetación. Ambos aspectos pueden ser causa de degradaciones en el LIG y las actuaciones planificadas en el mismo nunca deben potenciarlas.

- Mirador de interés tectónico: Este LIG se centra en un rasgo tectónico de grandes dimensiones que sólo puede ser observado desde un lugar alejado en el que se adquiera perspectiva. Por ello, está constituido por el rasgo en sí y por un observatorio desde el cual se aprecia el mismo. Habitualmente el mirador presenta una panorámica con un alto valor estético en la que además se identifican los rasgos principales de relieve y paisaje del territorio. La superficie de terreno observada desde el mirador presenta unas dimensiones importantes, por lo que la utilización del mirador es compatible con las actividades principales del territorio. Ello implica que, a diferencia de otros casos, el uso del mirador no se antepone a otras actividades en el territorio. Las potencialidades del mirador son el turismo y la docencia, constituyendo un lugar idóneo para introducir y acercar a los visitantes al patrimonio geológico del espacio, así como para ejercer de carta de presentación del mismo. Por ello, sí resulta muy recomendable mantener el entorno libre de actividades que impliquen un impacto visual y estropeen su panorámica.

2. Diseño de una cartografía de LIG destinada específicamente a la gestión del patrimonio geológico y útil para su inclusión en los procesos de ordenación del territorio

La organización de los LIG por tipología e interés principal constituye a su vez el instrumento fundamental para desarrollar la cartografía del patrimonio geológico. Como se detalla ampliamente en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012) los mapas creados en esta memoria doctoral presentan una orientación completamente diferente a trabajos anteriores de cartografía de LIG. La novedad se encuentra en el planteamiento y finalidad básicos: en nuestro caso, los mapas se crean como una herramienta para la gestión del patrimonio geológico. Ello supone que deben ser el vehículo fundamental para la inclusión del mismo en los diferentes procedimientos administrativos con repercusiones territoriales. El cumplimiento de esta función supone que la cartografía debe proporcionar la información imprescindible para la misma y que además, debe expresarse de una manera útil y fácilmente interpretable por los diferentes especialistas que han de consultarla. Por ello, y teniendo en cuenta la óptica bajo la cual se han

desarrollado los parámetros tipología y el interés principal, éstas son las variables seleccionados para la representación de los LIG en los mapas.

Desde este punto de vista se han desarrollado tres tipos de mapas, cada uno de ellos con unas características propias determinadas por la función que debe desempeñar. Se pueden distinguir: los mapas individuales de los LIG, los mapas básicos de patrimonio geológico del espacio natural y los mapas derivados de patrimonio geológico del espacio natural. Las peculiaridades y ventajas de cada tipo de mapa elaborado para el Parque Regional Picos de Europa se comentan a continuación:

- Los mapas individuales de cada LIG (FUERTES-GUTIÉRREZ Y OTROS, s.a.) resumen en una imagen la información sintética detallada en el apartado anterior. Ello permite inferir a partir del mapa cómo son los elementos que componen el LIG (forma, dimensiones y distribución espacial) y algunos datos genéricos relativos sobre sus características patrimoniales. Asimismo, los mapas de las áreas, además de la delimitación de las mismas, incluyen los elementos principales que éstas albergan, fundamentalmente la ubicación de las formas de relieve más significativas. De este modo, en ellos se aporta la localización de los rasgos de interés y facilitan la gestión de estos LIG de grandes dimensiones.
- Los mapas básicos de patrimonio geológico del Parque Regional presentados en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012) muestran en conjunto todos los LIG del espacio natural. Así, aportan una visión general de las principales características que componen el patrimonio geológico del Parque Regional así como su distribución espacial. Por ejemplo, uno de los análisis que se puede extraer echando un vistazo al mapa básico presentado en dicho trabajo (v. pág. 149) denota que abundan las áreas de interés geomorfológico de grandes dimensiones distribuidas por todo el territorio y en particular en los extremos este y oeste del mismo. También existen bastantes puntos con interés mineralógico salpicados sobre todo en la parte central y occidental del Parque Regional. Por otro lado son frecuentes las localidades con interés tectónico, que se adscriben, como es habitual a dos tipologías: área y mirador. Resultan más raros los LIG de interés petrológico, si bien en la zona oeste del territorio existe un área de dimensiones medias y una sección así como un punto en el sur. Los tipos de interés más escasos son los mineralógicos y los paleontológicos, representados por dos y un puntos, respectivamente.

Asimismo, estos mapas constituyen la base para la elaboración de los mapas derivados.

- Los mapas derivados presentados en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012) (v. pág. 149) surgen de combinar los mapas básicos con los resultados de las valoraciones cuantitativas de los LIG. En la actualidad, los Sistemas de Información Geográfica permiten que al mapa base se le pueda añadir cualquier característica deseada. De esta manera, en nuestro caso, los mapas derivados muestran los LIG jerarquizados según criterios básicos de gestión ambiental. En el artículo mencionado, los parámetros elegidos para la ejemplificación de este aspecto son el valor intrínseco y el riesgo de degradación. Esta información cumple una doble función: 1) permite la toma de decisiones generales respecto a la gestión general del patrimonio geológico, al conocer por ejemplo, cuáles son los elementos más valiosos, cuáles necesitan una intervención inmediata para evitar su degradación o cuáles no están amenazados y 2) proporciona una capa cartográfica temática de patrimonio geológico que puede ser cruzada con otros mapas sectoriales (vegetación, flora, fauna, etc.) para la obtención de información compleja, como por ejemplo, la necesaria para el establecimiento de la zonificación del espacio natural y de cualquier plan derivado de la misma.
3. Propuesta y definición de una terminología para la valoración del riesgo de degradación así como de una metodología para su valoración.

En la segunda parte de esta memoria doctoral se realiza una propuesta para la valoración de determinados aspectos relacionados con el riesgo de degradación, en concreto dentro de éste, los que se refieren a la susceptibilidad a las degradaciones. La propuesta alude tanto a los términos y su uso como a la valoración que debería hacerse de los mismos. Los términos propuestos son fragilidad, vulnerabilidad natural y vulnerabilidad antrópica.

La finalidad principal de nuestra propuesta es diferenciar las degradaciones de génesis intrínseca (es decir, debidas a las características y procesos del propio elemento y de procedencia, por tanto, siempre natural), como las extrínsecas (debidas a factores externos al propio elemento). Para ello se utilizan los términos fragilidad y vulnerabilidad, respectivamente. Además, entre los factores externos que pueden menoscabar el interés del LIG, la vulnerabilidad natural y la vulnerabilidad antrópica se utilizan para distinguir el origen de los mismos.

Como se detalla ampliamente en la discusión (v. pág. 451), la selección de términos se ha realizado en base a tres criterios: 1) uso previo y problemática detectada en trabajos sobre patrimonio geológico, 2) significado de los diferentes términos según el diccionario de la Real Academia Española (RAE) y 3) uso previo en trabajos de otras

disciplinas asociadas, especialmente la Ecología y la Botánica, por ser aquellas que llevan una trayectoria más larga en el campo de la conservación.

El resultado es un sistema de valoración que desgana y clasifica las degradaciones que sufre cada elemento y permite la especificidad en el diseño de medidas de gestión que las mitiguen.

Como conclusión, en esta tesis doctoral se aportan resultados e ideas útiles para el avance en conservación del patrimonio geológico, aspecto que aún precisa investigación y desarrollo tanto en nuestro país como fuera de nuestras fronteras. Una geoconservación eficiente debe basarse en una selección precisa y un conocimiento detallado de los elementos que constituyen el patrimonio geológico, así como sus potencialidades y amenazas. Los resultados de los catálogos cubren esta premisa primera y fundamental en los territorios estudiados. Adicionalmente, la geoconservación debe trabajar en otros tres aspectos: legislación, gestión y divulgación del patrimonio geológico, íntimamente interrelacionados entre sí. Las propuestas metodológicas presentadas en el campo de la gestión en la presente memoria doctoral buscan herramientas que permitan su avance y optimización. Además, las sinergias existentes con la legislación y divulgación, conllevan que los progresos en gestión tengan repercusiones en el resto de disciplinas implicadas. Estos resultados trascienden los límites de las áreas trabajadas, siendo en su mayor parte extrapolables a cualquier territorio.



## DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS



## **DISCUSIÓN GENERAL DE LOS RESULTADOS**

Además de los aspectos detallados en las discusiones de los artículos presentados en esta memoria doctoral, durante el desarrollo de la misma surgen determinados temas de carácter general que son de alto interés para la gestión patrimonial. La revisión de trabajos realizada denota que dichos temas son debatibles y que no existe un acuerdo respecto al tratamiento de los mismos. Por ello consideramos imprescindible ahondar en la discusión de cuatro aspectos:

1. Relación entre biodiversidad y geodiversidad y consideraciones en cuanto a la gestión y conservación del medio natural
2. Escalas de trabajo en los inventarios de patrimonio geológico
3. Valoración del riesgo de degradación
4. El uso de la tipología en los inventarios

#### 4.1. RELACIÓN ENTRE BIODIVERSIDAD Y GEODIVERSIDAD Y CONSIDERACIONES EN CUANTO A LA GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO NATURAL

Tradicionalmente, la conservación de la naturaleza se ha encaminado a la preservación de determinados paisajes (tomado el paisaje como elemento estético, no como producto de la interacción de diferentes factores naturales) y al mantenimiento de la biodiversidad. Por otra parte, las actuaciones se han realizado en general de forma parcelada, centrándose en la perpetuación de una especie concreta, de una agrupación de especies o de un paisaje. En las últimas décadas, se está tomando conciencia de la necesidad de integrar la geodiversidad como un aspecto fundamental del patrimonio natural, que debe ser conocido y conservado. No obstante, desde nuestro punto de vista, la incorporación del patrimonio geológico a la gestión del medio natural se está realizando también de forma sectorial, a través de estudios con una orientación eminentemente geológica, que frecuentemente buscan la conservación de los georrecursos e ignoran la relación de dichos rasgos con otras características del medio natural.

En nuestra opinión, una conservación eficiente de la naturaleza debe basarse en una visión sintética de la misma, que integre los diferentes aspectos del medio natural. Para ello, según nuestro criterio, el enfoque otorgado a la gestión ambiental debe cumplir dos condiciones: 1) tener en cuenta el valor intrínseco de todos los rasgos naturales y 2) englobar los diferentes componentes de la naturaleza, considerando las interacciones y sinergias entre ellos, pues a la hora de afrontar la gestión del medio natural, sus vínculos son estrechos e indisociables. En este sentido, es preciso realizar dos tipos de estudios, respectivamente: 1) análisis sectoriales de los diferentes aspectos del medio natural y 2) análisis global del medio natural, teniendo en cuenta las interacciones entre los diferentes elementos que lo constituyen. Cuando sólo se tiene en cuenta la geología, muchos recursos geológicos no tienen un valor patrimonial (CARCAVILLA Y OTROS, 2007). No obstante, la realización de un análisis de carácter integrador, otorga valor a determinados elementos cuya geología carece de interés desde el punto de vista científico, educativo, estético, recreativo o cultural pero que resultan esenciales en el mantenimiento de los ecosistemas.

En relación con la gestión del patrimonio natural considerado como un todo, hay otra reflexión interesante, planteada por WIMBLEDON Y OTROS (2000), que se contrapone a la creencia de que los rasgos biológicos de la naturaleza son más vulnerables que los geológicos; mientras la parte viva de la naturaleza en determinadas ocasiones puede adaptarse a los cambios (aunque ello implique años de recuperación o actuaciones de restauración para favorecerla), la parte abiótica no se puede acomodar a las variaciones que ocurren en su entorno. A ello hay que añadir que los elementos que constituyen el patrimonio geológico (salvo las aguas) tienen una naturaleza no renovable. Cuando una actuación modifica un elemento geológico, no existe la posibilidad de recuperar ese

rasgo. Con él, además del medio físico en sí, desaparece también de forma irreversible toda la información contenida en él.

Con todo lo expuesto hasta ahora y de acuerdo con lo defendido por SEMENIUK (1987) y BROCX Y SEMENIUK (2007), la incorporación de la geología a la gestión ambiental debe realizarse desde dos ópticas diferentes: por un lado, deben conservarse aquellos elementos que sean relevantes desde un punto de vista estrictamente geológico y, por otro, debe analizarse la geología como parte de la naturaleza. Este análisis deriva hacia la necesidad de preservar los elementos geológicos como cimientos del medio natural, determinantes en la creación de nichos ecológicos y en la configuración de los paisajes, así como generadores de biodiversidad. Por último, es importante recordar que los humanos pertenecemos y dependemos de la naturaleza en general y de la geología y geomorfología en particular, que determinan los recursos y consecuentemente los usos posibles de un territorio.

En cuanto a la conservación de los rasgos geológicos, ésta se encuentra cada vez más presente y en los últimos años han proliferado los listados, catálogos e inventarios de Lugares de Interés Geológico a distintas escalas y con entidad variada (como, por ejemplo, los presentados en esta memoria doctoral, abundan también en la bibliografía consultada para su elaboración). Esta información de carácter geológico es imprescindible para custodiar muchos rasgos hasta ahora sin protección y que resultan fundamentales para el conocimiento de la historia de nuestro planeta y de la evolución de la vida en el mismo.

El segundo aspecto comentado, que SHARPLES (1995) denomina “el valor ecológico de la geología” y GRAY (2004) “la función de la geología en los ecosistemas”, ha sido tratado desde el punto de vista teórico. Por ejemplo, BARTHLOTT Y OTROS (1996) describen la biodiversidad de un territorio como una consecuencia de la geodiversidad existente en el mismo y STANLEY (2002, *apud* GRAY, 2004) incluso afirma que la biodiversidad es parte de la geodiversidad. También DUFF (1994) y HOPKINS (1994) profundizan en las relaciones entre geodiversidad y biodiversidad. De acuerdo con estos autores, la geodiversidad actúa como generadora de diversidad natural y es preciso considerarla para lograr una preservación integral de la naturaleza. No obstante, estas ideas apenas han trascendido del ámbito de la teoría y a menudo siguen encontrándose ausentes en los estudios sobre geología, ecología, zoología o botánica de un territorio o en la orientación otorgada a la gestión ambiental.

Aunque se precisan más investigaciones que partan de esta perspectiva y tomen como base la parte física de la naturaleza para estudiar la vida que interactúa con ella, existen algunos trabajos interesantes. Una de las publicaciones más amplias, completas e inspiradoras es el informe de COTTLE (2004), que analiza las relaciones entre la geología y biología en el Reino Unido. También existen estudios que vinculan directamente el patrimonio natural de un territorio concreto con la existencia de una geodiversidad importante en el mismo (en este sentido, uno de los trabajos pioneros fue

el de SEMENIUK, 1987 y entre los más recientes se encuentran los de JAČKOVÁ Y ROMPORTL, 2008, que incluso proponen una valoración cuantitativa de las relaciones entre la geodiversidad y la riqueza de hábitats, y el de KIERNAN, 2010). Adicionalmente, en 2006 la revista *Geomorphology* dedica un número a la investigación sobre los vínculos entre la geomorfología y la ecología, producto de la reunión anual de la *Association of American Geographers* acontecida en Philadelphia en 2004. Una de las conclusiones generales de este encuentro, de acuerdo con URBAN Y DANIELS (2006), es que existe la necesidad de conocer la influencia mutua entre ambas disciplinas. Ello implica un cambio de enfoque en su estudio, que acarrea la adopción de un lenguaje común, así como modificaciones metodológicas en los procesos de toma de datos y en la escala utilizada en las investigaciones.

En el Parque Regional Picos de Europa se encuentran múltiples ejemplos de cómo la biodiversidad y los usos humanos se apoyan en la geodiversidad. Los rasgos geológicos que condicionan más directamente la biodiversidad existente en el espacio natural son 1) el relieve general del territorio, 2) la litología y 3) los rasgos geomorfológicos.

1. El relieve general: en primer lugar, el fuerte relieve condiciona el clima local y da lugar a multitud de microclimas. En el Parque Regional Picos de Europa existe una multiplicidad de ambientes debidos al gradiente de altitud, que genera a su vez un gradiente climático. Ello significa que en una montaña, a lo largo de un transecto altitudinal, varían las condiciones climáticas y, por tanto, los seres vivos que se encuentran y el tipo de usos del territorio.
2. La litología: aunque la influencia de la litología en la biodiversidad es un tema complejo, de acuerdo con REINERS (2002) la relación del tipo de roca con la flora y la fauna tiene dos vertientes: 1) la influencia del tipo de roca en sí y 2) la influencia del tipo de roca en la formación de suelo. De acuerdo con dicho autor, existen menos ejemplos del primer caso, que sólo se manifiesta en aquellos grupos de organismos que viven unidos o en contacto directo con el sustrato rocoso.

