

# MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación  
de Profesorado  
y Educación / 14-15

Formación de Profesorado  
de Educación Secundaria  
Obligatoria y Bachillerato  
(Biología y Geología)



**Propuesta  
metodológica para  
el diseño  
de itinerarios  
didácticos  
de Ciencias de  
la Naturaleza**  
*Sara Martín Hernanz*



**Autora: Sara Martín Hernanz**  
**Director: Jorge Luis Giner Robles**



# **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE ITINERARIOS DIDÁCTICOS DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**



## **PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL DISEÑO DE ITINERARIOS DIDÁCTICOS DE CIENCIAS DE LA NATURALEZA**

### **Contenido**

1.	INTRODUCCIÓN: Las salidas de campo como recurso didáctico .....	1
2.	ANTECEDENTES: Diseño de itinerarios didácticos .....	3
3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN/PROYECTO DE INNOVACIÓN .....	5
3.1.	Objetivos del trabajo y competencias básicas a desarrollar .....	5
3.2.	Metodología .....	5
A.	Establecimiento de fases de elaboración de itinerarios didácticos .....	5
B.	Establecimiento de criterios para considerar y clasificar puntos de interés didáctico en campo ....	5
C.	Establecimiento de criterios de valoración de Puntos de Interés Didáctico en campo (PIDs) ....	5
D.	Establecimiento de criterios de valoración de centros de interpretación y/o aulas de la naturaleza .....	6
E.	Diseño de un itinerario didáctico en el término municipal de Patones .....	6
4.	DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN.....	6
A.	Fases de elaboración de itinerarios didácticos.....	6
B.	Definición y clasificación de Puntos de Interés Didáctico en campo .....	9
C.	Criterios de valoración de puntos de interés didáctico en campo .....	11
D.	Criterios de valoración de centros de interpretación y aulas de la naturaleza .....	13
E.	Diseño de itinerario didáctico en el término municipal de Patones .....	15
a.	Definición del nivel educativo, objetivos y contenidos .....	15
b.	Selección de la zona de interés.....	16
	Contexto biogeográfico de Patones .....	16
	Contexto geológico de Patones .....	17
c.	Selección de Puntos de Interés Didáctico potenciales del término municipal de Patones .....	22
d.	Valoración de los PIDs preseleccionados en campo y del museo-aula geológica de Patones ....	22
e.	Organización del itinerario a partir de los PIDs valorados .....	55
5.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y/O PROPUESTAS COMPLEMENTARIAS .....	63
6.	CONCLUSIONES.....	67
7.	BIBLIOGRAFÍA.....	68
8.	ANEXOS.....	72

## 1. INTRODUCCIÓN: Las salidas de campo como recurso didáctico

A finales del S XIX, la Institución Libre de Enseñanza adoptó las excursiones como parte fundamental de su nuevo enfoque pedagógico, ya que en ella se daban las mejores condiciones para lograr la educación completa e integradora del ser humano (Ortega, 1998). En 1886, Francisco Giner de los Ríos y Manuel Bartolomé Cossío, realizan la primera excursión pedagógica de la Institución a la Sierra Madrileña, hecho que supondría una nueva puesta en valor del paisaje serrano: el denominado “guadarramismo”. Desde entonces, numerosos autores han resaltado el indiscutible potencial didáctico de los itinerarios y excursiones en la enseñanza de las Ciencias (Marrón, 2001; Sánchez-Ogallar, 1995; García-Ruiz, 1994; Gómez-Ortiz, 1986), coincidiendo en que la visita al territorio ofrece al alumnado una posibilidad de comprensión y relación de los fenómenos naturales difícilmente alcanzable por medio de otros recursos y facilitando el aprendizaje significativo a través de la experiencia de campo. Sólo a través del análisis vivencial los alumnos pueden comprender de manera significativa el papel que desempeñan las partes en el conjunto, es decir, ser capaces de identificar las relaciones que entre todos los elementos configuran la realidad que contemplamos (Crespo-Castellanos, 2012).

El simple hecho de salir fuera del aula supone ya un cambio importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues el entorno toma protagonismo, restándosele en parte al profesor, a los libros de texto y a la cierta rigidez institucional y académica de los centros y de los currículos. Partiendo de los conocimientos previos que el alumno posee de su entorno, el alumno va construyendo un aprendizaje sólido y permanente (Cruz-Naïmi, 2005). Según Nieda (1987): *“una salida de campo puede ser más rentable que varias sesiones de aula y sobre todo podemos estar seguros de que estamos colaborando a abrir en el alumno horizontes que difícilmente se perderán con el tiempo”*. Por otro lado, Terradas (1979) decía *“Se da en la escuela mucha más información sobre los mecanismos internos de la vida (biología molecular, genética, fisiología) que sobre los niveles de percepción más inmediatos. Nuestro sistema educativo aísla al hombre de la naturaleza”*. Terradas también decía *“La escuela tiene el deber de favorecer la sensibilización colectiva, sobre todo estableciendo unas motivaciones personales de interés por la naturaleza y una base cultural sobre los mecanismos que aseguran el funcionamiento de los ecosistemas naturales y de la biosfera como un todo. Es decir, tiene el deber de realizar una ingente y urgente tarea de educación ambiental”*.

A continuación se enumeran algunas de las ventajas que ofrecen las salidas de campo:

Con el alumnado:

- Desarrollo tanto de la comunicación verbal como de la no verbal entre profesores y alumnos (Rubio-Sáez, 1997)
- Desarrollo de habilidades de observación (Rubio-Sáez, 1997).

- Comprensión de conceptos científicos básicos y comprobación de hechos concretos (Rubio-Sáez, 1997)
- Desarrollo de habilidades procedimentales y de comunicación, mediante determinadas experiencias prácticas de fácil consecución, programadas en función de capacidades (Rubio-Sáez, 1997)
- Desarrollo de la autoestima y la autoconfianza al alcanzar resultados positivos en los trabajos realizados (Rubio-Sáez, 1997)
- Los alumnos son los protagonistas de la actividad. El aprendizaje de conocimientos de produce de forma autónoma y progresiva (Parra-Boyero et al., 2008)
- Invitación a la interdisciplinariedad. Permite incluir actividades de todas las áreas, ampliando las posibilidades temáticas (Parra-Boyero et al., 2008)
- Colabora en la creación de un espíritu crítico, responsable y participativo en el alumno (Gómez-Ortiz, 1986)
- Permite captar la realidad de manera integrada (Gómez-Ortiz, 1986)
- Fomenta en los alumnos la observación directa de los objetos de estudio (Gómez-Ortiz, 1986)
- Propicia la comparación, poniendo de manifiesto semejanzas y diferencias entre distintas áreas (Sánchez-Ogallar, 1995)
- Constituye un marco único para el desarrollo de las destrezas cartográficas, como la lectura de mapas, orientación o localización (Sánchez-Ogallar, 1995)
- Permite a los alumnos una perspectiva ambiental sobre el entorno que puede propiciar la búsqueda de soluciones a problemas ambientales (Sánchez-Ogallar, 1995)

Con el profesorado:

- Fácil de adaptar al tiempo disponible (una mañana, día completo o varios días) (Parra-Boyero et al., 2008).
- Se puede desarrollar en entornos relativamente próximos (Parra-Boyero et al., 2008).
- Consolida el trabajo en equipo del profesorado (Gómez-Ortiz, 1986)

A pesar de las incontables ventajas que ofrecen las salidas de campo, éstas se realizan de manera poco habitual por parte de la mayoría de los docentes. Además, no guardan una periodicidad al menos estacional (suele ser una al año) y encuentran multitud de problemas de otra índole ajenos al profesorado. Existe abundante bibliografía sobre las actividades de campo, pero no se las conecta y secuencia con los contenidos de los distintos niveles y en relación con los distintos tipos de alumnos (Rubio-Sáez, 1997). Por otro lado, existen bastantes dificultades tanto pedagógicas como organizativas (Rebelo et al., 2011) para llevar a cabo las salidas de campo, entre estas últimas el excesivo tiempo consumido o el elevado número de alumnado, a las que se unen dificultades del tipo institucional, como la poca flexibilidad de la Administración en relación con este tipo de actividades, la falta de material adecuado y también el poco reconocimiento del valor educativo de los recursos naturales del entorno (Zamalloa et al., 2014).