Como se desprende del capítulo de descripción geológica (v. pág. 103), en Picos de Europa se encuentra una importante variedad de sustratos litológicos, con diferente composición mineralógica, resistencia a la meteorización y erosión, etc. Además, la combinación de la litología con el relieve general propicia que existan afloramientos de las diferentes litologías bajo condiciones distintas de altitud (climáticas) y de pendiente. Ello genera biodiversidad en cuanto a los seres que viven en contacto directo con la superficie rocosa y también motiva variaciones en el grado de desarrollo y tipos de suelo y, por tanto, en los seres vivos que se desarrollan en cada medio.

3. Rasgos geomorfológicos: la historia geológica reciente de este territorio (v. pág. 107) incluye una dinámica glacial y periglacial que ha dejado su impronta en el paisaje a través de una serie de formas de relieve y ha incrementado la

biodiversidad del mismo. Es el caso de los lagos, turberas, canchales y glaciares rocosos con su flora y fauna asociadas. Además, estos rasgos han determinado la distribución de usos en el territorio. Por ejemplo, los depósitos fluvio-glaciares presentan un uso agro-ganadero preferente, pues sobre ellos crecen los mejores pastos del territorio. También las llanuras y terrazas fluviales fueron elegidas en el pasado para el cultivo hortícola y lo son en la actualidad para la siega (aunque cada vez con menos intensidad). Ello se debe a la profundidad de sus suelos y a la topografía plana, que facilitan las labores agrícolas.

Desde esta perspectiva, se encuentran numerosos ejemplos singulares de relaciones directas biodiversidad-geodiversidad en el Parque Regional Picos de Europa. Gran parte de los rasgos que, de acuerdo con los principios expuestos en su declaración, han hecho a este territorio merecedor de una protección (v. pág. 122 y pág. 124, Flora y vegetación y Fauna, respectivamente), presentan una base geológica indisociable:

Tabla 4.1: Ejemplos de relaciones entre biodiversidad y geodiversidad patentes en el Parque Regional Picos de Europa.

RASGO BIOLÓGICO	BASE GEOLÓGICA
<p>El predominio del bosque atlántico caducifolio y la aparición en situaciones favorables de masas boscosas de carácter submediterráneo. Este hecho está también relacionado con la existencia de las poblaciones más meridionales de determinadas especies de distribución eurosiberiana, como la amenazada población de urogallo cantábrico o las de chova piquigualda, gorrión alpino, rana bermeja, marta y armiño.</p>	<p>Las comunidades arbustivas y arbóreas de carácter submediterráneo, como los encinares, quejigares y sabinars se desarrollan sobre las crestas y laderas de calizas masivas con orientaciones de solana en las que la edafogénesis es más xérica. La interacción entre roca e insolación crea las condiciones necesarias para que en un lugar con un macrobioclima predominantemente Atlántico aparezcan estaciones con microclima Mediterráneo en las que crecen especies propias de éste.</p> <p>En cuanto a la variedad de las masas forestales atlánticas, cabe mencionar su relación con la existencia de una diversidad de sustratos geológicos en distintas condiciones de relieve y exposición. La combinación de estos parámetros origina una diversidad en cuanto a determinadas características edafológicas (sobre todo textura, materia orgánica, grado de humedad y pH), que motiva la existencia de variaciones importantes en la composición de las masas forestales. Por ejemplo, se pueden encontrar cuatro tipos de hayedos dentro del Parque Regional, todos ellos incluidos bajo algún epígrafe de la Directiva 92/43/CEE (popularmente conocida como Directiva Hábitats). Dos tipos de hayedos se desarrollan sobre sustratos acidófilos, bien en altitudes más bajas y con mayor desarrollo de suelo (<i>Blecho spicant-Fagetum sylvaticae</i>) o bien en altitudes mayores con un desarrollo de suelo limitado por la permanencia de la nieve (<i>Avenello ibericae-Fagetum sylvaticae</i>). Otros dos crecen en sustratos básicos, bien en posiciones de pendiente muy pronunciada y prácticamente en contacto con la roca, sobre suelos apenas desarrollados y con bajo grado de humedad (<i>Epipactido helleborines-Fagetum</i></p>

	<p><i>sylvaticae</i>) o bien en zonas de piedemonte sobre sustratos muy desarrollados con una elevada humedad (<i>Carici sylvaticae-Fagetum sylvaticae</i>).</p>
<p>El elevado número de plantas de alta montaña.</p>	<p>Las plantas de alta montaña se diferencian por poseer adaptaciones específicas para los medios que habitan, caracterizados por condiciones climáticas extremas, pendientes pronunciadas, ausencia de cubierta edáfica continua, etc. Por ello, en la zona de estudio existen muchas plantas raras, de distribución restringida y con adaptaciones interesantes para la vida en unos ambientes tan especiales.</p> <p>En este sentido, resulta llamativa la agrupación de taxones florísticos existente en el área del Mojón de las Tres Provincias-Hoyo Empedrado. De acuerdo con ALONSO REDONDO (2003), la combinación de especies de esta zona supone una variante de la comunidad de <i>Potentilla nivalis</i> subsp. <i>asturica</i> y <i>Valeriana apula</i> típica de las altas cumbres de la Cordillera Cantábrica. La variante se caracteriza por la abundancia de taxones escasos en el contexto de la Cordillera Cantábrica (como <i>Carex atratta</i> o <i>Androsace cantabrica</i>), la convivencia de taxones acidófilos y basófilos y la presencia de <i>Artemisia umbeliformis</i>. Ésta supone la única localidad de la Cordillera Cantábrica conocida para este taxón, de distribución alpino-pirenaica. Desde este punto de vista, sería interesante estudiar la relación de esta asociación vegetal con la intrusión de granodiorita que aflora en esta zona - pues por ejemplo RUNE (1953), demostró que sobre las serpentinitas crecen líquenes y plantas que normalmente se desarrollan tanto en rocas calcáreas como silíceas- así como con las condiciones periglaciares relictas que se encuentran en algunos puntos de la misma (v. LIG nº 32, pág. 326).</p>
<p>La existencia de taxones fisurícolas, rupícolas, glerícolas y quionófilas.</p>	<p>Las plantas fisurícolas, rupícolas y glerícolas viven en contacto directo con la roca (aunque ésta siempre presente una mínima cubierta de material edáfico), por lo que se ven muy influenciadas por la litología. Se encuentran diferencias importantes entre las especies y comunidades de rocas carbonatadas y detríticas.</p> <p>Por otra parte, en cantiles, roquedos y pedreras la roca no presenta cubierta edáfica continua, y por tanto retiene muy poco la humedad. Como consecuencia de ello, estos sustratos se caracterizan por una importante extremicidad térmica. Además, en el caso de los canchales, el sustrato es móvil. La íntima relación que desarrollan las especies vegetales con el sustrato sobre el que viven motiva la existencia de plantas con adaptaciones únicas. Algunos ejemplos de especies rupícolas y fisurícolas son los endemismos pirenaico-cantábricos <i>Campanula arvatica</i>, <i>Galium pyrenaicum</i> y <i>Saxifraga canaliculata</i>, mientras que son especies de canchales el endemismo de la Cordillera Cantábrica <i>Linaria alpina</i> subsp. <i>filicaulis</i> y el endemismo pirenaico-cantábrico <i>Crepis pygmaea</i>.</p>
<p>La presencia de especies de fauna propias de ambientes singulares poco representados en el resto de la Península.</p>	<p>Los tritones alpinos crecen en los lagos (de origen glaciar y glaciokárstico) que existen en las montañas del territorio.</p> <p>La presencia de rapaces rupícolas o de especies como el treparriscos o el acentor alpino es indisoluble con la</p>

	<p>existencia de riscos inaccesibles en las que instalan sus nidos y desarrollar su vida.</p> <p>Asimismo, muchas especies se encuentran ligadas a determinados rasgos geológicos en este territorio: por ejemplo, las chovas piquigualdas anidan en las simas kársticas o los osos pardos del Parque Regional hibernan en las oquedades de los cantiles de cuarcita.</p>
--	---



Fig. 4.1: Especies características de la alta montaña cantábrica: a) Acentor alpino (*Prunella collaris*) en Los Urrieles. Este pájaro tiene una vida íntimamente ligada a la roca. b) *Armeria cantabrica*: este endemismo del norte de la Península Ibérica es una planta quionófila propia de sustratos calcáreos donde la nieve permanece hasta bien entrada la primavera.

#### 4.2. ESCALAS DE TRABAJO EN LOS INVENTARIOS DE PATRIMONIO GEOLÓGICO

En esta memoria doctoral existen dos niveles de trabajo perfectamente diferenciados. La parte inicial, constituida por las dos primeras publicaciones presentadas (FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ, COORDS., 2009a y FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, 2010) se centra en el patrimonio geológico a escala regional y, en concreto, en la provincia de León dentro de la Comunidad Autónoma de Castilla y León. La segunda parte, compuesta por los dos trabajos siguientes (FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2012 y FUERTES-GUTIÉRREZ Y OTROS, s.a.), versa sobre el papel del patrimonio geológico en los Espacios Naturales Protegidos, tomando como ejemplo el Parque Regional de Picos de Europa. El enfoque entre ambas secciones presenta diferencias apreciables, pues los objetivos y finalidad son dispares.

El conocimiento del patrimonio geológico de una región es necesario para su incorporación en los procesos de ordenación territorial, pues resulta fundamental para la toma de decisiones ante cualquier actuación con repercusión en el territorio (desde la determinación y cuantificación de los impactos generados por una determinada obra o proyecto hasta la declaración de un espacio natural protegido). Por su parte, el inventario del patrimonio geológico de un espacio natural protegido resulta imprescindible por dos motivos: 1) los espacios naturales protegidos se conciben como áreas en que el uso prioritario es la conservación de la naturaleza, lo que implica la realización de actuaciones encaminadas a la misma (protección, investigación, divulgación, etc.) y 2) los planes que rigen la gestión de los espacios naturales protegidos (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales –PORN– y Plan Rector de Uso y Gestión –PRUG–) deben elaborarse sobre una base científica sólida que resulte adecuada para el desarrollo de los distintos planes sectoriales derivados de los mismos (Zonificación, Plan de Carga Ganadera, etc.)

Estas variaciones en cuanto a los objetivos generales de ambos estudios implican un planteamiento básico diferente. A ello se le suma la diferencia de dimensiones entre ambos territorios. Todo ello genera disparidad en cuanto al enfoque otorgado a un conjunto de aspectos: a) criterios para la identificación de Lugares de Interés Geológico, b) selección de LIG, c) escala de trabajo y d) escala cartográfica.

- a. Criterios para la identificación de Lugares de Interés Geológico: el inventario de una provincia, además de incluir aquellos lugares modélicos, únicos, etc., debe tener una coherencia global, pues, de acuerdo con CARCAVILLA Y OTROS (2007), es preciso que aporte una imagen general de la geología del territorio. Es decir, en él deben estar representadas las distintas unidades/regiones geológicas del territorio y, dentro de lo posible, también las diferentes comarcas geográficas. Sin embargo, en un espacio natural protegido, la geología presenta una

homogeneidad mayor (tomada ésta de forma absoluta) y, además, no suele presentar diferencias geográficas apreciables. Por tanto, la elaboración de un catálogo no precisa tener en cuenta la expresión de esta idea de conjunto.

- b. Selección de LIG: En el caso del inventario regional es preciso realizar una selección de LIG, mientras que en catálogo del Parque Regional se incluyen todas las localidades con interés. El listado inicial de rasgos de interés geológico en la provincia de León constaba de 285 localidades (v. pág. 29). De todos ellos, tan sólo 97 han sido priorizados y catalogados como LIG en el inventario actual. Éstos han sido elegidos por un grupo de especialistas mediante una metodología Delphi. Desde un punto de vista utópico, lo ideal sería gestionar como LIG todas las localidades con rasgos geológicos interesantes. Pero esto supondría un esfuerzo social, económico y administrativo inabordable y por ello se precisa una jerarquización de localidades: en primer lugar, se presenta un listado que incluye todos los lugares en los que existen rasgos geológicos destacables, para que éstos sean considerados en la planificación territorial, evitando en todo caso ocasionar perjuicios en ellos. En segundo lugar, se indican las 97 localidades con mayor relevancia, representatividad, más modélicas, con mejor potencial didáctico, divulgativo, turístico, etc. y que por tanto deben ser protegidas como LIG. Esto implica que, en ellas, el uso preferente es el patrimonial y que la administración debe implicarse activamente en su divulgación, investigación y/o conservación.

En el caso del Parque Regional es diferente, pues se trata de un espacio natural protegido y por ello, el uso prioritario (compatible en muchos casos con otros) ha de ser la conservación. Consecuentemente, en el catálogo del Parque Regional deben incluirse todas las localidades de interés geológico existentes dentro de su perímetro con el fin de garantizar su inclusión en los planes que rigen el funcionamiento del territorio así como su gestión desde un punto de vista patrimonial. De este modo, el inventario de LIG del Parque Regional Picos de Europa contiene todos los elementos con cierta relevancia geológica identificados, sin que se haya realizado una selección de los mismos.

En este sentido, al comparar los listados de León y del Parque Regional Picos de Europa se observa que de los 55 LIG que componen el catálogo del Parque Regional, tan sólo 16 pertenecen también al catálogo regional. No obstante, muchos de los LIG del espacio natural sí estaban incluidos en el listado inicial de la provincia (v. pág. 136), como por ejemplo la Sección del Carbonífero en Lois (localidad 51 del listado inicial de León y LIG 44 del Parque Regional), el Estratotipo del Cantabriense en Tejerina (localidad 60 del listado inicial del León y LIG 52 del listado del Parque Regional) o la Sección del sinclinal de Lechada en el río Yuso (localidad 73 del listado inicial de León y LIG 29 del Parque Regional).

A escala nacional no existe un inventario oficial, aunque desde el IGME se ha desarrollado la metodología para su elaboración (GARCÍA CORTÉS Y CARCAVILLA,

2009). En el plano internacional, 5 LIG de la provincia de León están propuestos como *Global Geosites* (IGME, 2011, en línea), dos de los cuales se encontrarían parcialmente incluidos dentro del perímetro del Parque Regional. El primero de ellos es el *Global Geosite* Picos de Europa, representativo del contexto geológico (*global framework*) Sistemas kársticos en carbonatos y evaporitas de la Península Ibérica y Baleares. Su integración parcial en el Parque Regional es una cuestión administrativa; la superficie del *Global Geosite* se distribuye por tres comunidades autónomas diferentes y Parque Regional es una figura autonómica, por lo que toda su superficie se encuentra dentro de Castilla y León. No obstante –y aunque de una forma casual, pues en su declaración no se tiene en cuenta el patrimonio geológico– el conjunto del *Global Geosite* está protegido bajo la figura de Parque Nacional Picos de Europa. El segundo *Global Geosite* que posee parte de su superficie dentro del Parque Regional es la Región del Manto del Esla (representativo del contexto geológico Orógeno Varisco Ibérico). Una pequeña área de este contexto (la zona de Primajas) está incluida dentro del Parque Regional Picos de Europa, mientras que la mayor parte de ella se encuentra fuera del mismo. De acuerdo con FUERTES-GUTIÉRREZ Y TORÍO FERNÁNDEZ (2011), su proximidad al espacio natural aumenta la vulnerabilidad del *Global Geosite*, pues es un hecho constatable que desde la declaración del Parque Regional en 1994, en las zonas aledañas al espacio natural se concentran determinadas actividades no permitidas en el Parque. Posiblemente, el caso más llamativo es el de las canteras, que están avanzando en número y extensión dentro de los terrenos de Santa Olaja de la Varga y en el entorno de Peña Rionda.

Por último, cabe recordar el carácter abierto de todo catálogo (preferentemente a nuevas incorporaciones), como de hecho se refleja en el capítulo correspondiente en el que se proponen localidades que deberían incorporarse como LIG al catálogo regional en próximas revisiones y ampliaciones (v. pág. 56).

- a. Escala de trabajo: de lo comentado en el apartado anterior se desprende la necesidad de tener presente siempre la escala de trabajo cuando se habla de LIG. Es obvio que no tiene el mismo peso una localidad incluida en un listado internacional, nacional, regional o de un espacio protegido. No obstante, en los inventarios presentados en esta memoria doctoral, siempre se incluye lo que ALONSO HERRERO Y GALLEGRO VALCARCE (1995) denominan grado de importancia y que supone una estimación de la trascendencia de dicha localidad (local, provincial, regional, nacional o internacional). Desde nuestro punto de vista, este parámetro debería utilizarse como indicador del tipo de inventario en el que debería incluirse cada LIG.
- b. Escala cartográfica: la diferencia entre las dos escalas de trabajo supone que la cartografía de los LIG de la provincia sea mucho menos detallada que en el caso del espacio natural. Ello implica que los LIG que se encuentran ubicados próximos espacialmente se presentan de forma conjunta a escala provincial, bien

agrupados en áreas complejas o bien jerarquizados con un rasgo principal acompañado de otros elementos cercanos adicionales.

### 4.3. VALORACIÓN DEL RIESGO DE DEGRADACIÓN

Uno de los aspectos fundamentales en geoconservación es la valoración del riesgo de degradación al que está sometido un elemento geológico. A pesar de ello y de la abundancia de estudios de patrimonio geológico que han surgido en las últimas décadas, no existe una metodología estándar y de uso común para la valoración del riesgo de degradación, lo que motiva la utilización en los distintos trabajos de una diversidad importante de parámetros, conceptos, términos y escalas. Ello hace que parte de la información se diluya ante la necesidad de comprender y revisar los criterios utilizados por cada grupo de trabajo y, sobre todo, ante la imposibilidad de comparar los resultados de unos estudios con otros.

Normalmente, la estimación del riesgo de degradación comprende la consideración de diferentes parámetros. La definición y valoración de algunos de ellos resulta sencilla. Es el caso de la distancia a poblaciones o lugares con gran afluencia de público, la accesibilidad del elemento, sus dimensiones, etc. Sin embargo, la valoración de la susceptibilidad frente las amenazas es una cuestión más compleja. Dentro de este contexto, destaca la enorme diversidad de términos utilizados (fragilidad, vulnerabilidad, sensibilidad, etc.) y la ausencia de un acuerdo acerca de su significado.

Desde nuestra perspectiva, la forma ideal de buscar una solución para este aspecto sería crear un grupo de trabajo que ahondara en el tema y alcanzase acuerdos al respecto que fuesen discutidos y asumidos por el resto de la comunidad científica. Sólo así se instauraría una homogeneidad tanto para el uso de términos como para su evaluación, que optimizaría los resultados de los diferentes estudios. En espera de este hecho, en el desarrollo de esta memoria doctoral se ha realizado una revisión bibliográfica del uso de los términos en la bibliografía así como un trabajo de reflexión sobre la adecuación de los mismos. Todo ello ha conducido a una propuesta que ha sido aplicada en la valoración de los LIG del Parque Regional Picos de Europa (ver parte segunda de la memoria). Ésta incluye una selección y definición de términos aptos para hablar de la susceptibilidad que muestra cualquier elemento geológico a ser parcial o totalmente destruido. Los términos propuestos son los siguientes: riesgo de degradación, fragilidad y vulnerabilidad (diferenciando entre natural y antrópica) y su elección está basada principalmente en tres aspectos:

#### 4.3.1 *Uso previo y problemática detectada en trabajos sobre patrimonio geológico*

Como se comenta con anterioridad, nuestra propuesta comienza con una revisión bibliográfica del uso de los términos en los trabajos previos. Una síntesis de la misma se presenta en la Tabla 4.2.

Además de conocer el estado de la cuestión, esta revisión pretende partir de los vocablos usados habitualmente y evitar introducir otros nuevos. Para ellos se tiene en cuenta los términos que tienen un carácter más intuitivo (FUERTES-GUTIÉRREZ Y TORIO FERNÁNDEZ, 2011).

Tabla 4.2: Síntesis de la revisión bibliográfica sobre el diferente uso en la bibliografía de los parámetros relacionados con la valoración del riesgo de degradación

REFERENCIA	TÉRMINOS UTILIZADOS	DEFINICIONES BÁSICAS	COMENTARIOS
KIERNAN, 1995	Vulnerabilidad Sensitivity	V: susceptibilidad a la degradación S: vulnerabilidad combinada con los riesgos geológicos que dicha degradación pueda generar	Al centrarse en las consecuencias en cuanto a riesgos geológicos, resulta poco útil en geoconservación.
SHARPLES, 2002	Vulnerability Sensitivity	V: grado de amenaza por perturbaciones de origen antrópico S: susceptibilidad inherente a la degradación por perturbaciones de origen antrópico	No contempla la susceptibilidad a cambios no antrópicos ni la inherente al propio elemento o proceso.
GRAY, 2004	Vulnerability Sensitivity	V: probabilidad de daño causado por uso público o falta del mismo S: facilidad de un rasgo a ser dañado	Aunque no de forma explícita, en esta propuesta se intuye una separación entre degradaciones naturales y antrópicas.
BRILHA, 2005	Prioridad de protección (riesgo de degradación) Fragilidad	RD: probabilidad de degradación de un elemento F: resistencia frente a intervenciones humanas	No considera las posibles degradaciones de origen natural.
CRN (2005)	Vulnerabilidad Fragilidad	V = F: amenazas antrópicas de un elemento	No considera las posibles degradaciones de origen natural.
CARCAVILLA Y OTROS, 2007	Riesgo de degradación Vulnerabilidad Fragilidad Sensibilidad	RD: probabilidad de ser degradado por rasgos del recurso o por factores externos V = F = S: susceptibilidad de un recurso a cambiar por causas antrópicas	El RD aúna la vulnerabilidad intrínseca con factores externos no definidos. V F y S son sinónimos y se definen en relación a causas antrópicas pero están condicionados por rasgos intrínsecos.

REFERENCIA	TÉRMINOS UTILIZADOS	DEFINICIONES BÁSICAS	COMENTARIOS
GARCÍA-CORTÉS Y CARCAVILLA, 2009	Vulnerabilidad V. antrópica V. natural Fragilidad intrínseca	Dentro de V se incluye: vulnerabilidad antrópica, vulnerabilidad natural, fragilidad intrínseca (sinónimo de vulnerabilidad intrínseca) y otros factores.	Equipara la vulnerabilidad (en sentido general) con el sentido tradicional de riesgo de degradación. Distingue el origen de las amenazas (vulnerabilidad natural y antrópica). Utiliza vulnerabilidad y fragilidad como sinónimos y habla de fragilidad intrínseca.
DE LIMA Y OTROS, 2010 JOYCE, 2010	Vulnerabilidad	V: susceptibilidad de un elemento ante los procesos (tanto naturales como antrópicos) que pueden afectarlo actual y potencialmente.	Incluye todos los procesos que pueden afectar a un LIG, sin separar antrópicos y naturales
FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2010	Fragilidad Vulnerabilidad	F: susceptibilidad de un elemento a las degradaciones de origen natural en las condiciones actuales V: susceptibilidad de un elemento a las degradaciones de origen antrópico	Otorga importancia a la diferencia entre el riesgo de degradación por causas naturales y antrópicas.
VEGAS Y OTROS, 2011	Vulnerabilidad Fragilidad Amenazas externas	V: es sinónimo de riesgo de degradación. Dentro de ella distinguen: F: susceptibilidad a perder sus rasgos por causas naturales AE: amenazas de origen antrópico que puedan afectar al LIG	Equipara vulnerabilidad y riesgo de degradación. Separa causas naturales y antrópicas. No tiene en cuenta el riesgo de cambio del LIG por causas intrínsecas al mismo.
FASSOULAS Y OTROS, 2012	Fragilidad Cambios aceptables	F: grado de resistencia de un lugar a su degradación CA: resistencia a cambios que no degraden sus rasgos geológicos	Utiliza fragilidad en un sentido diferente a los anteriores. No separa amenazas naturales de antrópicas, ni causas intrínsecas o extrínsecas.

De la Tabla 4.1 se desprende el desorden de conceptos y definiciones existente en la bibliografía, donde conviven vocablos como vulnerabilidad (*vulnerability*), fragilidad (*fragility*), amenazas externas (*external threats*), cambios aceptables (*acceptable changes*) y sensibilidad (*sensitivity*). A menudo dos de estos términos se utilizan en trabajos diferentes para referirse al mismo concepto, mientras que el mismo término puede tener significados variados para los distintos autores. Adicionalmente, en ocasiones estos vocablos aparecen adjetivados, lo cual aumenta la confusión, pues muchos autores utilizan los adjetivos para diferenciar conceptos dentro de un término, pero otros simplemente matizan el término en sí. Por ejemplo, a veces se utiliza vulnerabilidad sin adjetivar, otras veces se usa vulnerabilidad intrínseca con el fin de matizar el término vulnerabilidad y por último, también puede ocurrir que dentro de vulnerabilidad se diferencien dos tipos: la vulnerabilidad intrínseca y extrínseca.

En este contexto, la revisión de la bibliografía nos lleva a priorizar el análisis de dos aspectos: 1) la relación entre los términos riesgo de degradación y vulnerabilidad y 2) la relación entre los términos vulnerabilidad y fragilidad.

Respecto a la relación entre los términos riesgo de degradación y vulnerabilidad: es importante determinar si dichos vocablos pueden utilizarse como sinónimos (como lo hacen SHARPLES, 2002; GARCÍA-CORTÉS Y CARCAVILLA, 2009 o VEGAS Y OTROS, 2011) o si la vulnerabilidad es simplemente un aspecto a valorar dentro de éste, como defienden CARCAVILLA Y OTROS (2007). En cuanto a la relación entre los términos vulnerabilidad y fragilidad: son varios los trabajos en los que se combinan ambos vocablos, si bien la relación entre los mismos es dispar y debe ser otro de los aspectos concretados. CARCAVILLA Y OTROS (2007) utilizan fragilidad y vulnerabilidad como sinónimos CRN (2005) y GARCÍA-CORTÉS Y CARCAVILLA (2009) usan fragilidad intrínseca como sinónimo de vulnerabilidad intrínseca. A su vez VEGA Y OTROS (2011) consideran la fragilidad un aspecto dentro de la vulnerabilidad, que hace referencia a la susceptibilidad de un LIG a perder sus características originales por causas naturales.

Ante esta variabilidad de conceptos y terminología, consideramos fundamental recurrir al resto de factores para concretar el uso más apropiado.

#### 4.3.2. Significado de los diferentes términos según el diccionario de la Real Academia Española (RAE)

El segundo pilar de la propuesta realizada es mantener las acepciones más comunes de los términos, para facilitar su comprensión y uso por todo tipo de personas.

Para ello se recurre a la definición de los vocablos seleccionados en el diccionario RAE (2013).

Riesgo de degradación: riesgo es la *contingencia o proximidad a un daño*. Degradación: *acción y efecto de degradar*, siendo degradar *reducir o desgastar las cualidades inherentes a alguien o a algo*.

En cuanto a la fragilidad, según el diccionario de la RAE, es la cualidad de ser frágil que significa: 1) *Quebradizo, y que con facilidad se hace pedazos*. 2) *Débil, que puede deteriorarse con facilidad*. 3) *Caduco y perecedero*. A su vez, el diccionario de la RAE define vulnerabilidad como la *cualidad de ser vulnerable* que, a su vez, alude a aquello *que puede ser herido o recibir lesión, física o moralmente*.

4.3.3. *Uso previo en trabajos de otras disciplinas asociadas, especialmente la Ecología y la Botánica, por ser aquellas que llevan una trayectoria más larga en el campo de la conservación.*

Esta consideración parte de la idea de que la geoconservación no puede realizarse de forma independiente de la gestión de otros elementos naturales. Por este motivo se han analizado las expresiones utilizadas y las definiciones aplicadas, muy especialmente, en los trabajos para la valoración de los hábitats cartografiados y/o protegidos en la Directiva 92/43/CEE (DÍAZ GONZÁLEZ Y OTROS, 1996a y b; DÍAZ GONZÁLEZ Y FERNÁNDEZ PRIETO, 1997). Nuestra propuesta comparte las definiciones otorgadas por estos autores para los términos de fragilidad y vulnerabilidad.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto hasta ahora, en la propuesta realizada se utilizan los términos riesgo de degradación, fragilidad y vulnerabilidad. Además, dentro de la vulnerabilidad se distinguen la vulnerabilidad intrínseca y extrínseca. Estos cuatro términos, utilizados con frecuencia en trabajos anteriores, se redefinen con un objetivo primordial: diferenciar el origen de las posibles degradaciones que puede sufrir un elemento geológico. En trabajos previos ya se observan algunas tentativas que buscan esta diferenciación. Por ejemplo, GARCÍA-CORTÉS Y CARCAVILLA (2009) distinguen vulnerabilidad antrópica y natural, refiriéndose con la primera al riesgo de degradación por interés para la explotación minera y con la segunda al riesgo de degradación por los procesos geológicos activos. En FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010) también se hace hincapié en la importancia de evaluar y separar las amenazas de origen natural (fragilidad) y antrópico (vulnerabilidad). Además, este aspecto ha sido posteriormente enfatizado por VEGAS Y OTROS (2011). El motivo principal de conocer el origen de las degradaciones es que éste determina el tipo de gestión que debe aplicarse al elemento geológico.

El término riesgo de degradación parte del concepto de prioridad de protección definido por CENDRERO (1996a y b) y renombrado por CARCAVILLA Y OTROS (2007). De acuerdo con estos últimos autores, riesgo de degradación alude a las probabilidades de que un elemento o recurso geológico sea degradado (interpretando en nuestro caso

degradación según su significado en la RAE, reducir o desgastar las cualidades inherentes a alguien o a algo). Nuestra propuesta incorpora este término sin matización y dentro del riesgo de degradación evaluamos diversos parámetros, algunos de ellos similares a los analizados por otros autores: accesibilidad, cercanía a poblaciones, afluencia de público, dimensiones, amenazas actuales y potenciales, fragilidad, vulnerabilidad antrópica y vulnerabilidad natural.

Adicionalmente, en esta propuesta se redefinen los términos fragilidad y vulnerabilidad para distinguir la susceptibilidad ante amenazas de origen intrínseco/externo por un lado, y de origen natural/antrópico por otro. Así, la fragilidad determina la susceptibilidad del elemento geológico a degradaciones derivadas de las características intrínsecas del mismo y por tanto, siempre es de procedencia natural. Por su parte, la vulnerabilidad valora las posibles degradaciones producidas por causas externas al elemento, que pueden ser de origen natural o antrópico, de ahí que diferenciamos ambos tipos de vulnerabilidad.

#### 4.4. EL USO DE LA TIPOLOGÍA EN LOS INVENTARIOS

El concepto de tipología ha sido intensamente estudiado y desarrollado a lo largo del progreso de esta memoria doctoral, hasta convertirse en uno de los ejes principales de nuestro enfoque, que considera la tipología una de las herramientas claves para la gestión del patrimonio geológico. Como indica BANKS (comunicación personal, *apud* SHARPLES, 1995) un sistema de clasificación que asocie los rasgos con características similares facilita su agrupación de acuerdo a requerimientos de gestión. Esta es la idea en que se basa nuestro concepto de tipología. Se trata de un parámetro sintético que resume la naturaleza del LIG, de manera que por su pertenencia a una clase tipológica, se pueden deducir sus necesidades genéricas de gestión.

La tipología es un concepto común en los trabajos de la disciplina, utilizado por diversos autores para expresar las características espaciales del afloramiento o rasgo estudiado. No obstante, no existe homogeneidad en cuanto al concepto exacto de tipología (que frecuentemente se da por entendido y no aparece claramente definido) y por tanto, tampoco en cuanto a las categorías o clases tipológicas existentes (*cf.*, por ejemplo, CARCAVILLA Y OTROS, 2007 y referencias incluidas en él o CRN, 2005) En el catálogo presentado en FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ Y FUERTES-GUTIÉRREZ (COORDS., 2009a), se realiza la primera aproximación al parámetro tipología. En este caso, bajo la denominación de tipo de afloramiento, se clasifica a los LIG según su configuración espacial. Se consideran tres categorías: puntos, secciones y áreas.

La casuística que surge a raíz de la publicación de dicho inventario y de su aplicación a situaciones reales concretas trae consigo la necesidad de profundizar en una agrupación de los LIG que resulte práctica de cara a la gestión del patrimonio geológico y a su incorporación a los diferentes procesos de ordenación territorial. Para solventar esta cuestión, se indaga en el concepto de tipología, tratando de buscar una herramienta que resuma el carácter o naturaleza de cada LIG, sintetizando y concentrando la información más relevante para la toma de decisiones. En FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010) se propone la tipología como un parámetro que integra información sobre el tamaño, forma y disposición espacial de los elementos que componen el LIG, así como sobre el riesgo de degradación del mismo. En estos momentos las categorías tipológicas son cinco: punto, sección, área, mirador y área compleja. En el artículo citado se definen estas categorías. Sus rasgos principales se resumen en la Tabla 4.3 (v. pág. 473): Como se desprende de la tabla, las categorías tipológicas definidas compendian las características principales de los LIG de cara a su gestión. Con esta clasificación los gestores obtienen una herramienta sintética y sencilla que aporta una visión general de los principales atributos del LIG que condicionan su gestión. De este modo, la tipología se presenta como vehículo idóneo para incorporar el patrimonio geológico a los procesos de ordenación territorial de la región.

Respecto a los términos elegidos para denominar las categorías es preciso realizar algunas puntualizaciones, sobre todo de los términos sección, mirador y área compleja.