El freno a realizar salidas de campo o la insatisfacción que producen a muchos profesionales, puede deberse a su mala planificación o a la falta de objetivos claros a nivel operativo en el momento de diseñarlas (Rubio Sáez, 1987). Por otro lado, la excesiva importancia que se le da al conocimiento taxonómico, hace que muchos docentes, que no conocen la mayoría de las especies del entorno, no se atrevan a salir a él con sus alumnos (Rubio Sáez, 1987). La clave para el éxito de las salidas de campo reside, por tanto, en una adecuada planificación.

## **2. ANTECEDENTES: Diseño de itinerarios didácticos**

A lo largo de las últimas décadas, diversos autores han destacado en sus trabajos el reconocimiento del papel fundamental en el currículo de las prácticas de campo (véase "Introducción: las salidas de campo como recurso didáctico"). Paralelamente, otros investigadores han abordado los aspectos metodológicos que singularizan este tipo de actividades desde un punto de vista didáctico (Pedrinaci et al., 1994; Brusi et al., 2011).

Es cierto que los objetivos y contenidos son específicos de cada zona y nivel académico y que la metodología didáctica que cada docente emplea en el campo puede ser muy variada. Sin embargo, los profesores que llevan a los estudiantes al campo dedican la mayor parte de sus esfuerzos en diseñar y llevar a cabo actividades concretas de aprendizaje durante las mismas (Corbí et al., 2013). La fase de preparación suele limitarse a la elaboración de un dossier que se entrega a los estudiantes antes de la actividad y que, a menudo, contiene elementos descriptivos del itinerario y algunas pautas metodológicas que deberán aplicar los alumnos en los trabajos/actividades de campo (García de la Vega, 2004; Parra-Boyero et al., 2008; Brusi et al., 2011).

Muchos de los trabajos sobre excursiones de campo que se están publicando en las últimas décadas son de índole geológica y presentan fines divulgativos. Esto probablemente se deba a la puesta en valor de la Geodiversidad y la toma de conciencia de ciertos colectivos e instituciones (Corbí et al., 2013). Iniciativas a nivel estatal como el Geolodía (Crespo Blanc et al., 2011) acercan los itinerarios geológicos a la ciudadanía en general. Igualmente han proliferado los Senderos Geológicos (Alfaro et al., 2004a) o GeoRutas para la puesta en valor y divulgación del patrimonio geológico, sobre todo asociados a Parques o Parajes Naturales (Carcavilla, 2007). En el ámbito de la educación formal, diversas instituciones o asociaciones han marcado estrategias consistentes en establecer directrices metodológicas para diseñar actividades de campo. En este sentido, la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra (AEPECT) editó un volumen monográfico sobre actividades de campo (Brusi, 2011). Otras publicaciones de índole geológica se basan en la propuesta de itinerarios didácticos. Por ejemplo el trabajo de Vegas-Salamanca y Díez-Herrero (2008) propone un itinerario para conocer el patrimonio geológico y minero de la provincia de Segovia. Asimismo, Alfaro y colaboradores

(2004b) elaboraron un compendio de itinerarios geológicos por la provincia de Alicante para su utilización en el Bachillerato. Otro ejemplo es el de Ruiz-Fernández (2002) que propone un itinerario para conocer el paisaje natural del Oriente de Asturias. En esta línea, el portal GEOCAMP (Brusi et al., 2011) reúne información útil a la hora de plantear las actividades de preparación de las salidas de campo, incluyendo las pautas metodológicas que facilitan el trabajo en los afloramientos y sugiere algunas ideas respecto a las actividades de síntesis.

En la Comunidad de Madrid también existen multitud de propuestas similares a las expuestas. Esto se debe a que la sierra de Madrid ofrece muchas posibilidades para tratar los diferentes temas que se imparten en las asignaturas de Ciencias Naturales de estos cursos, y se pueden adaptar actividades a cualquier nivel de conocimiento (Corvea et al., 2006) e incluso puede ser un buen lugar para la divulgación de las Ciencias de la Tierra a cualquier tipo de público. Según Ruiz (1998) la importancia que tiene la sierra de Madrid desde el punto de vista de patrimonio natural y sociocultural no está suficientemente difundida, por lo que la sociedad, en general, no valora y defiende adecuadamente este patrimonio. Otros autores, sin embargo, opinan que numerosos centros educativos de enseñanza media y superior madrileños, de otras comunidades e incluso de otros países son conscientes del potencial en recursos didácticos que presenta el medio natural de la Comunidad de Madrid (García-Hidalgo y Gil, 2008).

Dentro del sector norte de la Comunidad de Madrid también se ha puesto de relieve la potencialidad didáctica del territorio, atribuida fundamentalmente a su encuadre geológico y geomorfológico. Conscientes del potencial didáctico del Patrimonio Natural del territorio madrileño, la Universidad de Alcalá editó una "Guía de Puntos de Interés Didáctico del Norte de la Comunidad de Madrid" (Corvea et al., 2006) dirigido fundamentalmente a docentes, en la que además de un catálogo de puntos con valor didáctico, se ofrecía una sencilla metodología de clasificación y selección de los mismos para el diseño de diferentes actividades de campo. A partir de los puntos propuestos por Corvea et al. (2006) se han elaborado diferentes itinerarios, como el que plantearon García-Hidalgo y Gil (2008) para conocer la evolución reciente y dinámica fluvial de los ríos Jarama y Lozoya, o el que plantearon Cardaba y colaboradores (2015) para trabajar diferentes contenidos de Geología, Biología e Historia de la Sierra de Madrid. Asimismo, se publicó una propuesta de itinerario didáctico para la interpretación de los elementos físicos de los paisajes de la Sierra de Guadarrama (Crespo-Castellanos, 2012) y una propuesta de itinerario didáctico en el marco de la semana de la ciencia de la Comunidad de Madrid en el Real Sitio de San Lorenzo del Escorial (Mínguez, 2010). Sin embargo, estos trabajos se centran en la descripción del itinerario y actividades propuestas pero no se han tenido en cuenta criterios unificados que cuantifiquen la viabilidad o el grado de adecuación de estas salidas a los estudiantes de Secundaria y Bachillerato. Del mismo modo, en la mayoría de los casos tampoco se han propuesto itinerarios multidisciplinares, donde se puedan trabajar diferentes contenidos de las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza desde un enfoque globalizador.

### 3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN/PROYECTO DE INNOVACIÓN

#### 3.1. Objetivos del trabajo y competencias básicas a desarrollar

Como se expuso en el marco teórico, los trabajos destinados a la elaboración de itinerarios didácticos van dirigidos fundamentalmente al diseño de actividades y no tanto al diseño del itinerario. Los criterios para la selección de los puntos de interés didáctico que van a visitarse en dicho itinerario son difusos, por lo que parece recomendable desarrollar una metodología que permita a cualquier docente valorar el grado de adecuación de un punto de interés didáctico potencial o de un itinerario en su globalidad. El presente trabajo pretende sopesar las metodologías propuestas hasta el momento, incluyendo algunos aspectos metodológicos no considerados y que pueden ser de utilidad para este fin. Los objetivos específicos son:

- Establecer las **fases para el diseño y planificación** de un itinerario didáctico
- Establecer unos criterios que permitan **definir, clasificar y valorar Puntos de Interés Didáctico** en campo
- Establecer unos criterios que permitan **valorar centros de interpretación y/o aulas de naturaleza** como parte de un itinerario didáctico
- **Poner en práctica** todas las fases del diseño metodológico para itinerarios didácticos en el **término municipal de Patones**
- **Proponer un itinerario didáctico innovador**, empleando una aplicación móvil (Geocaching), y una serie de actividades para poner en práctica con alumnos de Educación Secundaria

#### 3.2. Metodología

##### A. Establecimiento de fases de elaboración de itinerarios didácticos

A partir de los trabajos que tratan sobre el diseño de itinerarios didácticos se pretende realizar un compendio de todos los aspectos metodológicos que se han tenido en cuenta y añadir aquellos que, siendo importantes, no se han contemplado hasta el presente.

##### B. Establecimiento de criterios para considerar y clasificar puntos de interés didáctico en campo

Para poder evaluar el grado de adecuación de los diferentes Puntos de Interés Didáctico (PIDs) que van a conformar el itinerario, el primer paso será definir el concepto de PID y realizar una propuesta de clasificación de los mismos en función de posibles modalidades que nos podamos encontrar en campo y que sea práctica para el diseño del itinerario.

##### C. Establecimiento de criterios de valoración de Puntos de Interés Didáctico en campo (PIDs)

Puesto que no existe ninguna metodología que permita valorar de manera semi-cuantitativa el grado de adecuación de PIDs en campo, se utilizarán como referencia los criterios empleados en otros trabajos para evaluar puntos de interés turístico o científico, adaptándolos a las necesidades de la Educación Formal, y concretamente a ESO y Bachillerato.

#### D. Establecimiento de criterios de valoración de centros de interpretación y/o aulas de la naturaleza

Del mismo modo que para el establecimiento de criterios de valoración de PIDs en campo, se propondrá una metodología empleado como referencia trabajos en los que se haya valorado la calidad de los centros de interpretación o aulas de naturaleza adaptándolo a las exigencias y necesidades de la Educación Secundaria.

#### E. Diseño de un itinerario didáctico en el término municipal de Patones

Siguiendo las fases propuestas para la elaboración de itinerarios didácticos, se pretende diseñar un itinerario que además presente una metodología innovadora y multidisciplinar. Las fases para el diseño del itinerario serán las siguientes:

- a. *Definición del nivel educativo, objetivos y contenidos*
- b. *Selección de la zona de interés*
- c. *Selección de Puntos de Interés Didáctico potenciales*
- d. *Valoración de los PIDs preseleccionados en campo y del museo-aula geológica de Patones*
- e. *Organización del itinerario a partir de los PIDs valorados*

### 4. DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE INNOVACIÓN

#### A. Fases de elaboración de itinerarios didácticos

El diseño metodológico para la elaboración de itinerarios didácticos en campo propuesto en el presente trabajo se ha desarrollado a partir del compendio de varios trabajos bibliográficos (Corvea et al., 2006; Vegas-Salamanca y Díez-Herrero, 2008; Crespo-Castellanos, 2012; Corbí et al., 2013) y aportaciones propias (figura 1).

El diseño de un itinerario didáctico debe tener como punto de partida el **establecimiento del nivel educativo** al que irá dirigido, así como la definición de las **competencias** que se pretenden trabajar. El nuevo enfoque derivado de la nueva corriente de diseño por competencias sitúa a éstas como el referente integrador, el elemento central de la planificación docente (Brusi et al., 2011b). Una vez definidas las competencias, pueden desarrollarse en paralelo los **objetivos** que se pretenden alcanzar y **contenidos** que se quieren trabajar antes, durante y después de dicho itinerario (Vegas-Salamanca y Díez-Herrero, 2008; Crespo-Castellanos, 2012; Corbí et al., 2013).

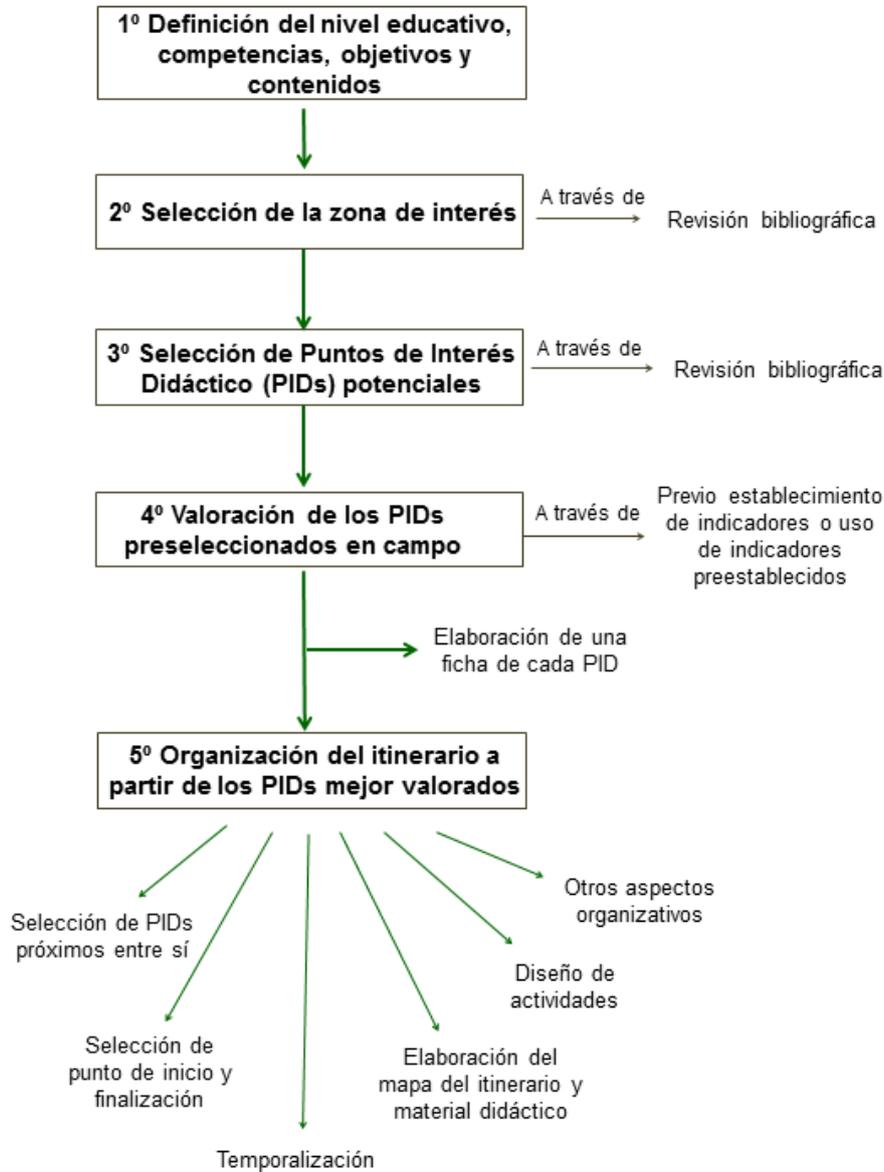
El siguiente paso consiste en la **selección de la zona** donde se llevará a cabo el itinerario (Corvea et al., 2006; Corbí et al., 2013). Los motivos para seleccionar una zona u otra pueden ser variados y dependen de las preferencias del docente (cantidad de información disponible, proximidad de la zona al centro de enseñanza, interés que pueda suscitar un

determinado entorno natural, experiencias positivas de otros docentes o del propio docente en la zona, etc). Esta fase incluye la caracterización general del área de trabajo tanto en sus aspectos del medio físico-natural como del socio-económico. A través de esta fase, se **preseleccionan puntos** que podrán ser de elevado interés dentro del itinerario. Esta preselección puede llevarse a cabo de diversas maneras: a través de publicaciones sobre puntos de interés didáctico de la provincia, búsqueda en blogs o recursos digitales, cartografía, etc. La presencia de publicaciones divulgativas en una región, e incluso de itinerarios turísticos ayuda en gran manera al diseño de prácticas de campo con fines docentes (Corbí et al., 2013). Podemos servirnos de publicaciones de itinerarios temáticos (geólogos, botánicos, ornitológicos) y lugares de interés comunitario, zonas de especial protección para las aves o de interés geológico (LICs, ZEPAs y LIGs). También conviene consultarse el MAGNA (Mapa Geológico Nacional) (Corbí et al., 2013), y otras cartografías temáticas, el Inventario Español del Patrimonio Natural y Biodiversidad (<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-patrimonio-natural-biodiv/>) o el Catálogo de bienes protegidos incluido en los Planes de Ordenación Urbana del municipio o los municipios integrados dentro del área de interés.