- Punto: elementos aislados de pequeñas dimensiones. Su tamaño hace que su riesgo de degradación aumente, si bien simultáneamente facilita su divulgación. Una surgencia de aguas termales o un yacimiento mineralógico de dimensiones reducidas serían ejemplos de puntos.
- Área: elementos de grandes dimensiones. Su tamaño motiva que su riesgo de degradación disminuya y la posibilidad de compatibilizar usos en su interior (incluso varios tipos de uso patrimonial, por ejemplo en una zona del LIG desarrollar turístico y en otra, un uso científico). Un ejemplo de área sería un territorio de gran tamaño con una morfología glaciar representada múltiples ejemplos de formas erosivas y de depósito, que determinan el paisaje y la distribución de usos en dicha zona.
- Sección: puede considerarse el término menos intuitivo de todas las clases tipológicas descritas. Esto es debido a que si nos restringimos a la acepción del término en los trabajos de geología, las secciones son habitualmente afloramientos o cortes litológicos y estratigráficos más o menos uniformes. Sin embargo, la clase tipológica denominada sección incluye todo elemento patrimonial que presente una disposición espacial lineal y generalmente, un orden definido (que en muchos casos es además cronológico). Por ello, además de rasgos estratigráficos, en esta categoría caben otros elementos dispuestos a lo largo de ríos, carreteras o caminos en los que existe un orden temporal o espacial. Por ejemplo, se consideran secciones las hoces, los rasgos destacables de un curso fluvial o un tipo de roca cuyo mejor afloramiento y lugar de observación se dispone a lo largo de una carretera. Se asume que, en principio, algunos geólogos pueden encontrar extraño y discutir esta acepción del término sección, pero la búsqueda de alternativas no ha sido fructífera hasta el momento, pues se han encontrado más inconvenientes en otros términos posibles como sucesión, serie o línea.
- Mirador: si bien existe acuerdo respecto al valor potencial didáctico y turístico de los miradores y su valor a la hora de acercar a la sociedad al conocimiento y apreciación del patrimonio geológico, su tratamiento como LIG resulta más controvertido. De hecho, constituye un tema recurrente en los foros de patrimonio geológico que se manifiesta en que muchos autores no incluyen miradores en sus inventarios de LIG, mientras que otros sí. Una tercera opción es la propuesta por VEGAS Y OTROS (2011) que indican los puntos óptimos de observación de cada LIG como lugares idóneos con fines interpretativos, o bien la propuesta por FASSOULAS Y OTROS (2012), que

estudian los puntos de observación de cada LIG y los incluyen dentro de la estimación del valor estético del mismo.

El criterio seguido en nuestros trabajos hasta ahora ha sido ya expuesto en diversas ocasiones y ha quedado reflejado en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2010) y en FUERTES-GUTIÉRREZ Y TORÍO-FERNÁNDEZ (2011). Creemos que los miradores sí deben formar parte de los listados de LIG, previa aclaración del concepto tipológico que encierran. Un mirador es un LIG compuesto por dos elementos diferentes: un punto y un área de gran tamaño. Desde este punto suelen verse rasgos geológicos de dimensiones importantes, difícilmente apreciables sin la perspectiva otorgada por un observatorio alejado de los mismos, como grandes accidentes tectónicos, elementos geomorfológicos, etc. Adicionalmente, los miradores suelen ir acompañados de un paisaje de elevada calidad estética y es frecuente que desde ellos puedan identificarse los rasgos geológicos y geomorfológicos básicos que determinan este paisaje y sus usos. Todo ello los convierte en lugares ideales para usos didácticos y turísticos que pueden cumplir una doble función: en primer lugar, aportar a sus usuarios una visión global del medio natural del territorio con el peso que la geología se merece y en segundo lugar, obtener una idea de los rasgos geológicos principales que vertebran el mismo.

Consecuentemente, la gestión que se indica para los miradores es una conservación de su panorámica, de modo que en ésta no se produzcan actividades con impactos visuales que disminuyan su calidad.

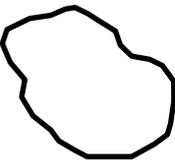
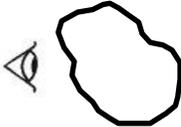
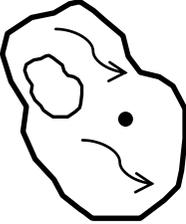
Por último, a todo lo expuesto con anterioridad (tanto en este apartado como en los diversos trabajos citados), es preciso añadir que la inclusión de los miradores en los catálogos permite la protección de rasgos muy interesantes desde el punto de vista didáctico o turístico (y por tanto, con un elevado potencial de uso), pero cuyo valor intrínseco es medio o incluso bajo. En el caso del LIG Fallas en las calizas de Mallo de Luna (nº 63 del inventario de León), se trata de un rasgo de valor intrínseco bajo, pues estas fallas no poseen características especiales que las diferencien de otras fallas próximas y presentan un riesgo de degradación mínimo. Su valor procede del importante potencial de uso didáctico y turístico que les confiere la existencia de un observatorio apartado desde el que comprender el concepto de falla y las repercusiones de su existencia en la configuración del relieve, el paisaje y los usos del territorio. En el caso del LIG Puntos de observación geológica en Rioseco de Tapia (nº 47 del catálogo de León), el valor intrínseco y el riesgo de degradación es muy bajo. Sin embargo, constituyen observatorios ideales para explicar la configuración geológica de la provincia de León y el contacto entre las Regiones geológicas establecidas en la misma.

Desde nuestro punto de vista, la no consideración de estos elementos como Lugares de Interés Geológico supone el desaprovechamiento de algunos de los recursos más adecuados para lograr una sensibilización con el patrimonio geológico. Por ello, concluimos que bien sea dentro de los catálogos de LIG o bien en listados complementarios de puntos de observación geológica, miradores geológicos, etc., estos

observatorios deben ser siempre inventariados y en la medida de lo posible, aprovechados con fines patrimoniales.

- **Áreas complejas:** esta categoría tipológica parte del concepto *complex interest sites* o *sites with high geodiversity* de WIMBLEDON Y OTROS (2000). Se trata de áreas de grandes dimensiones en cuyo interior se concentran diversos rasgos de interés y/o varios elementos que poseen intereses heterogéneos y/o superpuestos. En nuestra propuesta las áreas complejas presentan una homogeneidad fisiográfica, lo que facilita la gestión conjunta o global del patrimonio geológico en las mismas. La delimitación de áreas complejas de una zona se realiza analizando la distribución de los LIG del resto de tipologías presentes en el territorio y teniendo en cuenta las unidades fisiográficas existentes en el mismo (que son variables en función de la escala: comarcas, cuencas hidrográficas, macizos montañosos, etc.). El hecho de buscar estas fronteras naturales se debe, además de a las posibles relaciones genéticas entre los elementos, a la ventaja que esto supone a la hora de su gestión. Por ejemplo, en las áreas complejas definidas para la provincia de León, cabe plantearse la declaración de una figura de protección y su adhesión a la red de espacios naturales protegidos de la región o bien la implicación de la administración local en la divulgación de su patrimonio geológico mediante la elaboración de una guía, un conjunto de rutas geológicas, etc. En cuanto a las áreas complejas del Parque Regional Picos de Europa, son susceptibles de convertirse en Zonas de Reserva, o bien de concentrar en ellas las actividades de uso público relacionadas con el patrimonio geológico.

Tabla 4.3: Principales características de las categorías tipológicas (Modificado de FUERTES-GUTIÉRREZ y FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, 2010)

TIPOLOGÍA	DEFINICIÓN	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL	FRAGILIDAD	VULNERABILIDAD	RESISTENCIA A LA PRESIÓN	PROPUESTAS DE DIVULGACIÓN	NECESIDAD DE PROTECCIÓN
Punto	Rasgos aislados de pequeñas dimensiones		Variable	Alta	Baja	Su divulgación es fácil y barata	Debido a su tamaño necesitan protección
Sección	Rasgos con distribución lineal y un orden determinado		Media	Media	Media	Su divulgación debe hacerse a través de una ruta cronológica a lo largo de la sección	Aunque en ocasiones está formada por varios afloramientos, es importante conservar la sección completa.
Área	Rasgos de grandes dimensiones generalmente con un único tipo de interés		Baja	Baja	Alta	Su divulgación es sencilla	Sus dimensiones permiten divulgar algunas zonas mientras otras permanecen intactas
Mirador	Rasgos de grandes dimensiones que precisan de un observatorio externo		Baja	Alta vulnerabilidad a impactos de carácter visual. Baja a otros tipos de afecciones	Alta	Ideales para usos turísticos y didácticos	Grandes territorios que permiten compatibilización con otros usos, salvo que éstos impliquen impactos visuales.
Área compleja	Territorios con mucha geodiversidad e intereses variados que presentan una homogeneidad fisiográfica		Baja en conjunto y variable para cada uno de los elementos incluidos en ella	Baja en conjunto y variable para cada uno de los elementos incluidos en ella	Alta en general	Ideales para divulgar mediante folletos o guías.	Incorporación a la Red de Espacios Naturales Protegidos.

Una vez concretado el concepto de tipología y definidas las categorías tipológicas existentes, en la segunda parte de esta memoria doctoral se implementa el concepto de tipología en la cartografía de los LIG. La cartografía resulta una herramienta necesaria para una gestión adecuada del medio natural y nuestra propuesta presenta las categorías tipológicas como uno de los elementos en los que debe basarse la cartografía de los LIG. Ello se debe al carácter sintético e integrador de este parámetro, que cubre la necesidad de aportar unos mapas holísticos capaces de cumplir tres funciones: 1) aportar una visión general del tipo de elementos que constituyen el patrimonio geológico del territorio y sus principales características, 2) servir como herramienta genérica para la toma de decisiones respecto al patrimonio geológico, tanto de forma directa, como a través de la elaboración de mapas derivados y 3) disponer de una capa temática que contenga la información relevante sobre patrimonio geológico y que pueda ser cruzada o integrada con otras capas temáticas (vegetación, fauna, parámetros económicos) con el fin de obtener mapas que sirvan para una gestión conjunta y eficiente del espacio.

La metodología y resultados obtenidos se encuentran en FUERTES-GUTIÉRREZ Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ (2012). Más allá de los mapas básicos en los que se combina tipología e interés principal de los LIG, es interesante la posibilidad de elaborar a partir de éstos mapas derivados, como los ejemplos presentados en el artículo.

Por último, cabe resaltar que, como se menciona con anterioridad, la tipología es un parámetro sintético, que puede aplicarse de forma genérica para la obtención de una visión global tanto de las peculiaridades de cada LIG así como del tipo de LIG que componen el patrimonio geológico de un territorio concreto. En este sentido, puede servir como base para la planificación de determinadas actuaciones de carácter general. No obstante, las actuaciones específicas sobre cada LIG deben ir acompañadas de un estudio detallado que profundice en sus características concretas, más allá de la noción condensada que ofrece la tipología.

## CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

1. En esta memoria doctoral se estudia el patrimonio geológico de la provincia de León y del Parque Regional Picos de Europa, ubicado en la misma. Los inventarios realizados constituyen los primeros trabajos específicos sobre patrimonio geológico para los territorios estudiados. Este hecho supone un desconocimiento del patrimonio geológico que conlleva su ausencia en la ordenación territorial de estas áreas.
2. Además de la catalogación de los Lugares de Interés Geológico, esta tesis busca proporcionar herramientas que permitan tanto la gestión específica del patrimonio geológico como la incorporación de dicho patrimonio a los procesos generales de ordenación territorial.
3. Un segundo eje que vertebra esta memoria doctoral es la necesidad de conservar los elementos geológicos desde dos puntos de vista diferentes: en primer lugar, por su propio valor intrínseco y en segundo lugar, como sustentadores de la vida que se desarrolla sobre ellos. Aunque el trabajo realizado se centra más en el primer aspecto, se aportan algunas reflexiones y se aplican determinadas ideas que se acercan a una visión holística de la naturaleza.

4. El inventario de LIG de la provincia de León realizado está constituido por 97 localidades representativas de su elevada geodiversidad. Ésta se debe básicamente a la variedad de litologías, al afloramiento de rocas de edades comprendidas desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, a las evidencias de diversos procesos tectónicos de gran magnitud y a la presencia de varios tipos de modelado. Entre estos rasgos, cabe destacar la relevancia científica de algunas secciones estratigráficas del Paleozoico, la importancia de muchos afloramientos leoneses para el estudio de la tectónica Varisca y la existencia de áreas modélicas por su geomorfología, en particular de origen glaciar y kárstico.
5. El inventario de LIG realizado en el Parque Regional se compone de 55 localidades. Este espacio natural tiene una geodiversidad media. Gran parte de su interés científico reside, por un lado, en la existencia de afloramientos notables de rocas carboníferas que registran la sedimentación acontecida en dicho período así como el avance de la orogénesis Varisca y, por otro, en la existencia de grandes áreas con modelados glaciar, periglaciar y kárstico.
6. En esta tesis doctoral la ordenación del territorio se trata como un concepto integrador, que engloba todas las actuaciones que tengan repercusiones sobre el territorio, como son, por ejemplo, la redacción de directrices de ordenación territorial, las evaluaciones y estudios de impacto ambiental y, muy especialmente, la declaración y gestión de espacios naturales protegidos. La incorporación del patrimonio geológico a estos procedimientos precisa herramientas específicas de carácter conceptual y vocación eminentemente práctica, que, además, deben ser aplicables por los distintos especialistas que intervienen en los diferentes procesos. Los instrumentos desarrollados para afrontar este reto son tres: la tipología de los LIG, la cartografía y una metodología para la valoración del riesgo de degradación.
7. El primer parámetro trabajado, la tipología, está compuesto por cinco clases. En ellas los LIG se agrupan según sus dimensiones y la distribución espacial de sus elementos, características que condicionan en gran medida su potencialidad de uso y riesgo de degradación. Así, la combinación de la tipología con el interés principal del LIG constituye una herramienta sintética que aporta una visión general de la naturaleza del LIG y orienta sobre las principales particularidades para su gestión.
8. La cartografía se propone y trabaja como otro instrumento fundamental para la gestión. El lenguaje universal y fácilmente interpretable de los mapas los convierte en un mecanismo muy eficiente de compendio y transmisión de información. En esta memoria se desarrolla una metodología para la elaboración de una cartografía específica de patrimonio geológico. Los parámetros representados en ella son la tipología y el interés principal. La expresión conjunta de ambas características da lugar a unos mapas básicos que constituyen

- un utensilio holístico, sencillo y que puede ser empleado por los diferentes especialistas que intervienen en los procesos de ordenación territorial.
9. La cartografía básica de patrimonio geológico realizada constituye el punto de partida para la elaboración de otro tipo de mapas, la denominada cartografía derivada. En ella, los LIG se presentan según parámetros específicos necesarios en la toma de decisiones, como el riesgo de degradación o el potencial de uso. Adicionalmente, los mapas creados constituyen una capa temática que puede ser cruzada con otras (como mapas de vegetación, suelos, refugios de fauna, etc.) en el desarrollo de la cartografía compleja requerida en gestión.
  10. El desarrollo de una metodología de valoración del riesgo de degradación de los LIG es también un tema prioritario en este trabajo. Para ello, se lleva a cabo una revisión sobre el tratamiento de este aspecto en la bibliografía. El análisis realizado deriva en la presentación de una propuesta terminológica y metodológica de carácter unificador. En ella se combinan los vocablos *riesgo de degradación*, *fragilidad*, *vulnerabilidad natural* y *vulnerabilidad antrópica* con el fin de cubrir el espectro de posibles alteraciones que puede sufrir un elemento: intrínsecas o extrínsecas y, dentro de las segundas, de origen natural o antrópico.
  11. La validez de las herramientas (tipología, cartografía y metodología para la valoración del riesgo de degradación) propuestas en esta memoria doctoral debe ser probada en procesos concretos de gestión. La puesta en práctica de los instrumentos presentados tanto en los territorios estudiados como más allá de sus fronteras permitiría su matización y mejora.
  12. Una conservación integral de la naturaleza debe apoyarse, entre otros aspectos, sobre un conocimiento profundo de las relaciones y sinergias entre geodiversidad y biodiversidad. Esta visión sintética de la naturaleza precisa aún de estudios globales que asienten sus bases teóricas. En este sentido, los trabajos sectoriales deben ceder parte de su especificidad para volverse más holísticos.