Una vez se hayan preseleccionado un número significativo de puntos de interés didáctico, el siguiente paso es **valorar el grado de adecuación** de dichos puntos a la etapa educativa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Para ello, deben establecerse una serie de criterios que reúnan, además del grado de adecuación curricular, aspectos de logística, seguridad, motivacionales y de atención a la diversidad (véase apartado de “criterios de valoración de puntos de interés didáctico en campo”). Actualmente no se ha abordado un análisis pormenorizado y cuantificado de Puntos de Interés Didáctico, razón por la cual hemos planteado un apartado en el que se proponen una serie de indicadores que pueden ser de utilidad para este fin. Para valorar los diferentes PIDs preseleccionados es necesario **visitar** cada uno de ellos. Conviene **elaborar una ficha** de cada PID en la que se describa la localización y el acceso, una descripción general del PID, una evaluación resaltando las ventajas y los inconvenientes que presenta el punto y, si la valoración ha sido positiva, los contenidos didácticos que se podrían trabajar en el citado PID.

A continuación, se seleccionan los **puntos que se consideran adecuados o muy adecuados** (descartando los poco o nada adecuados), que servirán como base para el **diseño del itinerario**. Uno de los criterios relevantes en este sentido es la **proximidad a otros PIDs** (véase anexo I). Zonas donde existen PIDs muy próximos son lugares óptimos para el desarrollo de itinerarios didácticos. Por otro lado, deberá escogerse el **punto de inicio y finalización**, teniendo en cuenta aquellos puntos en los que la accesibilidad tenga el valor más elevado (véase anexo I). Antes de dar por sentado el itinerario, debe establecerse la **temporalización**. La viabilidad del itinerario vendrá condicionada tanto por la longitud del mismo, como por el número de paradas programadas, así como por el tiempo necesario en cada parada para realizar la explicación y las actividades correspondientes. Un itinerario dirigido a estudiantes de

Secundaria, no debería superar los 8 km de longitud ni las 5 horas de duración (Corbí et al., 2013).



**Figura 1.** Esquema metodológico para el diseño de itinerarios didácticos. Fuente: elaboración propia

Seguidamente, se elaborará un **mapa del itinerario** con los PIDs bien delimitados mediante símbolos que faciliten su visualización (fuera de escala) y con un número o nombre de identificación. Google Earth aporta una gran variedad de herramientas que pueden ser útiles en la confección y evaluación del itinerario. Por ejemplo, se pueden calcular distancias, visualizar el perfil topográfico, conocer las coordenadas de cada punto, incorporar anotaciones, etc. Las fichas confeccionadas en la fase de valoración de los PIDs pueden ser útiles como material didáctico para alumnos o profesores, adaptándolas a los contenidos y objetivos concretos, así como a la metodología y actividades planteadas.

Para el diseño de las actividades, es importante realizar una correcta progresión metodológica para la adquisición de las distintas competencias y la consecución de los diferentes contenidos, combinándolos con el disfrute y el juego en el medio natural así como con la validez lúdica e instrumental que proporcionan las salidas de campo (Parra-Boyero et al., 2008). Además, se debe tener en cuenta el desarrollo cognitivo del alumnado y los conocimientos previos que presentan para ajustar las actividades a las características del alumnado y promover el aprendizaje significativo. Una singularidad de las prácticas de campo es la dificultad de los estudiantes para procesar la información. En la mayoría de las actividades de campo no basta con organizar o asimilar conceptos u observaciones. Para adquirir determinadas competencias resulta imprescindible “operar” con esas informaciones, poniendo en práctica operaciones mentales como la deducción, inducción, comparación clasificación y abstracción (Brusi et al., 2011b). También resulta conveniente que las actividades se estructuren en tres fases en relación con la realización del itinerario (Caballero et al., 2007): **actividades previas** al itinerario, para que los alumnos tomen contacto con el entorno que van a visitar y sepan cual es la mejor forma de equiparse; **actividades durante** el itinerario para que el docente oriente las vivencias y experiencias de los alumnos y **actividades posteriores** al itinerario, que sirvan para la reflexión, asimilación y evaluación de los contenidos trabajados durante el mismo.

Por último, deben tenerse en cuenta una serie de aspectos antes de la puesta en acción del itinerario (Corbí et al., 2013):

- **Época del año:** dependiendo de los contenidos a trabajar y de los PIDs seleccionados, habrá momentos del año más propicios para realizar el itinerario
- **Previsión meteorológica:** se debe comprobar la meteorología en las jornadas previas a la salida de campo con el fin de evitar situaciones de riesgo (fuertes lluvias, viento, nevadas, etc).
- **Material básico necesario** para realizar el itinerario: dependerá de la zona (normalmente equipamiento de campo con calzado adecuado, impermeable, gorra, comida y bebida necesaria, etc) y de los contenidos a trabajar

## B. Definición y clasificación de Puntos de Interés Didáctico en campo

Según Corvea (2001) los Puntos de Interés Didáctico (PID) pueden definirse como el conjunto de recursos naturales o antroponaturales, cuya singularidad, cualidades o propiedades facilitan, con un enfoque pedagógico, el conocimiento *in situ* de sus valores científicos y culturales. Sin embargo, en base a esta definición estamos descartando lugares de gran valor didáctico que son enteramente antrópicos, por ejemplo los museos de ciencias naturales, los jardines botánicos o las depuradoras de aguas residuales, o por poner ejemplos de índole no científico, también podrían considerarse los monumentos históricos, teatros, museos de arte, etc. Todos ellos tienen

en común que son geográficamente delimitables y que dan pie a trabajar contenidos curriculares, propios de la educación formal.

En lo que respecta al ámbito de las Ciencias Naturales, y concretamente a los Puntos de Interés Didáctico que se encuentran en un entorno natural o seminatural, quizás sea más conveniente remarcar que se trata de PIDs **en campo**. La selección de PIDs en este contexto parte de la posibilidad de distinguir lo particular dentro de lo general y debe basarse en una perspectiva interdisciplinar donde prime el carácter práctico y dinámico de la enseñanza de las Ciencias Naturales y donde se promueva el desarrollo de aptitudes y actitudes propias de esta disciplina (Corvea et al., 2006).

De acuerdo con Corvea y colaboradores (2006) resulta muy difícil delimitar una zona, territorio o recursos en función de su interés didáctico. Por ello, parece necesario establecer unos criterios generalizables en el ámbito educativo en los que se valoren no solo los contenidos curriculares que se puedan trabajar, sino otros aspectos que garanticen la seguridad y el disfrute del alumnado (anexo I).

La clasificación de Puntos de Interés Didáctico puede obedecer a muchos criterios. En el presente trabajo se emplearán únicamente dos de ellos: el tipo de observación y el área del conocimiento (Corvea et al, 2006). De acuerdo con el tipo de observación, los PIDs se pueden clasificar en:

- **Puntuales:** cuando se destaca un rasgo o fenómeno específico (pliegue, terraza, especie vegetal, etc)
- **Areales:** cuando la observación se dirige a un conjunto de fenómenos o “unidades delimitadas” (valle, cerro, bosque, poblado, etc)
- **Panorámicos:** cuando la observación es más general y se orienta al conjunto de unidades cuyos límites dependen de la posición que ocupe el observador

La clasificación por áreas del conocimiento depende de los valores más sobresalientes o más evidentes en función de los contenidos a transmitir (Corvea et al, 2006). En este caso, y teniendo en cuenta los bloques de contenidos trabajados en las asignaturas de Ciencias de la Naturaleza, se considerarán las siguientes áreas del conocimiento:

- **Geología:** sobresalen aspectos relacionados con la disciplina de la Geología. Dentro de este área de conocimiento se incluyen también sub-disciplinas tales como la geomorfología, la hidrogeología, la estratigrafía, la mineralogía, la paleontología, etc.
- **Botánica:** sobresalen aspectos relacionados con especies, poblaciones o comunidades vegetales. Dentro de este área del conocimiento se incluyen sub-disciplinas tales como la etnobotánica, la taxonomía, la fisiología vegetal, etc.