## BIBLIOGRAFÍA



## BIBLIOGRAFÍA

- ADRADOS GONZÁLEZ, L., ALONSO ALONSO, V., BAHAMONDE RIONDA, J.R., FARIAS ARQUER, P., FERNÁNDEZ, GONZÁLEZ, L.P., GUTIÉRREZ CLAVEROL, M., HEREDIA CARBALLO, N., JIMÉNEZ SÁNCHEZ, M., MELÉNDEZ, ASENSIO, M., MERINO TOMÉ, O. Y VILLA OTERO, E. 2010. *Parque Nacional de los Picos de Europa, Guía Geológica*. En: RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, R. (DIR. Y COORD.) Guías Geológicas de Parques Nacionales IGME-OAPN. Madrid. 337 p + 1 mapa.
- ALLER, J., BASTIDA, F. Y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. 2002. Cantabrian Zone: general geological features. En GARCÍA LÓPEZ, S. Y BASTIDA, F. (EDS.) *Palaeozoic Conodonts from Northern Spain*. Eight International Conodont Symposium Held in Europe. Cuadernos del Museo Geominero, nº 1: 3-33.
- ALONSO, J.L. 1985. *Estructura y evolución tectonoestratigráfica de la Región del Manto del Esla (Zona Cantábrica, NW de España)*. Instituto Fray Bernardino de Sahagún. León. 276 p.
- ALONSO, J.L. 1987. Sequences of thrust and displacement transfer in the superposed duplex of the Esla Nappe Region (Cantabrian Zone, NW Spain). *Journal of structural geology*, 9-8: 969-983.

- ALONSO, J.L. 1989. Síntesis cartográfica de la Región del Manto del Esla. *Trabajos de Geología*, 18: 155-163.
- ALONSO, J. L., PULGAR, J. A., GARCÍA-RAMOS, J. C. Y BARBA, P. 1996. Tertiary basins and Alpine tectonics in the Cantabrian Mountains (NW Spain). En FRIEND, P.F. Y DABRIO, C.J. (EDS.) *Tertiary basins of Spain: Tectonics, Climate and Sea-Level Changes*. Cambridge University Press. Cambridge: 214-227.
- ALONSO, J.L., PULGAR, J.A., PEDREIRA, D. 2007. El relieve de la Cordillera Cantábrica. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (15-2). 151-163.
- ALONSO, J. L. Y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L. R. 1985. Las discordancias carboníferas de la Región del Pisuerga-Carrión (Cordillera Cantábrica, NO de España). *Compte Rendue X Congreso Internacional de Estratigrafía y Geología del Carbonífero*. Comisión de Geología. Madrid, 1983, 3: 533-540.
- ALONSO, V. y GONZÁLEZ SUÁREZ, J.J. 1998. Presencia de hielo glaciario en los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica). El helero del Jou Negro. *Cuaternario y Geomorfología*, 12 (1-2): 35-44.
- ALONSO HERRERO, E. 1987a. Huellas del glaciario cuaternario en las cabeceras del río Esla, vertiente sur de la Cordillera Cantábrica (León). *Cuaternario y Geomorfología*, 1: 49-59.
- ALONSO HERRERO, E. 1987b. *Inventariación, análisis y evaluación integrada del medio natural en la comarca de Riaño (León)*. Tesis doctoral inédita. Universidad de León. Facultad de Biología. 618 p.
- ALONSO HERRERO, E. 1991. Mapa geomorfológico de Burón [material cartográfico]. Escala 1:100000 + Geomorfología y depósitos cuaternarios. En RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (DIR.) *Mapa Geológico de España. Hoja 80 (15-6). Burón*. Escala 1:50000. MAGNA, segunda serie, primera edición. ITGE. Madrid. Mapa en 3 hojas; 21x 40 cm + memoria: 70-77.
- ALONSO HERRERO, E. 1994. Mapa geomorfológico de Potes [material cartográfico] Escala 1: 100000 + Geomorfología y depósitos cuaternarios. En RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R (DIR.) *Mapa Geológico de España. Hoja 81 (16-06). Potes*. Escala 1:50000. MAGNA, segunda serie, primera edición. ITGE. Madrid. Mapa en 3 hojas, 21x40cm + memoria: 71-78.
- ALONSO HERRERO, E. 1995. Litología y Geomorfología. EN GALLEGO VALCARCE, E., ALONSO HERRERO, E. Y PENAS MERINO, A. (COORD.) *Atlas del Medio Natural de la provincia de León*. ITGE, Madrid: 11-18.
- ALONSO HERRERO, E. 1997b. Mapa geomorfológico de Riaño [material cartográfico]. Escala 1:100000 + Geomorfología y depósitos cuaternarios. EN ITGE (COORD.)

- Memoria del Mapa Geológico de España. Hoja 105 (15-7). Riaño. Escala 1:50000. MAGNA, segunda serie, primera edición. ITGE. Madrid. Mapa en 3 hojas, 21x40cm + memoria: 88-93.*
- ALONSO HERRERO, E. 2002. El glaciario en las cuencas altas de los ríos Esla y Porma. EN REDONDO VEGA, J.M., GÓMEZ VILLAR, A., GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, R.B. Y CARRERA GÓMEZ, P. (COORD.) *El modelado de origen glaciar en las Montañas Leonesas*. Servicio de Publicaciones y Medios Audiovisuales. Universidad de León: 235-246.
- ALONSO HERRERO, E. y DOMINGO GARCÍA, J.M. 1998. Puntos de interés geomorfológico. En FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, E. (COORD.) *Puntos de interés geoescolar de la provincia de León*. Gráficas Garona. Salamanca: 22-37.
- ALONSO HERRERO, E. (COORD.), FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E., RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, L.R. Y MATÍAS DOMINGO, R. 2004. *Guía geológica visual de León*. Editorial Celarayan. León. 276 p.
- ALONSO HERRERO, E. Y GALLEGO VALCARCE, E. 1995 Puntos de interés geológico. EN GALLEGO VALCARCE E, ALONSO HERRERO E, PENAS MERINO A (EDS.) *Atlas del medio natural de la provincia de León*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid: 94-95.
- ALONSO HERRERO, E., MATÍAS RODRÍGUEZ, R., FUERTES PRIETO, N., PÉREZ ORTIZ, L, SAN ROMÁN FERNÁNDEZ, F. Y NEIRA CAMPOS, A. 2005. Evidencias de minería antigua en la cuenca alta del río Esla (León, España). En PUCHE RIART, O. Y AYARZAGÜEÑA SANZ, M. *Minería y metalurgia históricas en el Sudoeste Europeo*. SEDPGYM-SEHA. Madrid: 215-224.
- ALONSO OTERO, F., ARENILLAS PARRA, M., Y SÁENZ RIDRUEJO, C. 1981. La morfología glaciar en las montañas de Castilla la Vieja y León. En CONSEJO GENERAL DE CASTILLA LA VIEJA Y LEÓN, *El Espacio Geográfico de Castilla la Vieja y León*. Burgos: 23-43.
- ALONSO REDONDO, R. 2003. *Valoración del estado de conservación de la vegetación y propuestas de ordenación y uso del territorio de la margen izquierda de la cuenca alta del río Esla (León)*. Volúmenes 1 (1-340) y 2 (341- 1049). Servicio de Publicaciones de la Universidad de León. León.
- ÁLVAREZ-MARRON, J., PEREZ- ESTAÚN, A., ALLER, N., HEREDIA, N. 1990. EN RODRIGUEZ-FERNANDEZ, L.R. *Mapa geológico Hoja 79-Puebla de Lillo*. Instituto geológico y minero de España. Plan Magna. Mapa + Memoria: 60 p.
- AMBROSE, T. 1972. *The stratigraphy and structure of pre-Carboniferous rocks North West of Cervera de Pisuerga, Cantabrian Mountains, Spain*. Ph. D. Diss. Univ. Sheffield. 208 p.

- ARAMBURU, C. 1989. *El Cambro-Ordovícico de la Zona Cantábrica (NO de España)*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Oviedo. Tomo 1. 531 p.
- ARAMBURU, C. Y GARCIA-RAMOS, J.C. 1988. Presencia de la discontinuidad sárdica en la Zona Cantábrica. *Geogaceta*, 5: 11-13.
- ARAMBURU, C. Y GARCIA-RAMOS, J.C. 1993. LA SEDIMENTACION CAMBRO-ORDOVICICA EN LA ZONA CANTABRICA (NO DE ESPAÑA). *TRABAJOS DE GEOLOGIA*, 19: 45-73.
- ARBIZU, J., GARCIA-ALCALDE, J.L., Y MONTESINOS, R. 1986. La edad de la Formación Murcia an el Dominio Palentino (Cordillera Cantábrica, NO de España). *Paleontología i Evolucioó*, 20: 87-91.
- ARENILLAS PARRA, M. Y ALONSO OTERO, F. 1981. La morfología glaciár del Mampodre (León). *Boletín de la real Sociedad española de Historia Natural (Sección Geología)*, 79: 53-62.
- ARRIOLA, A., CENDRERO, A., DÍAZ DE TERÁN, J.R., GONZÁLEZ LASTRA, J.R., INORIZA, I. y A. SERRANO. 1988. Cartografía de unidades morfodinámicas para el diagnóstico y la evaluación geoambiental de la ría de Guernica. *Actas del II Congreso Nacional de Geología*, Granada: 457-460.
- BARBA, P., BAHAMONDE, J.R., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R., COLMENERO, J.R., Y FERNÁNDEZ, L.P. 1991a. Estratigrafía en RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (DIR.) *Mapa geológico de España. Escala 1:50000. Hoja 80 (Burón)*. Segunda serie, primera edición. P.:10-70
- BARBA, P., HEREDIA, N. Y VILLA, E. 1991b. Estratigrafía y edad del Grupo Lena en el Sector Lois-Ciguera (Cuenca Carbonífera Central, NO de España). *Revista de la Sociedad Geológica Española*, 4: 61-77.
- BARTHLOTT, W., LAUER W., PLACKE, A. 1996 Global distribution of species diversity in vascular plants: towards a world map of phytodiversity. *Erdkunde*, 50 (4): 317–327.
- BASTIDA, F. (COORD.) 2004. Zona Cantábrica. EN VERA, J.A. (ED.) *Geología de España*. SGE-IGME. Madrid: 25-26.
- BERNARDEZ, E., GUTIERREZ-MARCO, J.C. Y HACAR, M. 2006. Sedimentos glaciomarinos del Ordovícico terminal de la Zona Cantábrica. *Geogaceta*, 40: 239-242.
- BERRIO, M.P, CARCAVILLA, L. Y CHICHARO, E. 2002. *Estudio de geología y geomorfología del Plan de Ordenación de los recursos Naturales de la Serranía de Cuenca*. TRAGSATEC y Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Trabajo inédito. 160 p. + 24 mapas.

- BOSCHMA, D. Y VAN STAALDUINEN, C.L. 1968. Mappable units of the Carboniferous in the southern Cantabrian Mountains. *Leidse Geologische Mededelingen*, 43: 221-232.
- BRILHA, J. 2002. Geoconservation and protected areas. *Environmental Conservation*, 29:273–276.
- BRILHA, J. 2005. *Património Geológico e Geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica*. Palimage, Viseu. 190 p.
- BROCX, M., SEMENIUK, V. 2007. Geoheritage and geoconservation: history, definition, scope and scale. *Journal of the Royal Society Western Australia*, 90:53–87
- BROUWER, A. 1964. Deux facies dans le Dévonien des montagnes cantabriques méridionales. *Breviora Geológica Astúrica*, VIII (1-4): 3-10.
- BROUWER, A. 1967. Devonian of the Cantabrian Mountains, northwestern Spain. *International Symposium of Devonian System*. Calgary, 2: 37-45.
- BROUWER, A. Y GINKEL, A.C. VAN. 1964. La succession carbonifère dans la partie méridionale des Montagnes Cantabriques (Espagne du Nord-Ouest). *Compte Rendu V Congress Stratig. Geolog. Carbonif.* Paris 1963, I: 307-319.
- BROWN, L.F. JR., FISHER, L.W., ERXLEBEN, A.W., Y MCGOWEN, J.H. 1971. Resource capability units; their utility in land-and water-use planning, with examples from the Texas Coastal Zone. Geol. Circ. 71-1. Bureau of Economic Geology. Univ. of Texas at Austin. 22 p.
- CALVO, M. (2003). *Minerales y minas de España*. Tomo II. Sulfuros y Sulfosales. 707 p.
- CARCAVILLA, L., BELMONTE, A., BERRIO, M.P., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Y DURÁN, J.J. 2000. *Patrimonio geológico del Alto Gállego*. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Huesca. Trabajo inédito. 150 p.
- CARCAVILLA, L., DURÁN, J.J., GARCÍA-CORTÉS, A. Y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2009. Geological Heritage and Geoconservation in Spain: Past, Present and Future. *Geoheritage*, 1: 75-91.
- CARCAVILLA L., LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. Y DURÁN, J.J. 2007. *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 360 p.
- CASTAÑÓN ÁLVAREZ, J.C. 1989. *Las formas de relieve de origen glaciar en los sectores central y oriental del Macizo Asturiano*. Microfichas. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. Oviedo.

- CASTAÑÓN ÁLVAREZ, J.C. y FROCHOSO, M. 1986. Origen y evolución de unas brechas calcáreas: las “gonfolitas” del alto Duje (Picos de Europa, España). EN LÓPEZ-VERA (ED.) *Quaternary Climate in Western Mediterranean*: 61-63.
- CENDRERO, A. 1975. *El mapa geológico-ambiental en la evaluación de recursos naturales y en la planificación del territorio; su aplicación a la zona de Santander y su bahía*. Universidad de Santander. Secretariado de publicaciones. Santander. 189 p.
- CENDRERO, A. 1980. Geología ambiental, bases doctrinales y metodológicas. *Ponencias de la I Reunión de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*. Santander: 1-62.
- CENDRERO, A. 1989. Mapping and evaluation of coastal areas for planning. *Ocean and Shoreline Management (Special issue on land-use planning and management in the coastal zone)* 12 (5-6): 365-586.
- CENDRERO, A. 1996a. El patrimonio geológico. Ideas para su protección, conservación y utilización. EN MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE, *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: 17-27.
- CENDRERO, A. 1996b. Propuestas sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. EN MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE, *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*. Serie Monografías del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente: 29-38.
- CENDRERO, A., FLOR, G., GANCEDO, R., GONZÁLEZ LASTRA, J.R., SAIZ, J. y J.M. SALINAS. 1979. Integrated assessment and evaluation of the coastal environment of the province of Vizcaya, Spain. *Environmental Geology*, 2-6: 321-331.
- CENDRERO, A., NIETO, M., ROBLES, F., SÁNCHEZ DÍAZ, J., BURGUES I FORNES, J., HERRERO MARTÍNEZ, M.I., NAVARRETE MUÑOZ, J.J., DÍAZ DE TERÁN, J.R., FRANCÉS ARRIOLA, E., GONZÁLEZ LASTRA, J.R., BOLUDA HERNÁNDEZ, R., GARAY MARTÍN, P., GUTIÉRREZ HERRERO, G., JIMÉNEZ PÉREZ, J., MARTÍNEZ GALLEGU, J., MOLINA DONATA, M.J., OBARTI SEGTRERA, J., PÉREZ SANZ, A., PONS MARTÍ, V., SANTOYO RAMÍREZ, A. y G. STUBING MARTÍNEZ. 1987. *Mapa Geocientífico de la provincia de Valencia*. Diputación provincial de Valencia. 95 p+ 7 mapas con memoria explicativa.
- CENDRERO, A. y SAIZ, J. 1975. Criterios de definición y valoración de unidades ambientales en una zona costera y su aplicación a la estimación de impactos

- ambientales. *Actas del I Congreso Iberoamericano del Medio Ambiente*, IV: 1813-1833.
- CENDRERO, A., SAIZ, J. y DÍAZ DE TERÁN, J.R. 1976. A technique for the definition of environmental geologic units and for evaluating their environmental value. *Landscape Planning*, 3: 35-66.
- CENDRERO, A., SÁNCHEZ, J., ANTOLÍN, C., ARNAL, S., DÍAZ DE TERÁN, J.R., FRANCÉS, E., MARTÍNEZ, V., MOÑINO, M., NIETO, M., NOGALES, I., PÉREZ, E., RÍOS, C., ROBLES, F., ROMERO, A. y C. SUÁREZ. 1990. Geoscientific maps for planning in semi-arid regions: Valencia and Gran Canaria, Spain. *Enginnering Geology*, 29(4): 291-319.
- CHRISTIAN, C.S. 1958. The concept of land units and land systems. *Procedures of the 9th Pacific Science Congress*, 20: 74-81.
- CHRISTIAN, C.S., PATERSON, S.J., PERRY, R.A., SLATYER, R.O., STEWART, G.A. Y TRAVES, D. M. 1953. Survey of the Townsville-Bowen Region, North Queensland, 1950. *Land Research Series*, 2. CSIRO. Melbourne, Australia. 85 p.
- CHRISTIAN, C. S. Y STEWART, G.A. 1968. Methodology of integrated survey. *Aerial Surveys and Integrated studies. Procedures of the Toulouse Conference*. UNESCO. París, 1: 233-280.
- CLEVENGER, A.P. y PURROY, F.J (EDS.) 1991. *Ecología del oso pardo en España*. Monografías del Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 155 p.
- COLMENERO, J.R., ÁGUEDA, J.A., BAHAMONDE, J.R., BARBA, F.J., BARBA, P., FERNANDEZ, L.P., Y SALVADOR, C.I. 1993. Evolución de la Cuenca de antepaís namuriense y Westfaliense en la Zona Cantábrica, NW de España. *C.R. XII International Congress of Carboniferous Permian Stratigraphical Geology. Buenos Aires, 1991*, 2: 175-190.
- COLMENERO, J.R., ÁGUEDA, J.A., FERNÁNDEZ, L.P., SALVADOR, C.I., BAHAMONDE, J.R. Y BARBA, P. 1988. Fan-Delta systems related to the Carboniferous evolution of the Cantabrian Zone, NW Spain. EN NEMEC, W Y STEEL, R.J. (EDS.). *Fan-Deltas. Sedimentology and tectonic settings*. Blackie & Son. Glasgow. Escocia: 276-285.
- COLMENERO, J.R., FERNANDEZ, L.P., MORENO, C., BAHAMONDE, J.R., BARBA, P., HEREDIA, N. Y GONZALEZ, F. 2002. Carboniferous. En GIBBONS, W Y MORENO, T. (EDS.). *The Geology of Spain*. The Geological Society. Londres. P.: 93-116.
- CONFERENCIA EUROPEA DE MINISTROS RESPONSABLES DE LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO. 1983. *Carta Europea de Ordenación del Territorio*. Consejo de Europa. Málaga. 7 p. Disponible en: <http://titulaciongeografia->