- **Zoología:** sobresalen aspectos relacionados con especies, poblaciones o comunidades animales. Dentro de este área del conocimiento se incluyen sub-disciplinas como la etología, la taxonomía, la fisiología animal, etc.
- **Ecología:** sobresalen aspectos relacionados con la ecología, donde se hacen evidentes las interacciones entre los factores bióticos, abióticos y antrópicos.

En el anexo II se adjunta una tabla donde están enumeradas las asignaturas propias de las Ciencias Naturales establecidas en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Dentro de cada una de las asignaturas, están incluidos los bloques de contenidos y contenidos que deberían trabajarse en entornos naturales o seminaturales. Al lado de cada contenido está citada el área de conocimiento (Geología, Botánica, Zoología y Ecología) que mejor se ajusta a dicho contenido.

### C. Criterios de valoración de puntos de interés didáctico en campo

Para la selección de indicadores que permitan llevar a cabo una valoración lo más objetiva y semi-cuantitativa posible del grado de adecuación de los puntos de interés didáctico, en primer lugar se recurrió a material bibliográfico. García-Cortes y Carcavilla (2013) propusieron una serie de criterios para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) a cada uno de los cuales les habían otorgado diferentes pesos ponderados para valorar su interés en cada uno de los tres usos posibles (científico, didáctico y turístico-recreativo). En base a este valor de ponderación, en principio se seleccionaron aquellos criterios en los que dicho valor fuera superior a cero para el uso didáctico. No obstante, también se seleccionaron algunos de los criterios que, aun teniendo un valor de ponderación igual a cero, consideramos relevantes desde el punto de vista de la Educación Formal (Grado de conocimiento científico del lugar, posibles actividades a realizar). Del mismo modo, no se consideraron algunos criterios que, aun teniendo un valor de ponderación superior a 1, no consideramos relevante desde el punto de vista de la educación formal (infraestructura logística).

Se complementó la información recogida en el documento publicado por García-Cortes y Carcavilla (2013) con otros estudios sobre diseño de itinerarios didácticos, itinerarios geológicos y evaluación de puntos de interés turístico (Ivars, 2001; Corvea et al, 2006; Martín-Hernanz, 2006; Vegas-Salamanca y Díez-Herrero, 2008; Cebrián y García, 2010; Crespo-Castellanos, 2012; García-Cortés y Carcavilla, 2013); incluyendo aquellos indicadores que también pueden determinar el grado de adecuación de un recurso didáctico en campo (Anexo III). De los dieciséis indicadores recopilados a partir de la bibliografía citada, tres fueron eliminados por estar directamente relacionados con otros indicadores, dos fueron integrados dentro de otros

indicadores y el resto fueron adaptados a la tarea que nos concierne. Además, se incluyeron tres indicadores de elaboración propia. Finalmente, se consideraron trece indicadores (anexo I):

1. Representatividad
2. Singularidad / rareza / originalidad
3. Espectacularidad o belleza
4. Estado de conservación
5. Fragilidad y vulnerabilidad
6. Estacionalidad
7. Condiciones de observación
8. Peligrosidad del terreno
9. Grado de adecuación a los contenidos curriculares
10. Proximidad a otros PIDs
11. Accesibilidad
12. Cantidad de información disponible
13. Recursos disponibles

Una vez definidos los indicadores, se establecieron cuatro categorías correspondientes a cuatro valores posibles (1: grado de adecuación mínimo, 2 y 3: grado de adecuación medio; y 4: grado de adecuación máximo) (anexo I). Estas categorías fueron adaptadas o reformuladas respecto a las referencias empleadas, o creadas para aquellos indicadores no utilizados previamente o donde no se hubieran establecido categorías para su valoración.

En segundo lugar, se determinaron una serie de “indicadores clave” a partir de los indicadores establecidos. Si a este tipo de indicadores se les asigna un valor igual a 1 (grado de adecuación mínimo), automáticamente el punto se descarta como PID. Estos indicadores se han seleccionado teniendo en cuenta la accesibilidad al lugar, la estacionalidad, la peligrosidad, la representatividad y el grado de adecuación a los contenidos curriculares, por ser indicadores de gran relevancia y decisivos en el diseño del itinerario (color rojo, anexo I).

Por último, los indicadores se clasificaron y agruparon en tres tipos de factores:

- **Intrínseco:** en él se incluyen los indicadores que dependen de las características naturales del lugar
- **Intrínseco y de uso:** en él se incluyen los indicadores que dependen de las características naturales y del uso que se haga del lugar
- **De uso:** en él se incluyen indicadores que dependen de los recursos materiales y humanos que permiten o adecúan el uso potencial del lugar

Para constatar el grado de adecuación de la visita de escolares a los diferentes Puntos de Interés Didáctico preseleccionados, se han considerado cinco posibles grados de adecuación en base a la suma de valores asignados a todos los indicadores:

- Punto **nada adecuado** para la visita por parte de estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato: se ha asignado valor 1 a alguno de los indicadores clave.
- Punto **muy poco adecuado** para la visita por parte de estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma de los valores es **igual o inferior a 26**.
- Punto **poco adecuado** para la visita por parte de estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma de los valores está comprendido **entre 27 y 32**.
- Punto **adecuado** para la visita por parte de estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma de los valores está comprendida **entre 33 y 38**.
- Punto **muy adecuado** para la visita por parte de estudiantes de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma de los valores es **igual o superior a 39**.

#### D. Criterios de valoración de centros de interpretación y aulas de la naturaleza

Del mismo modo que para los Puntos de Interés Didáctico, parece aconsejable evaluar, desde el punto de vista de la educación formal o más concretamente desde la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato, el grado de adecuación de los centros de interpretación y aulas de la naturaleza a las visitas de escolares de este periodo académico. Éstos pueden servir como punto de partida del itinerario en tanto que pueden contener elementos que sirvan para motivar a los alumnos y para exponer algunos contenidos que se van a trabajar.

Para desarrollar la propuesta metodológica para la evaluación del grado de adecuación de centros de interpretación y aulas de la naturaleza a la visita de estudiantes de ESO y Bachillerato, se recurrió a dos estudios en los que se proponen una serie de indicadores para evaluar aspectos no directamente relacionados, pero que pueden ser de utilidad en la tarea (Carricondo-Sánchez, 2010; Martín-Hernanz y Martín-Gil, 2014). A continuación, se seleccionaron solo aquellos que consideramos que tenían una relación más directa con la educación formal de este periodo académico (anexo IV). De los dieciséis indicadores seleccionados, once fueron fusionados para conformar nuevos indicadores y cinco se mantuvieron. También se incluyó un nuevo indicador que consideramos importante valorar (recursos cartográficos, anexo V). Finalmente, se establecieron doce indicadores:

1. Gestión del centro
2. Ubicación
3. Accesibilidad
4. Tamaño del equipamiento
5. Satisfacción de necesidades básicas
6. Adecuación de los contenidos a diferentes niveles
7. Grado de adecuación a contenidos curriculares
8. Calidad de los contenidos
9. Atractivo de la exposición
10. Recursos audiovisuales

- 11. Recursos cartográficos
- 12. Oferta de actividades

Del mismo modo que para el establecimiento de criterios de valoración de puntos de interés didáctico, se establecieron cuatro categorías correspondientes a cuatro valores posibles (1: grado de adecuación mínimo, 2 y 3: grado de adecuación medio; y 4: grado de adecuación máximo) (Anexo V) a partir de la adaptación o reformulación de las categorías empleadas en las referencias previas o la creación de nuevas categorías más apropiadas a nuestros objetivos.

Para constatar el grado de adecuación de los centros de interpretación o aulas de naturaleza a las visitas de escolares, se han determinado tres posibles grados de adecuación en base a la suma de valores asignados a todos los indicadores:

- Centro **poco o nada adecuado a la visita de estudiantes** de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma total de los valores **es igual o inferior a 24**.
- Centro **adecuado a la visita de estudiantes** de Educación Secundaria y Bachillerato pero con algunas líneas de mejora: la suma de los valores está comprendida **entre 25 y 35** (ambos incluidos).
- Centro **muy adecuado a la visita de estudiantes** de Educación Secundaria y Bachillerato: la suma de los valores es **igual o superior a 36**.

## E. Diseño de itinerario didáctico en el término municipal de Patones

Para calibrar y analizar la bondad de la metodología, se va a aplicar en el término municipal de Patones (Madrid), por ser una de las regiones de la Comunidad de Madrid donde tradicionalmente se han realizado excursiones de campo de todos los niveles educativos, y donde aún se realizan. De este modo, todo el material elaborado en el presente trabajo podrá ser de utilidad para aquellos docentes que tienen en su programación curricular la realización de un itinerario en este término municipal.

### a. Definición del nivel educativo, objetivos y contenidos

#### *Contenidos a trabajar en el itinerario*

Los contenidos de Biología y Geología que se pretenden trabajar en el itinerario pueden ser adaptables a los dos ciclos de la ESO según el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato establecido en el *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre*. El itinerario propuesto permite también trabajar contenidos de la asignatura de Geografía e Historia de 3º de ESO en base al mismo Real Decreto, por lo que sería adecuada una coordinación entre los departamentos de Biología y Geología y de Geografía e Historia para llevar a cabo la actividad de manera coordinada. En el anexo VI se muestran los contenidos más adecuados para trabajar en el citado itinerario.

#### *Objetivos planteados para el itinerario*

- Identificar los diferentes elementos de los ecosistemas
- Reconocer las especies animales y vegetales más abundantes y analizar los factores que pueden estar determinando su distribución
- Reconocimiento de las principales rocas que se encuentran en la zona
- Describir los elementos estructurales del paisaje e identificar los diferentes agentes que han dado lugar a las características del mismo
- Identificar la intervención del hombre en el paisaje y valorar el impacto que dicha intervención ha generado o puede generar
- Adquirir destrezas cartográficas como: localizar elementos del territorio en el mapa, orientación o interpretación del mapa frente a la realidad.
- Desarrollar la percepción multisensorial del entorno y la experimentación vivencial del mismo
- Potenciar el descubrimiento personal y el autoaprendizaje
- Desarrollar la sensibilización, motivación, comprensión y respeto a los seres vivos y el entorno
- Desarrollar la apreciación estética de la Naturaleza
- Valorar los espacios naturales y adquirir hábitos de comportamiento sostenibles que contribuyan a su conservación.

## b. Selección de la zona de interés

El término municipal de Patones se encuentra en el Noreste de la Comunidad de Madrid, en el límite con la provincia de Guadalajara. Cuenta con una elevada heterogeneidad de paisajes, cuyo motivo de identidad reside en la existencia de tres zonas litológicas diferenciales en composición y origen histórico que condicionan las especies vegetales y animales que crecen sobre ellas, viéndose enriquecida la diversidad biológica del territorio. Esto supone un motivo más que elocuente para considerar que este término municipal presenta una gran potencialidad didáctica.

### Contexto biogeográfico de Patones

En el término municipal de Patones discurren y confluyen dos de los ríos más importantes de la Sierra de Madrid: el Lozoya y el Jarama. La altitud media de esta zona ronda los 800 a 900 metros (Grijalbo, 2010), llegando a los 1264 m en el Cancho de la Cabeza, pico más elevado de Patones. La temperatura media anual se sitúa entre los 8 y los 12°C.

Es evidente que el término municipal de Patones se encuentra en la región biogeográfica mediterránea. La altitud y latitud en esta zona enmarcan al territorio dentro del piso bioclimático supramediterráneo (Grijalbo, 2010). Cabría esperar que la vegetación dominante fueran melojares, sabinars o hayedos. Sin embargo, la vegetación potencial son los encinares y los quejigares (Gómez-Hernanz et al., 2001). Debido al intenso uso agrícola del municipio y a la plantación de pinares de repoblación, quedan escasos rodales de bosque de quejidos o encinas (véase PID 6: Travesía de las cuevas), habiendo dado paso en la mayoría de los casos a matorral mediterráneo. Las especies vegetales que dominan estos matorrales están claramente condicionadas por la naturaleza del suelo, distinguiéndose un matorral típicamente acidófilo frente a un matorral basófilo.

En las orillas de los cursos fluviales domina la vegetación de ribera. En algunos puntos se encuentra muy bien conservada, especialmente en el curso bajo del río Lozoya, mientras que en otros han ganado terreno especies más heliófilas que demuestran un estado avanzado de degradación. Más detalles sobre las especies animales y vegetales que pueden encontrarse en el territorio se encuentran descritos en los diferentes puntos.

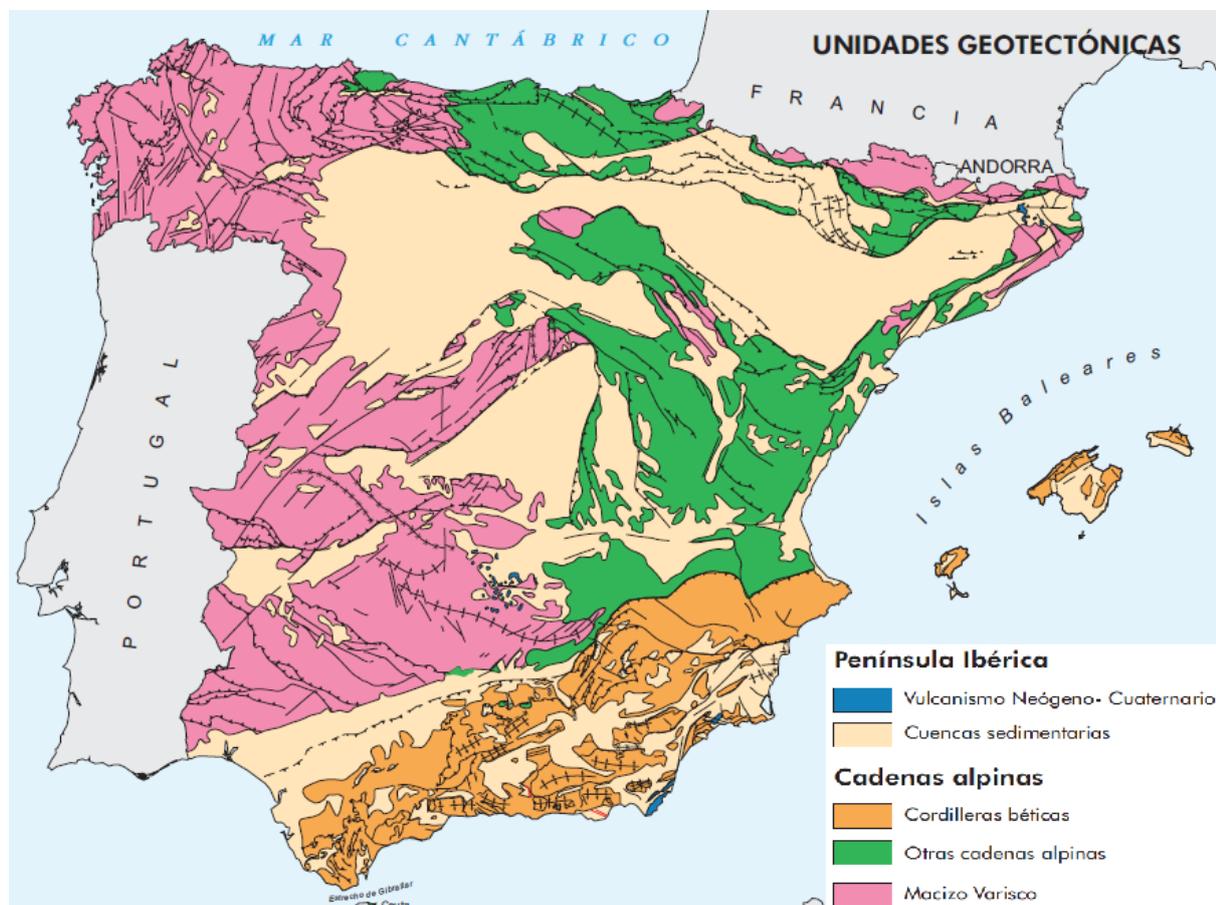
Por último, es lícito hacer referencia a que una parte del término municipal está incluida dentro de los Lugares de Interés Comunitario “Cuenca del río Lozoya y Sierra Norte” y “Cuenca de los ríos Jarama y Henares” lo que pone de relieve su valor ambiental.