- [sevilla.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/Carta\\_Europea\\_OT\[1\].pdf](http://sevilla.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/Carta_Europea_OT[1].pdf). Consultado: 30 de marzo de 2009.
- CORATZA, P. Y REGOLINI-BISSIG, G. 2009. Methods for mapping geomorphosites. EN REYNARD, E., CORATZA, P. Y REGOLINI-BISSIG, G. (EDS.). *Geomorphosites*. Pfeil, München: 89–103.
- CORROCHANO, D. Y BARBA, P. 2007. Estratigrafía, sedimentología y evolución isotópica del tránsito Podolskiense-Myachkoviense (Sector Lois-Ciguera, Cuenca Carbonífera Central, Zona Cantábrica). *Studia Geologica Salmanticensia*, 43(1): 67-114.
- COTTLE, R. 2004. Linking geology and biodiversity. *English nature research reports*, 562. English nature. 90 p.
- COWARD, M.P. 1995. Structural and tectonic setting of the Permo-Triassic basins of NW Europe. EN BOLDY, S.R.A. (ED.) *Permian and Triassic rifting in NW Europe*. Geological Society of London. Special Publications, 91: 7-39.
- CRN-CONSULTORES INDEPENDIENTES EN GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES. 2005. *Inventario de Puntos de Interés Geológico en la Reserva de la Biosfera de Urdaibai (Bizkaia)*. Gobierno Vasco. Departamento de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. 26 p.
- DE LIMA, F.F., BRILHA J.B. Y SALAMUNI, E. 2010. Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil. *Geoheritage*, 2: 91–99
- DE PRADO, C. 1852. Note sur les blocs erratiques de la chaîne Cantabrique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, IX: 171-175.
- DE PRADO, C. 1860. Valdeón, Caín, la Canal de Trea: Ascensión a los Picos de Europa en la Cordillera Cantábrica. *Revista Minera*, 11, 62-72 y 92-101.
- DEL CANTO, J.C., ALONSO HERRERO, E., MATÍAS RODRÍGUEZ, R. MORILLO, A. Y NEIRA CAMPOS, A. 2002. Explotaciones auríferas romanas en el Alto Carrión (Palencia, España). EN MATA-PERELLÓ, J.M. Y GONZÁLEZ, J.R. (EDS.). *Libro de Actas del Primer Simposio sobre la Minería y la Metalurgia antigua en el Sudoeste Europeo*, II: 337-349.
- DEL RÍO GONZÁLEZ, S. 2005. El cambio Climático y su influencia en la vegetación de Castilla y León. *Itinera Geobotanica* 16, 5-533.
- DIAS, G. Y BRILHA, J. 2004. Raising public awareness of geological heritage: a set of initiatives. EN: PARKES, M.A. (ED.). *Natural and Cultural Landscapes*. The Geological Foundation, Royal Irish Academy. Dublin: 235-238.

- DÍAZ DE TERÁN, J.R. 1985. *Estudio Geológico-ambiental de la franja costera Unquera-Castro Urdiales (Cantabria) y establecimiento de bases para su Ordenación Territorial*. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad de Oviedo. 761 p.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E Y FERNÁNDEZ PRIETO, J.A. 1997. Un método para la evaluación de la cubierta vegetal de un territorio. *Colloques phytosociologiques*, XXVII: 727-738.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E., FERNÁNDEZ PRIETO, J.A., ÁLVAREZ GARCÍA, A.M., FELICÍSIMO PÉREZ, A.M. Y GARCÍA RODRÍGUEZ, A. 1996a. *Tratamiento de los datos del inventario de hábitats derivado de la Directiva 92/43/CEE*. Consejería de Agricultura. Principado de Asturias. Oviedo. 96 p.
- DÍAZ GONZÁLEZ, T.E., FERNÁNDEZ PRIETO, J., FELICÍSIMO PÉREZ, A.M., MARTÍNEZ MARTÍNEZ, J. Y GARCÍA RODRÍGUEZ, A. 1996b. *Valoración mediante un sistema de Información Geográfica de la cartografía de hábitats derivada de la Directiva 92/43/CEE existentes en Cantabria*. Consejería de Agricultura. Comunidad Autónoma de Cantabria. 95 p.
- DUFF, K. L. 1994. Natural Areas: an holistic approach to conservation based on geology. EN: O' HALLORAN, D., GREEN, C., HARLEY, M., STANLEY, M. Y KNILL, J. (EDS.). *Geological and landscape conservation*. Geological Society, London: 121-126.
- DURÁN VALSERO, J.J, CARCAVILLA URQUÍ, L. Y LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. 2005. Patrimonio geológico: una panorámica de los 30 últimos años en España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, 100: 277-287.
- ELÍZAGA, E. 1988. Georrecursos culturales. EN ALAYA CARCEDO, F.J., JORDÁ, J. (EDS.). *Geología Ambiental. Instituto Tecnológico Geominero de España*. Madrid: 85-100.
- ELÍZAGA, E., ABRIL, J., DUQUE, L.C., GARCÍA SALINAS, F., MURCIA, V. 1980. Los puntos geológico mineros de interés singular como patrimonio natural. Su inventario y metodología de estudio. *I Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio. Abstracts Volume*. Santander. 21 p.
- ELÍZAGA, E., PALACIO, J., GONZÁLEZ LASTRA, J.A. Y SÁNCHEZ DE LA TORRE, L. 1983. Inventario nacional de los puntos de interés geológico del sector Occidental de la Cordillera Cantábrica (vertiente meridional). Informe inédito. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- ESCRIBANO, R. 1978. *Estudios de planificación física. El valle de Liébana*. Tomos I y II. Escuela técnica y superior de Ingenieros de Montes. Madrid. 756 p.
- FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2006. *World reference base for soil resources 2006. A framework for internacional*

- classification, correlation and communication*. 2ª edición. World Soil Resources Reports, 103. FAO. Roma. 128 p.
- FARIAS, P., MARQUÍNEZ, J. y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, M.L. 1990. Geomorfología y origen de la depresión de Comeya (Picos de Europa, Asturias). *Actas de la I Reunión Nacional de Geomorfología, Teruel*: 91-101.
- FASSOULAS, C., MOURIKI, D., DIMITRIOU-NIKOLAKIS, P. Y ILIOPOULUS, G. 2012. Quantitative Assessment of Geotopes as an Effective Tool for Geoheritage Management. *Geoheritage*, 4: 177-193.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (COORD.). 1998. *Puntos de interés geoeducativo de la provincia de León*. Edición de los Autores. Gráficas Garona. Salamanca. 166 p.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2000. Puntos de interés geológico y paleontológico. EN BELINCHÓN CALLEJO, G. Y LLAMAS DE JUAN, O. (COORDS.). *Guía del patrimonio natural de las comarcas de Cuatro Valles. Recursos naturales y usos tradicionales; un legado abierto al futuro*. Asociación Cuatro Valles. León: 29-48.
- FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, E. y E. ALONSO HERRERO. 1998. Puntos de interés tectónico y estratigráfico. En FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, E. (COORD.) *Puntos de interés geoeducativo de la provincia de León*. Edición de los autores. Gráficas Garona. Salamanca. Pp.: 42-64.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y FUERTES GUTIÉRREZ, I. (COORDS.). 2009a. Lugares de interés geológico de la provincia de León. DVD. Fundación Patrimonio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.
- FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y FUERTES GUTIÉRREZ, I. (COORDS.). 2009b. Lugares de interés geológico de la provincia de Palencia. DVD. Fundación Patrimonio Natural. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León.
- FISHER, W.L., MCGOWEN, J.H., BROWN, L.F. Y GROAT, C.G. 1972. *Environmental geologic atlas of the Texas coastal zone: Galveston-Houston Area*. University of Texas at Austin. Bureau of Economic Geology. 93 p.
- FISHER, W.L., MCGOWEN, J.H., BROWN, L.F. Y GROAT, C.G. 1973. *Environmental geologic atlas of the Texas coastal zone: Beumont-Port Arthur Area*. University of Texas at Austin. Bureau of Economic Geology. 93 p.
- FLOR, G. y BAYLÓN-MISIONÉ, J.I. 1989. Glaciarismo cuaternario en los Puertos de Áliva (Macizo Oriental de los Picos de Europa, Occidente de Cantabria). *Cuaternario y Geomorfología* 3 (1-2): 27-34.
- FRANCÉS, E., CENDRERO, A., DÍAZ DE TERÁN, J.R., LEONARDO, J. Y L. SAIZ. 1990a. Criterios geoambientales aplicados al plan de ordenación urbana del municipio de

- Suances (Cantabria). *IV Reunión Nacional de Geología Ambiental y Ordenación del Territorio*, Vol. Comunicaciones GEGAOT. Gijón: 195-202.
- FRANCÉS, E., CENDRERO, A. y MOREY, M. 1989. Un modelo de evaluación del territorio para la planificación, con base geomorfológico, aplicado a la vertiente cantábrica. *Cuaternario y Geomorfología*, 3 (1-4): 106-115.
- FRANCÉS, E, DÍAZ DE TERÁN, J.R Y CENDRERO, A. 1990b. La aplicación de la cartografía geoambiental al diagnóstico de unidades territoriales: establecimiento de directrices de ordenación. EN MATOS ALVES, C.A. (ED.). *Livro de homenagem a Carlos Romariz*. Universidad de Lisboa: 377-402.
- FRANCÉS, E, DÍAZ DE TERÁN, J.R, CENDRERO, A., Y GONZÁLEZ, A. 1993. El uso de unidades geoambientales para el diseño de planes de restauración; aplicación a una zona del río Miera (Cantabria). EN ORTIZ SILLA, R. (ED.). *Problemática geoambiental y desarrollo*. SEGAOT-Universidad de Murcia: 316-324.
- FROCHOSO SÁNCHEZ, M. 1980. El Macizo Central de los Picos de Europa y sus glaciares. *Eria*, 1: 67-87.
- FROCHOSO SÁNCHEZ, M. Y CASTAÑÓN ÁLVAREZ, J.C. 1998. El relieve glaciar de la Cordillera Cantábrica. En GÓMEZ ORTIZ, A. Y PÉREZ ALBERTI, A. (EDS.) *Las huellas glaciares de las montañas españolas*. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela: 65-137.
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I., ALONSO HERRERO, E. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. (s.a) Lugares de interés geológico del Parque Regional Picos de Europa. EN FUERTES-GUTIÉRREZ, I. *Patrimonio Geológico y ordenación del Territorio*. Tesis doctoral. Universidad de León: 171-434.
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2010. Geosites inventory in the León province (Northwestern Spain): a tool to introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. *Geoheritage*, 2: 57-75.
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I. Y FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. 2012. Mapping geosites for Geoheritage Management: a methodological proposal for the Regional Park of Picos de Europa (León, Spain). *Environmental Management*, 50-5: 789-806
- FUERTES-GUTIÉRREZ, I. Y TORÍO FERNÁNDEZ, C. 2011. Guía de campo: El patrimonio geológico del Parque Nacional Picos de Europa. EN FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y CASTAÑO DE LUIS, R. (EDS.). *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España)*. Universidad de León. León: 321-340.

- GALÁN HUERTOS, E., Y MIRETE MAYO, S. 1979. *Introducción a los minerales de España*. Instituto Geológico y Minero de España. Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía. Madrid. 421 p.
- GALLASTEGUI, G., HEREDIA, N., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y CUESTA, A., 1990. El stock de Peña Prieta en el contexto del magmatismo de la Unidad del Pisuerga-Carrión (Zona Cantábrica, N de España). *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 15: 203-217.
- GALLASTEGUI, G. 1994. Rocas ígneas. EN RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R., Memoria del *Mapa Geológico de España. Escala 1:50000. Hoja 81 (Potes)*. Segunda serie Magna. Primera edición. ITGE. Madrid: 90-108.
- GARCÍA CORTÉS, A. (ED.). 2008. *Contextos geológicos españoles, una aproximación al patrimonio geológico español de relevancia internacional*. Madrid. IGME. 234 p.
- GARCÍA CORTÉS A Y CARCAVILLA URQUÍ L. 2009 [referencia digital]. *Documento metodológico para la elaboración del inventario de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Versión 12. Disponible en <http://www.igme.es/internet/patrimonio/novedades/METODOLOGIA%20IELIG%20V12.pdf>. Actualizado: 18-05-2009. Consultado: julio de 2009. 61 p.
- GARCÍA LÓPEZ, S, BASTIDA, F., BRIME, C., ALLER, J., VALÍN, M.L, SANZ-LÓPEZ, J., MÉNDEZ, C.A. Y MENÉNDEZ-ÁLVAREZ, J.R. 1999. Los episodios metamórficos de la Zona Cantábrica y su contexto estructural. *Trabajos de Geología*, 21: 177-187.
- GARCÍA-ROVÉS FERNÁNDEZ, E. 2007. *Dinámica de la paleovegetación y cambios climáticos durante el Tardiglacial y Holoceno en secuencias sedimentarias de la provincia de León*. Tesis doctoral inédita. Universidad de León. 235 p.
- GARCÍA-ROVÉS FERNÁNDEZ, E. Y FOMBELLA BLANCO, M.A. 2009. Lugar de Interés Geológico: Turbera de Fonfría. En FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y FUERTES GUTIÉRREZ, I. (COORDS.). *Lugares de Interés Geológico de la provincia de León*. DVD. Fundación Patrimonio Natural, Junta de Castilla y León. LIG nº 9.
- GEIS NILSEN, C. 2006 [referencia digital]. *Contribució al coneixement de variables geambientals en l'àmbit de la Costa Brava (Girona)*. Tesis doctoral Universitat de Girona. <http://www.tesisenxarxa.net/TDX-0721105-120359/index.html>. 442 p.
- GEIS NILSEN, C. LINARES SANTIAGO, R. y LL. PALLI BUXO. 2006. *Cartografía geoambiental de la Costa Brava*. Universitat de Girona y Diputació de Girona. Girona. 63 p + 20 mapas.
- GÓMEZ, E., ALFAGEME, S., MORÁN, A., ALLER, A. Y MARTÍNEZ, O. 1992 *Las aguas minerales, termales y mineromedicinales de León*. Secretariado de Publicaciones. Universidad de León. León. 128 p.

- GÓMEZ OREA, D. 1978. *El medio físico y la planificación*. CIFCA. Madrid. 299 p.
- GÓMEZ OREA, D. 1994. *Ordenación del territorio. Una aproximación desde el Medio Físico*. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España-Editorial Agrícola Española, S.A. 238 p.
- GONZÁLEZ SUÁREZ, J.J Y ALONSO, V. 1994. Glaciers in Picos de Europa, Cordillera Cantábrica, northwest Spain. *Jornal of Glaciology*, 40-134: 198-199.
- GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. 2005. La Pequeña Edad del Hielo en los Picos de Europa (Cordillera Cantábrica, NO de España): análisis morfológico y reconstrucción del avance glaciar histórico. *Cuaternario y Geomorfología*, 19 (3-4): 79-94.
- GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. 2006. *El macizo Central de los Picos de Europa: geomorfología y sus implicaciones geoecológicas en la alta Montaña Cantábrica*. Tesis doctoral. Universidad de Cantabria. Departamento de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio. Disponible en: <http://www.tesisenred.net/TDR-0327197-134858>. 819 p.
- GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. Y SERRANO CAÑADAS, E. La valoración del patrimonio geomorfológico en espacios naturales protegidos. Su aplicación al Parque Nacional de los Picos de Europa. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 47: 175-194.
- GODFREY, A. E. 1977. A physiographic approach to land use planning. *Environmental Geology*, 2 (1): 43-50.
- GRAY, M. 2004. *Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature*. Wiley, Chichester. 434 p.
- GUTIÉRREZ-MARCO, J. C., ROBARDET, M., RÁBANO, I., SARMIENTO, G. N., SAN JOSÉ LANCHA, M. A., HERRANZ ARAÚJO, P. Y PIEREN PIDAL, A. P., 2002. Ordovician. EN GIBBONS, W, Y MORENO, T. (EDS.). *The Geology of Spain*, 3: 1 - 49. Geological Society, London.
- HENN, A. Y JAHNKE, H. 1984. Die palentinische Faziesentwicklung im Devon des Kantabrischen Gebirges. *Zeitschrift dt.geologisches Gesellschaften*, 135: 131-147.
- HEREDIA CARBALLO, N. 1992. *Estructura geológica de la Región del Mampodre y áreas adyacentes (Zona Cantábrica)*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Oviedo. 320 p.
- HEREDIA CARBALLO, N., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y WAGNER, R.H. 1990. Carboniferous of the Palentian Zone. En DALLMEYER, R.D. Y MARTÍNEZ GARCÍA, E. (EDS.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer-Verlag: 33-38.