## Contexto geológico de Patones

Dada la enorme importancia geológica del término municipal de patones, se dedicarán unas líneas a describir el contexto geológico actual de la Península Ibérica y de la Comunidad de Madrid, siendo este último de enorme relevancia para la comprensión integral de los contenidos de Geología que se pueden trabajar en los diferentes Puntos de Interés Didáctico. A continuación, se hará un recorrido por la evolución geológica desde la Era Precámbrica hasta nuestros días, centrado en el centro peninsular, con el fin de explicar de forma significativa las formaciones geológicas distinguibles en la actualidad. De esta manera, puede atribuirse a las diferentes estructuras en los PIDs una escala espacial y temporal que permita la comprensión de los fenómenos geológicos y climáticos que han llevado a la actual morfología del territorio que nos concierne.

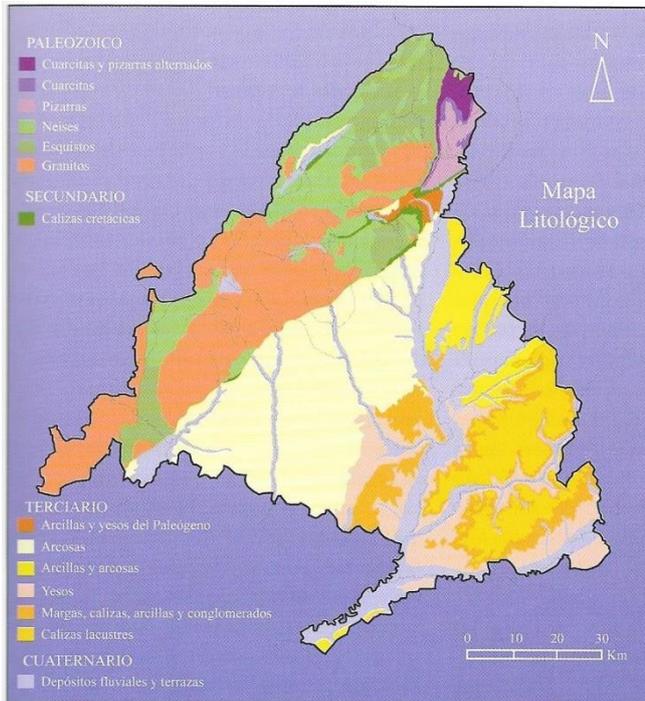
### Contexto geológico actual de la Península Ibérica y Comunidad de Madrid

El territorio español está formado por una gran variedad de rocas de tipo sedimentario, metamórfico y magmático que abarcan toda la escala de tiempos geológicos desde el Precámbrico hasta el Holoceno (Figura 2):



**Figura 2.** Unidades geotectónicas de la Península Ibérica. Fuente: [http://www.ign.es/esmap/mapas\\_relieve\\_bach/Relieve\\_Mapas\\_03.htm](http://www.ign.es/esmap/mapas_relieve_bach/Relieve_Mapas_03.htm)

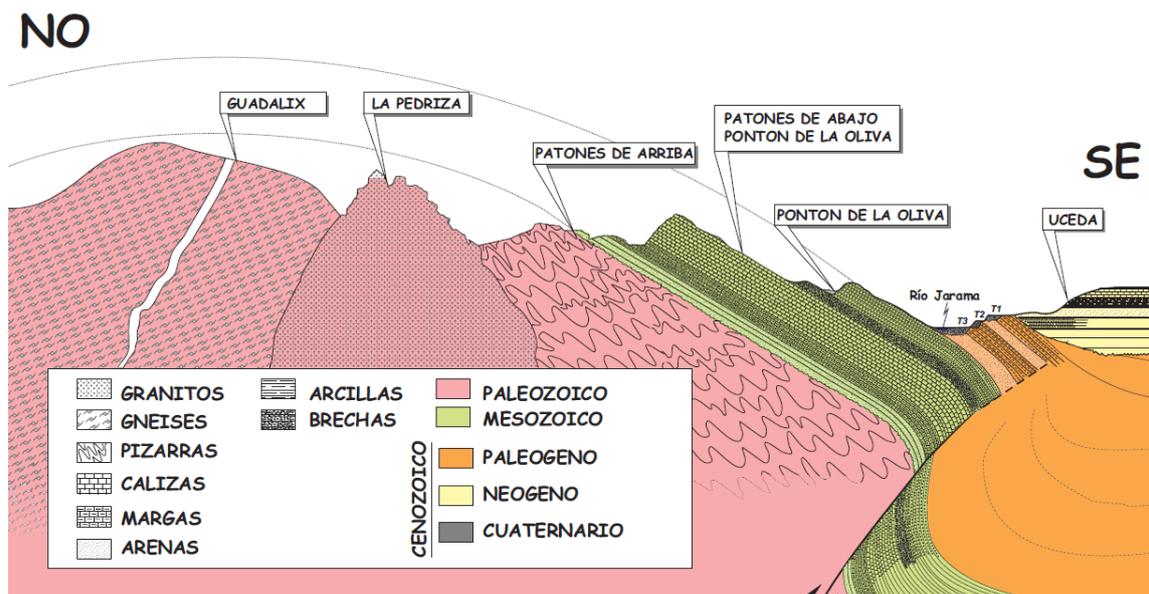
Asimismo, el centro peninsular presenta una gran variedad litológica. Los materiales que lo conforman están constituidos, por orden de antigüedad, por: gneises y esquistos (de tonos verdes en la Figura 3) de hasta 500 millones de años desde su formación inicial como sedimentos en el fondo marino de un mar (Cámbrico); pizarras y cuarcitas (de tonos morados en la Figura 3) que en su origen fueron rocas sedimentarias depositadas en el fondo de un océano durante el Ordovícico y el Silúrico y que posteriormente sufrieron un metamorfismo menor que



los esquistos y los gneises; granitos de la Sierra de Guadarrama (color naranja en la Figura 3) originados en el Carbonífero durante la Orogenia Varisca; calizas, dolomías, margas y otras rocas sedimentarias (tonos amarillos y marrones en la Figura 3) que fueron depositados en el Cenozoico, bien en costas y mares durante el Cretácico, bien en capas continentales durante el Paleógeno y todas ellas plegadas por la Orogenia Alpina; y, por último, depósitos fluviales del Cuaternario (tono azul claro en la Figura 3) (Díaz-Martínez y Rodríguez-Aranda, 2008).

**Figura 3.** Mapa geológico de la Comunidad de Madrid. Fuente: Grijalbo, 2010.

En la **figura 4** está representado un corte geológico de regiones representativas de la geología autonómica, y que abarcan zonas del término municipal de Patones (Patones de Arriba, Patones de Abajo y Pontón de la Oliva).