- HERNÁNDEZ PACHECO, F. 1914. Fenómenos de glaciario cuaternario en la Cordillera Cantábrica. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, XLV: 407-408.
- HILLS, G.A. 1961. *The Ecological Basis of Land Use Planning*, Research Report, 46. Ontario Department of Lands and Forests, Toronto. 210 p.
- HILLS, G.A. 1970. *Developing a better environment*. Ontario Economic Council. Toronto. 175 p + mapas.
- HILLS, G.A. 1976. An Integrated Iterative Holistic Approach to Ecosystem Classification. Ecological (Biophysical) Land Classification in Canada. *Proceedings of the 1st Meeting. Canada Committee on Ecological Land Classification*. Petawawa, Ontario, Canada: 73-98
- HOPKINS, J. 1994. Geology, geomorphology and biodiversity. *Earth Heritage*, 3: 6.
- HOYOS, M. y HERRERO, N. 1989. El Karst en la cornisa cantábrica. *El Karst en España*. Monografías de la Sociedad Española de Geomorfología, 4: 109-120.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY [referencia digital]. *International Chronostratigraphic Chart*. Última actualización: 2008. Disponible en: [http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time Scale](http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time%20Scale). Consultado: durante el año 2008.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON STRATIGRAPHY [referencia digital]. *International Chronostratigraphic Chart*. Última actualización: 2012. Disponible en: [http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time Scale](http://www.stratigraphy.org/column.php?id=Chart/Time%20Scale). Consultado: 3 de enero de 2013.
- JÁČKOVÁ, K. Y ROMPORTL, D. 2008. Geodiversity and habitats richness relations in Šumava Np and Křivoklátsko Pla (the Czech Republic): A quantitative analysis approach. *Journal of Landscape Ecology*, 1-1: 23-38.
- JAHNKE, H., HENN, A. H., MADER, H. Y SCHWEINENBERG, J. 1983. Silur und Devon in Arauz Gebiet (Prov. Palencia, N. Spanien). *Newsletters on Stratigraphy*, 13: 40-66.
- JIMÉNEZ SÁNCHEZ, M. 1996. El glaciario en la cuenca alta del río Nalón (NO de España): una propuesta de evolución de los sistemas glaciares cuaternarios en la Cordillera Cantábrica. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 9 (3-4): 157-168.
- JOYCE, B.E. 2010. Australia's geoheritage. History of a study, a new inventory of geosites and applications to geotourism and geosites. *Geoheritage*, 2: 39-56.

- JULIVERT, M. 1960. Estudio geológico de la cuenca de Beleño, valles altos del Sella, Ponga, Nalón y Esla de la Cordillera Cantábrica. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, LXXI: 1-346.
- JULIVERT, M 1967a. La ventana tectónica del río Color y la prolongación septentrional del Manto del Ponga. *Trabajos de Geología*, 1: 1-26.
- JULIVERT, M 1967b. La ventana del río Monasterio y la terminación meridional del manto del Ponga. *Trabajos de Geología. Universidad de Oviedo*, 1: 59-76.
- JULIVERT, M. 1971. Décollement tectonics in the Hercynian Cordillera of NW Spain. *American Journal of Science*, 270: 1-29.
- JULIVERT, M., MARCOS, A. Y TRUYOLS, J. 1972. L'évolution de nord-Ouest de L'Espagne pendant L- Ordovicien-Silurien. *Bulletin de la Société géologique et minéralogique de Bretagne, Collection Ordovicien-Silurien*, C-IV: 1-7.
- KAMERLING, P. 1962. Die Geologie van het Pandetrave gebied. *International report of the Geological Institute of Leiden University*. Holanda. 37 p.
- KANIS, J. 1956. Geology of the eastern zone of the Sierra del Brezo (Palencia, Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 21(2): 377-445.
- KIERNAN, K. 1995. *An atlas of Tasmanian karst*. Research report, 10. Tasmanian Forest Research Council. 351 p.
- KOOPMANS, B. N. 1962. The Sedimentary and Structural History of the Valsurvio dome, Cantabrian Mountains, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 26: 121-232.
- KUTTERINK, J.A. 1966. Geologie van het valdeón-gebied in Sappnje. *International report of the Geological Institute of Leiden University*. Holanda. 28 p + mapas.
- LENCE PAZ, C. 2001. *Evaluación del estado de conservación de la vegetación del valle de Valdeburón (León). Propuestas de uso y Ordenación Territorial*. Memoria doctoral inédita. Universidad de León. Facultad de Biología. 937 p + mapas
- LEWIS, P. H. JR. 1964. Quality corridors for Wisconsin. *Landscape Architecture Quarterly*, 20:100– 107.
- LEWIS, P. H. JR. 1969. The inland water tree. *American Institute of Architects Journal*, 51(6): 59–63.
- LEY 12/1994 de 18 de julio de *Declaración del Parque Regional Picos de Europa en Castilla y León*. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Castilla y León. Publicada en BOCyL nº 145 de 28 de julio de 1994 y BOE nº 194 de 15 de agosto de 1994.

- LEY 16/1995 de 30 de mayo de declaración del Parque Nacional Picos de Europa. Jefatura del Estado. Publicada en BOE nº 139 de 31 de mayo de 1995.
- LEY 42/2007 de 13 de diciembre de Patrimonio Natural y Biodiversidad. Jefatura de Estado. Publicada en BOE nº 299 de 14 de diciembre.
- LLOPIS LLADO, N. 1954. El relieve de la región central de Asturias. *Estudios Geográficos*, 57: 501-550.
- LOBATO ASTORGA, L. 1977. *Geología de los valles altos de los ríos Esla, Yuso, Carrión y Deva (NE de León, NO de Palencia, SO de Santander)*. Instituto Fray Bernardino de Sahagún. 192 p.
- LOESCHKE, J. 1982. Late Hercynian igneous rocks of the southeastern Cantabrian Mountains (NW Spain). EN SCHWEIZERBARTSCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG (ED.). *Subsidenz-Entwicklung im kantabrischen Variszikum*: 260-271.
- LÓPEZ-MARTÍNEZ, J., DURÁN, J.J., CARCAVILLA, L. Y ARRESE, B. 2003. *Estudio de geología y geomorfología de la Sierra de Ayllón*. Universidad Autónoma de Madrid. TRAGSATEC y Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Trabajo inédito. 418 p. +27 mapas.
- LOTZE, F. 1945. Zur gliederung der varisziden der iberischen Meseta. *Geotektonische Forschungen*, 6: 78-92.
- LOTZE, F. 1962. Pleistozäne vergletscherungen im Ostteil des Kantabrischen Gebirges (Spain). *Wiesbaden Akademie des Wissenschaften und der Literatur*, 2: 149-177.
- LOZANO, B., PARRAS, L., GIL, J. Y CORRAL, L.E. 2003. Capacidad de uso del suelo del sector oriental del Parque Natural Sierras de Cardeña y Montoso (Córdoba). *Edafología*, 10: 15-22.
- LUGARESTI BILBAO, J.I. y SÁEZ MARTÍNEZ, M.A. 1994. Un ejemplo de cartografía geoambiental aplicada a la rehabilitación de espacios degradados: Parque de los enamorados: Logroño. *Zubía*, 12: 205-225.
- LUQUE, C., GARCÍA IGLESIAS, J., Y GARCÍA COQUE, P. 1989. Características geoquímicas de los cinabrios de la Cordillera Cantábrica (NW de España): utilidad en prospección. *Trabajos de geología*, 18: 3-11.
- LUTTIG, G. 1971. Die Bedeutung der bodenschütze Nieder sanchens für die Wirtschaftsentwicklung des Landers. *Geologische Jahrbuch*, 84: 583-600.
- LUTTIG, G. 1972. Naturräumliches Potential I, II und III. EN MINISTRY FOR ECONOMICS AND PUBLIC WORKS OF LOWER SAXONY. *Niedersachsen, Industrieland mit Zukunft*. Hannover: 9-10 + 3 mapas.

- LUTTIG, G. y PFEIFFER, D. 1974. Die Karten des Naturaumpotentials. Ein neues Ausdrucksmittel geowissenschaftlicher Forschung für Landesplanung und Raumordnung. *Neue Arch. Niedersachsen*, 23 (1): 3–13.
- MAAS, K. 1974. The geology of Liébana, Cantabrian Mountains. Spain. Deposition and deformation in a flysch area. *Leidse Geologische Mededelingen*, 49: 379-465.
- MAAS, K. Y GINKEL, A.C, VAN. 1983. Variscan olistostrome deposition and synsedimentary nappe emplacement. Valdeón area. Cantabrian Mountains, Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 49: 379-465.
- MADOZ, P. 1845-1850. *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Tomo VI, (Ca Sebastián-Córdoba). Madrid. Imprenta del Diccionario geográfico-estadístico-histórico de D. Pascual Madoz. Disponible en: <http://www.diccionariomadoz.org/>. Consultado: marzo de 2011.
- MARÍN, J. 1997. *Estructura del Domo de Valsurbio y borde suroriental de la Región del Pisuerga-Carrión (Zona Cantábrica, NO de España)*. Tesis doctoral inédita. Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. 181 p.
- MARQUÍNEZ, J. y ADRADOS, L. 2000. La geología y el relieve de los Picos de Europa. *Naturalia Cantabrica*, 1: 3-19.
- MARTÍNEZ ÁLVAREZ, J.A. 1965. Nota sobre el hallazgo de depósitos periglaciares en la montaña asturiana. *Speleon*, x: 265-274.
- MARTÍNEZ-CHACÓN, M.L., MENÉNDEZ-ÁLVAREZ, J.R., SÁNCHEZ DE POSADA, L.C. Y TRUYOLS, J. 1985. Aportaciones al conocimiento de la Formación Ricacabiello (Carbonífero de la Zona Cantábrica, N de España) y su contenido paleontológico. *Trabajos de Geología*, 15: 53-65.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. 1981. El Paleozoico de la Zona Cantábrica oriental (NW de España). *Trabajos de Geología*, 2: 95-127.
- MARTÍNEZ GARCÍA, E. Y RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. 1984. *Memoria del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000. Hoja nº 56 (Carreña-Cabrales)*. Plan MAGNA. IGME. Madrid. 45 p.
- MATÍAS RODRÍGUEZ, R. Y ALONSO HERRERO, E. 2004. Minerales y rocas. EN ALONSO HERRERO, E. (COORD.). *Guía geológica visual de la provincia de León*. Editorial Celarayn. León: 35-106.
- MATÍAS RODRÍGUEZ, R., ALONSO HERRERO, E., PUENTE GARCÍA, E., PENAS MERINO, A., ANDRADE OLALLA, A., FOMBELLA BLANCO, M.A. Y GARCÍA-ROVÉS FERNÁNDEZ, E. 2001. Estudio del sondeo eléctrico vertical (SEV) realizado en la turbera del Puerto de San Isidro (León). *Palinología: diversidad y aplicaciones*. APLE.: 129-135.

- MATÍAS RODRÍGUEZ, R. y DOMINGO GARCÍA, J.M. 1998. Puntos de interés mineralógico. EN FERNÁNDEZ MARTÍNEZ, E. (COORD.). *Puntos de Interés Geoeducativo de la provincia de León*. Gráficas Garona. Salamanca: 68-83.
- MCHARG, I. L. 1968. A comprehensive highway route-section method. *Highway Research Record*, 246: 1-15.
- MCHARG, I. L. 1969. *Design with Nature*. Natural History Press, Garden City, New York. 197 p.
- MCNEELY, J. A. AND MILLER, K. (EDS.). 1984. *National Parks, Conservation, and Development. The Role of Protected Areas in Sustaining Societies*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 825 p.
- MENÉNDEZ, R. y MARQUÍNEZ, J. 1996. Glaciarismo y evolución tardiglacial de las vertientes en el Valle de Somiedo (Cordillera Cantábrica). *Cuaternario y Geomorfología*, 10 (3-4): 21-31.
- MIOTKE, F. 1968. Karstmorphologische Studien in der glacial-überformten Höhenstufe der "Picos de Europa", Nordspanien. *Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Hannover*, 4. 161 p.
- MORA, A. (2006). *Manual de flora vascular amenazada del Parque Nacional Picos de Europa*. Parque Nacional Picos de Europa. 171 p.
- MOTIS, K., FERNÁNDEZ, L.P. Y HEREDIA, N. 2001. Estratigrafía, Sedimentología y significado tectonoestratigráfico de la Formación Calizas de Panda (Moscoviense superior, sector occidental de la Región del Pisuerga-Carrión, Zona Cantábrica, NOde España). *Estudia Geologica Salmantina*, 37: 141-180.
- MOTIS, K., RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y HEREDIA, N. 2002. Estructuración y significado tectonoestratigráfico de la Formación Calizas de Panda (Moscoviense superior, Zona Cantábrica). *Geogaceta*, 32: 183-186.
- MUÑOZ JIMÉNEZ, J. 1980. Morfología estructural y glaciarismo en la Cordillera Cantábrica: el relieve del sinclinal de Sapiencia (Asturias-León). *Eria*, 1: 35-65.
- NEIRA CAMPOS, A. FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, C., BERNALDO DE QUIRÓS, F., FUERTES PRIETO, N. Y YAGÜEZ JUÁREZ, R. 1997. Avance al estudio de la cueva de La Uña (La Uña, Acebedo, León). *Lancia*, 2: 47-81.
- NELSON, J.G. Y SERAFIN, R. 1997. National parks and protected areas: keystones to conservation and sustainable development. Springer. Berlín y Nueva York. 292 p.
- NUCHE DEL RIVERO, R. (ED.). 2001. Patrimonio geológico de Castilla y León. ENRESA. Madrid, 518 p.

- NUSSBAUM, F. Y GYGAX, F. 1953. Glaciación cuaternaria en la Cordillera Cantábrica. *Estudios Geográficos*, 14: 261-270.
- OBERMAIER, H. 1914. *Estudio de los glaciares de Picos de Europa*. Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Sección de Geología), 9: 42 p.
- ORIOI, R. 1876. Varios itinerarios geológico-mineros por la parte norte de la provincia de Palencia. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, III: 257-275.
- PALACIO, J. 1999. Viewpoints and geological heritage. Uses in tourism and education. Western sector of the Cantabrian Mountains. EN BARETTINO, D., VALLEJO, M. Y GALLEGU, E. (EDS.). *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millennium*: 378-384.
- PANIAGUA, A., HEREDIA, N. Y ALONSO HERRERO, E. 1991. Geología económica. EN RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (DIR.) *Mapa geológico de España escala 1:50000. Hoja 80 (Burón)*. IGME. Madrid:115-123.
- PARRAS ALCÁNTARA, L., GIL TORRES, J. y L. CORRAL MORA. 2000. Diseño y caracterización de Unidades Ambientales a pequeña escala (1:10000). Una aplicación a la Ordenación del Territorio del Parque Natural de Despeñaperros (Jaén). *Edafología* 7-3:121-127.
- PEREIRA, D., MEIRELES, C., ALVES, M.I., PEREIRA, P., BRILHA, J., DIAS, G. 2004. The geological heritage on the Montesinho Natural Park (NE Portugal) - an interpretation strategy for an area with geological complexity. En: PARKES, M.A. (ED.). *Natural and Cultural Landscapes*. The Geological Foundation, Royal Irish Academy, Dublin: 253-256.
- PÉREZ, B. 1948. *De Tierra de la Reina en la Montaña Leonesa. Barniedo, antiguo Barneto*. Miscelánea, Imprenta del Ministerio de Guerra. Lima, Perú. 134 p.
- PÉREZ ESTAÚN, A., BASTIDA, F., ALONSO, J.L., MARQUÍNEZ, J., ALLER, J., ÁLVAREZ MARRÓN, J., MARCOS, A. Y PULGAR, J. 1988. A thin-skinned tectonics model for an arcuate fold and thrust belt: the Cantabrian Zone. *Tectonics*, 7: 517-537.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., BEA, F., BASTIDA, F., MARCOS, A., MARTÍNEZ-CATALÁN, J.R., MARTÍNEZ POYATOS, D., ARENAS, R., DÍAS GARCÍA, F., AZOR, A., SIMANCAS, J.F. Y GONZÁLEZ LODEIRO, F. 2004. La Cordillera Varisca Europea: El Macizo Ibérico. EN VERA, J.A. (ED.). *Geología de España*. Sociedad Geológica de España, Ministerio de Educación y Ciencia e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid: 21-26.
- PULGAR, J.A., ALONSO, J.L., ESPINA, R.G. Y MARÍN, J.A. 1999. La deformación alpina en el basamento varisco de la Zona Cantábrica. *Trabajos de Geología*, 21: 283-294.

- PURROY, F.J. Y VARELA, J.M. 2003. *Guía de los mamíferos de España: Península, Canarias y Baleares*. Edileusa. 165 p.
- RAE-REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. 2013 [referencia digital]. *Diccionario de la Lengua Española. Vigésimo segunda edición*. <http://www.rae.es/rae.html>. Consultado: enero de 2013.
- RAFAELLI, S. y PÉREZ AYALA, F. 2000 [referencia digital]. Paisaje erosivo en la cuenca montañosa del Río Iruya. XVII Congreso Nacional del Agua. Santiago del Estero. Argentina.  
<http://www.corebe.org.ar/OTROS%20PROYECTOS/XVII%20Congreso%20Nacional%20Agua%202000.pdf>. Consultado: 5 de diciembre de 2006.
- RAMOS, A. Y AYUSO, E. 1974. El medio ambiente natural. Un esquema metodológico para la planificación de áreas rurales. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 3 (6): 19-25.
- REDONDO VEGA, J.M., GÓMEZ VILLAR, A., GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, R.B. Y SANTOS GONZÁLEZ, J. 2010. *Los glaciares rocosos de la Cordillera Cantábrica*. Servicio de publicaciones de la Universidad de León. 171 p.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1993. Bases para una nueva clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Botanica Matritensis* 10: 1-23.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1994. Clasificación bioclimática de la Tierra. *Folia Boanica Matritensis* 11: 1-20.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1995. Clasificación bioclimática de la Tierra. (Bioclimatical Classification SYstem of the World). *Folia Botanica Matritensis* 16: 1-25.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1996 [referencia digital]. Geobotánica y Climatología. Discurso de investidura Dr. "Honoris Causa". Universidad de Granada. <http://www.globalbioclimatics.org/book/claves3.htm>. Consultado: 23-febrero-2007.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 1997. Syntaxonomical synopsis of the potencial natural plant communities of North America, I. *Itinera Geobotanica*, 10: 5-148.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2004a [referencia digital]. *What is Bioclimatology?. Synoptical worldwide bioclimatic classification system*.  
<http://www.globalbioclimatics.org/book/claves.htm>. Publicado: 22-04-2004. Consultado: 23-febrero-2009.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2004b [referencia digital]. *What is Bioclimatology?. Synoptical worldwide bioclimatic classification system*.  
<http://www.globalbioclimatics.org/book/claves.htm>. Publicado: 18 de noviembre 2004. Consultado: 23-febrero-2009.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S. 2007. Mapa de series, geoseries y geopermaseries de vegetación de España. [Memoria del Mapa de Vegetación potencial de España]. Parte I. *Itinera Geobotanica*, 17: 5-436. Servicio de publicaciones de la Universidad de León. León.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSA, M., Y PENAS, A. 2002. Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15 (1 y 2): 1-922.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSA, M. y PENAS, A. 2001. *Itinera Geobotanica*, 14. Servicio de publicaciones de la Universidad de León. León. 341 p.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. y LOIDI, J. 1999. Bioclimatology of the Iberian Peninsula. *Itinera Geobotanica*, 13: 41-48.
- RIVAS-MARTÍNEZ S., PENAS, A., DÍAZ, T.E Y LLAMAS, F. 2002. *Quercus orocantabrica* sp. Nova. EN RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSA, M. Y PENAS, A. (COORD.) Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobotanica*, 15 (2): 706 + iconografía en p. 659.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., SÁNCHEZ MATA, D. y M. COSTA. 1999. North American boreal and western temperate forest vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potencial natural plants communities of North-America II. *Itinera Geobotanica*, 12: 3-316.
- REINERS, W. 2002. Geological control of plant species distribution in Wyoming. *Abstracts from: Geology, Biogeochemistry, and Ecology: A New Synthesis for Arid Landscape Processes. Geological Society of America, Annual Conference, Denver*. Disponible en [https://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/abstract\\_45956.htm](https://gsa.confex.com/gsa/2002AM/finalprogram/abstract_45956.htm). Consultado: 7 de marzo de 2011.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. (DIR.). 1985. *Mapa Geológico de España. Hoja 106 (16-7). Camporredondo de Alba. Escala 1:50000*. Segunda serie. Primera edición. Plan MAGNA. IGME. Servicio de Publicaciones Ministerio Industria y Energía. Memoria 98 p. + mapa.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. 1991. Evolución tectonosedimentaria del NO del Macizo Ibérico durante el Carbonífero. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 16, 37-52.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. 1994. *La Estratigrafía del Paleozoico y la estructura de la Región de Fuentes Carrionas y áreas adyacentes (Cordillera Herciniana, NO*

- de España*). Serie Nova Terra. Edición do Castro. O Castro. Sada. A Coruña. 240 p.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. 2001. Tectónica Varisca y sedimentación sinorogénica carbonífera de la Región Pisuerga-Carrión. Guía de campo. XII *Reunión de la Comisión de Tectónica de la Sociedad Geológica de España*. Cervera de Pisuerga. Septiembre de 2001. IGME. 85p.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R., FERNÁNDEZ, L.P. Y HEREDIA, N. 2002. Carboniferous of the Pisuerga-Carrión Unit. EN GARCÍA-LÓPEZ, S. Y BASTIDA, F. (EDS.). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain*. Ministerio de Educación y Ciencia e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid: 93-104.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y HEREDIA, N. 1987. La estratigrafía del Carbonífero y la estructura de la Unidad del Pisuerga-Carrión. *Cadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*: 207-229.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L.R. Y HEREDIA, N. 1988. Evolución tectonosedimentaria de una cuenca de antepaís ligada a una cadena arqueada; el ejemplo de la Unidad de Pisuerga-Carrión (Zona Cantábrica, NO de España). *II Congreso Geológico de España. Granada, Simposios*: 65-74.
- RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, L. R. Y HEREDIA, N. 1990.- Palentine Zone structure. EN DALLMEYER, R.D Y MARTÍNEZ GARCÍA, E. (EDS.). *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*. Springer-Verlag: 69-71.
- RUNE, O. 1953. Plant life on serpentines and related rocks in the north of Sweden. *Acta Phytogeographica Suecica*, 31: 1-39.
- SÁEZ RIDRUEJO, C., SANZ PÉREZ, E. Y HURTADO ABRIL, J. (EDS.). 1998. *Patrimonio geológico del Camino de Santiago*. Instituto Tecnológico y Geominero de España, Madrid. 176 p.
- SAINT-SAUD, A.A. 1922. *Monographie des Picos de Europa (Pyrénées Cantabriques et Asturiennes)*. H. Barrière, Paris, 271 p.
- SAIZ DE OMEÑACA, J. 1979. *Desarrollo de un esquema para la utilización de los datos geológicos en la planificación territorial de zonas montañosas. Aplicación a la hoja 1:50000 de Tudanca (Santander)*. Memoria de Licenciatura Inédita. Facultad de Ciencias de la Universidad de Oviedo. 95 p.
- SÁNCHEZ DE POSADA, L.C., MARTÍNEZ CHACÓN, M.L., VILLA, E., Y MÉNDEZ, C.A. 2002. The Carboniferous succession of the Asturian-Leonese domain. An overview. EN GARCÍA-LÓPEZ, S. Y BASTIDA, F. (EDS.). *Palaeozoic conodonts from Northern Spain*. Ministerio de Educación y Ciencia e Instituto Geológico y Minero de España. Madrid: 61-92.

- SÁNCHEZ DÍAZ J., RÍOS JORDANA, C., PÉREZ-CHACÓN ESPINO, E. y C. SUÁREZ RODRÍGUEZ. 1995. *Cartografía del potencial del medio natural. Gran Canaria*. Gran Canaria: Cabildo Insular de Gran Canaria. Universidad de las Palmas. Universidad de Valencia. 165 p +mapas.
- SAVAGE, J.F. 1961. *The structural geology of the area around Portilla de la Reina, León Northwest Spain*. Int. Rept., Msc. Thesis, University of London.
- SAVAGE, J.F. 1967. Tectonic analysis of Lechada and Curavacas synclines, Yuso Basin, León, NW Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 39: 193-247.
- SCHUBART, H. 1961. Atlantische Nietenkessel von der Pyrenäenhalbinsel. *Madriider Mitteilungen*, 2: 35-59.
- SERRANO, E., SANJOSÉ, J.J. Y GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. 2010. Rock glaciers dynamics in marginal periglacial environments. *Earth surface Processes and Landforms*, 35 (11): 1302-1314.
- SERRANO CAÑADAS, E. Y GONZÁLEZ TRUEBA, J.J. 2002. Morfología y evolución glaciar en los Picos de Europa. EN REDONDO VEGA, J.M, GÓMEZ VILLAR, A., GONZÁLEZ GUTIÉRREZ, R.R. Y CARRERA GÓMEZ, P. (COORDS.) *El modelado de origen glaciar en las Montañas Leonesas*. Servicio de publicaciones de la Universidad de León. León: 249-268.
- SEMENIUK, C.A. 1987. Wetlands of the Darling System: a geomorphic approach to habitat classification. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 69: 95-112.
- SHARPLES, C. 1995. Geoconservation in forest management – principles and procedures. *Tasforest*, 7: 37-50.
- SHARPLES, C. 2002 [referencia digital]. Concepts and principles of Geoconservation. Version 3. Tasmanian Parks and Wildlife Service.  
<[http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/\\$FILE/geoconservation.pdf](http://www.dpiw.tas.gov.au/inter.nsf/Attachments/SJON-57W3YM/$FILE/geoconservation.pdf)>. Consultado: 29 de abril de 2008. 79 p.
- SITTER, L.U. DE. 1957. The structural history of the SE corner of the Paleozoic core of the Cantabrian Mountains. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. Bhandlungen*, 105: 272-284.
- SJERP, N. 1967. The geology of the San Isidro-Porma area (Cantabrian Mountains, Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 39: 55-128.
- SMART, P.L. 1986. Origin and development of glaciokarst closed depressions in the Picos de Europa, Spain. *Zeitschrift für Geomorphologie*, 30 (4): 423-443.
- SOIL SURVEY STAFF (S.S.S.). 1999. Soil Taxonomy. *A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. 2nd Edition. Agricultural

Handbook No. 436. USDA (United States Department of Agriculture) NRCS (Natural Resources Conservation Service). Government Printing Office, Washington, DC. 871 p. Disponible en:  
<http://soils.usda.gov/technical/classification/taxonomy/>

- STICKEL, R. 1929. Observaciones de morfología glaciaria en el NO de España. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. Tomo XXIX: 297-313 + láminas XX-XIV.
- SUÁREZ RODRÍGUEZ, A. 1990. Geomorfología y formaciones superficiales. En RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ (DIR.), *Memoria del Mapa Geológico de España. Puebla de Lillo. Hoja 79 (14-6)*. Escala 1:50000. Segunda serie, primera edición. Plan MAGNA. IGME: 46-48.
- URBAN, M.A. Y DANIELS, M. 2006. Introduction: Exploring the links between geomorphology and ecology. *Geomorphology*, 77 (3-4): 203-206.
- VAN DER PLUIJM, B.A., SAVAGE, J.F. Y KAARS-SIPPESTEIJN, W.W. 1986. Variation in Fol. Geometry in the Yuso Basin, northern Spain: implications for the deformation regime. *Journal of Structural Geology*, 8: 879-886.
- VAN GINKEL, A.C. 1965. Carboniferous fusulinids from the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geologische Mededelingen*, 34: 1-225.
- VAN LOON, A.J. 1970. Grading of matrix and pebble characteristic in sintectonic pebbly mudstone and associated conglomerates, with examples from the Carboniferous of Northern Spain. *Geology in Minjbow*, 49 (1): 41-56.
- VAN LOON, A.J. 1972. A prograding deltaic in the Upper Carboniferous of the Cantabrian Mountains (Spain): the Prioro-Tejerina Basin. *Leidse geologischen Mededelingen*, 48: 1-81.
- VAN VEEN, J. 1965. The tectonic and stratigraphic history of the Cardaño area, Cantabrian Mountains, Northwest Spain. *Leidse Geologische Mededelingen*, 35: 43-163.
- VEGAS, J. LOZANO, G., GARCÍA-CORTÉS, A., CARCAVILLA, L. Y DÍAZ-MARTÍNEZ, E. 2011. Adaptación de la metodología del inventario español de Lugares de Interés Geológico a los inventarios locales de patrimonio geológico: municipio de Enguñados (Cuenca). EN FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Y CASTAÑO DE LUIS, R. (EDS.). *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*. Actas de la IX Reunión Nacional de la Comisión de Patrimonio Geológico (Sociedad Geológica de España). Universidad de León: 271-276.
- VILLA, E. Y SÁNCHEZ DE POSADA, L.C. 2009. Carboniferous of the Cantabrian Zone. EN GARCIA-CORTES, A. (ED.). *Spanish Geological Frameworks and Geosites*. An approach to Spanish geological heritage of international relevance: 44-55.

- WAGNER, R. 1959. Flora fósil y estratigrafía del Carbonífero de España NW y Portugal N. *Estudios geológicos*, xv: 393-420.
- WAGNER, R. 1966. Sur l'existence, dans la Cordillère Cantabrique, de séries de passage entre Westphalien et Stephanine: la limite inférieure de ces formations "cantabriques". *Compte Rendus de l'Académie de Science de Paris (D)*, 262: 1337-1340.
- WAGNER, R. 1969. Proposal for the recognition of a new "Cantabrian" Stage at the base of the Stephanian Series. *Compte Rendus 6<sup>e</sup> Congrès Carbonifère*. Sheffield, 1967. Vol. 1: 139-150.
- WAGNER, R. 2009. Geology of the Palaeozoic strata in northern Palencia. *Present and future of Palaeobotany in Southwest Europe*. 16<sup>th</sup> International Congress Organisation Francophone de Paléobotanique: 49-69.
- WAGNER, R. H., CARBALLEIRA, J., AMBROSE, T. Y MARTÍNEZ-GARCÍA, E. 1984. *Memoria del Mapa geológico de España a escala 1:50.000. Hoja 107 (Barruelo de Santullán)*. Segunda serie. MAGNA. Primera edición. IGME. Madrid. 133 p.
- WAGNER, R. Y MARTÍNEZ-GARCÍA, E. 1982. Description of an early Permian flora from Asturias and comments on similar occurrences in the Iberian Peninsula. *Trabajos de Geología*, 12: 273-287.
- WAGNER, R., VILLEGAS, F.J. Y FONOLLÁ, F. 1969. Description of the Lower Cantabrian stratotype near Tejerina (León, NW Spain). *Compte Rendu 6<sup>e</sup> Congrès International de Stratigraphie et Géologie du Carbonifère*. Sheffield, 1967 (I): 115-138.
- WATERS, C.N., WATERS, R.A., BARCLAY W.J. Y DAVIES, J.R. 2009. *A lithostratigraphical framework for the Carboniferous successions of southern Great Britain (onshore)*. Research Report RR 09/01. British Geological Survey. Keyworth, Nottingham. 184 p.
- WAGNER, R. Y WINKLER PRINS, C.F. 1983. The Cantabrian and Barruelian Stratotypes: a summary of basin development and biostratigraphic information. *Anais da Faculdade de Ciências*. Porto. Suppl. Vol., 64: 359-410.
- WAGNER, R. Y WINKLER PRINS, C.F. 1985. Stratotypes of the two lower Stephanian Stages, Cantabrian and Barruelian. *Dixième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère*. Madrid. Vol. 4: 473-483.
- WIMBLETON, W.A.P., ISHCHENKO, A.A., GERASIMENKO, N.P., KARIS, L.O., SUOMINEN, V., JOHANSSON, C.E., FREDEN, C. 2000. Geosites—an IUGS initiative: science supported by conservation. EN BARETTINO, D., WIMBLETON, W.A.P., GALLEGU, E. (EDS.). *Geological heritage: its conservation and management*. Madrid (Spain). P.: 69-94.