**Figura 4.** Corte geológico de la Comunidad de Madrid que abarca zonas del término municipal de Patones. Fuente: Moodle UAM

## Evolución geológica de la Península Ibérica y del centro peninsular

Para entender la variedad geológica presente en la Comunidad de Madrid en la actualidad, es necesario realizar un recorrido a lo largo de los tiempos geológicos de la Tierra para poder reconstruir la historia geológica del territorio centro-peninsular, y así explicar las características litológicas, estructurales y geomorfológicas existentes. Por este motivo, a continuación se describen los principales eventos geológicos a escala plantearía, de placa ibérica o regional, según convenga.

De la era Precámbrica quedan escasos restos de antiguos macizos. El territorio peninsular era una pequeña placa continental unida al supercontinente denominado Pangea 1. Durante el **Paleozoico**, las tierras emergidas eran gran parte de lo que hoy es el oeste peninsular (desde Galicia hasta Extremadura), que se elevaron en la Orogenia Varisca (hace 347 m.a- periodo Carbonífero) constituyendo el Macizo Hespérico. En la etapa anterior al Carbonífero (que abarca el Cámbrico, Ordovícico, Silúrico y Devónico) prevalecieron los procesos de erosión y sedimentación, de las que nos quedan pizarras cámbricas y silúricas, cuarcitas ordovícicas y calizas devónicas. En la etapa carbonífera, tuvo lugar la Orogenia Varisca. Las enormes presiones y temperaturas originadas por este movimiento, dieron lugar a importantes metamorfismos de los materiales paleozoicos y precámbricos, originando las pizarras (véase PIDs 1, 2, 6, 8, 11 y 12) y las cuarcitas carboníferas (Asunción-Otero et al., 1997).

Podemos decir que durante el Paleozoico es cuando se forma el zócalo de la Península Ibérica (que abarcaría las dos mesetas, la zona de los montes galaicos, parte de Asturias, Extremadura y avances hacia las cordilleras cantábrica, central e ibérica, e incluso aparecen restos paleozoicos en los núcleos de los Pirineos y la Bética), que abarca lo que a grandes rasgos se ha denominado el Macizo Varisco (Figura 2) (Asunción-Otero et al., 1997).

Durante el **Mesozoico**, se produce una fuerte erosión de las zonas levantadas por la Orogenia Varisca (que se convierten en penillanuras) y de depósito de estos materiales en las zonas llanas y hundidas (fundamentalmente en el Este peninsular). Por otro lado, en este periodo el mar fue ganando territorio y zonas antes emergidas pasaron a estar cubiertas por agua del mar. En las zonas emergidas se depositaron materiales de origen continental y en las zonas cubiertas por el mar, materiales de origen marino (Figura 2) (Asunción-Otero et al., 1997).

Durante el Cretácico Superior, el centro peninsular representaba la terminación hacia el margen continental del macizo Hespérico, por lo que abarcaba áreas costeras y áreas de plataforma interna donde se produjeron importantes episodios deposicionales desarrollados en el ámbito de la cuenca Ibérica. En la figura 5 están representadas las zonas emergidas e inundadas del territorio peninsular en el Cretácico superior, y se observa la situación transicional

que abarcaba el centro peninsular. Afortunadamente, en la actualidad existen afloramientos esporádicos en los márgenes Norte y Sur del Sistema Central, y especialmente representativos en la zona de Patones (zona Noreste de la Comunidad de Madrid), que permiten reconstruir la historia geológica del centro peninsular (véase PIDs 3, 6, 7, 8, 9, 10 y 12). Estos afloramientos son esporádicos ya que tras la Orogenia Alpina, a la que haremos mención unos párrafos más adelante, se produjo una estructuración del macizo Hespérico, lo que generó que la mayor parte de estos apilamientos sedimentarios quedaran ocultos bajo el relleno cenozoico de las cuencas del Duero y del Tajo; o que desaparecieran por la erosión subsecuente al levantamiento de algunas cordilleras (como la Cantábrica, el Sistema Central y los Montes de Toledo) (Gil et al., 2010).



**Figura 5.** Esquema paleogeográfico de la placa Ibérica durante el Cretácico superior, mostrando los macizos emergidos (verde), la cuenca Ibérica sumergida (azul) y el área del Sistema Central que abarca el territorio de Patones (rectángulo gris). Fuente: Gil et al., 2010.

Los episodios deposicionales desarrollados en el margen del Macizo Hespérico durante el Cretácico superior fueron dependientes del clima y de la interacción entre eustasia y tectónica, esta última relacionada con el contexto global en el que se encontraba inmersa la Península Ibérica. Durante este periodo, hubo un importante y continuado ascenso eustático con continuos episodios transgresivos que favorecieron el desarrollo de plataformas carbonatadas. En cuanto al clima, debe citarse la posición subtropical de la Península Ibérica (entre 20 y 30° latitud Norte), su exposición a las corrientes cálidas del Mar de Tethys y la ausencia de corrientes frías procedentes de latitudes boreales, todo ello determinando un clima cálido y húmedo que favoreció la alta producción biogénica de carbonatos (Rat, 1982; Gil et al., 2010). No obstante, estas condiciones no fueron homogéneas durante todo el Cretácico Superior, por lo que existen unidades litoestratigráficas diferenciales que son reflejo de los diferentes ambientes sedimentarios existentes en dicho periodo (Gil et al., 2010). Las principales rocas que se formaron en este periodo son areniscas, calizas, margas, dolomías, arcillas, arenas, etc.

No podemos constatar que en el Mesozoico hubiese importantes plegamientos geológicos originados por movimientos de placas tectónicas que afectaran a la Península Ibérica. No obstante, si tuvieron lugar dos fenómenos importantes:

- 1) Progresivo y gradual hundimiento del zócalo hacia el Este, que acentuaría las tendencias señaladas anteriormente de depósito y avance de las aguas marinas, y por consiguiente depósito de rocas sedimentarias.
- 2) Separación del borde occidental de la Península Ibérica de Norteamérica, y de la zona cantábrica de la costa oeste francesa, abriéndose el Mar Cantábrico. Todo ello fue debido a la bifurcación de la dorsal del Atlántico Norte producida hace 75 m.a. (finales del Cretácico). La placa tectónica de la Península Ibérica se encontrará enfrentada a los empujes del zócalo africano y del francés y esto dará lugar a la Orogenia Alpina, que se hace evidente a principios del Cenozoico.

Al inicio del **Cenozoico** (Paleoceno, Eoceno y parte del Oligoceno) hubo una fuerte tendencia a la compresión, que alcanzó su punto álgido al final del Eoceno con la reactivación del Macizo Ibérico, debido a las presiones de los zócalos peninsular, francés y africano. Este fue el momento en el que la Península Ibérica adquirió su posición actual respecto a Europa. La Orogenia Alpina rompió y desniveló el antiguo zócalo, dando lugar a una serie de *horst* (Sistema Central y Montes de Toledo, Sistema Galaico) y de fosas o *grabens* (submesetas Norte y sur). Las presiones compresivas promovieron que los sedimentos acumulados en los fondos marinos durante el Cretácico emergieran y se plegaran, mientras que otros emergidos anteriormente durante la Orogenia Varisca (gneises, pizarras, esquistos, granitos, etc) se fracturaran o plegaran (Asunción-Otero et al., 1997).

La fase final del Oligoceno y Mioceno fueron fases de distensión, donde predominó la erosión de las cadenas recientemente elevadas y el depósito de estos materiales en zonas hundidas. De esta forma, durante el Mioceno en la Comunidad de Madrid existía una gran cubeta o cuenca de sedimentación que se iba rellenando con los sedimentos procedentes de los sistemas montañosos que la rodeaban, formando así extensos abanicos aluviales (Díaz-Martínez y Rodríguez-Aranda, 2008). El final del Mioceno fue una nueva etapa de compresión que acabó con el trabajo del movimiento alpino.

Durante el Plioceno (hace 5 m.a.) se produjo el basculamiento o inclinación gradual de la Península Ibérica hacia el oeste (hacia el Océano Atlántico), de tal forma que las cuencas sedimentarias del Cenozoico que había en el interior de la península y que hasta entonces eran endorreicas (Duero y Tajo), empezaron a bascular hacia el oeste, dando lugar a la forma actual de nuestros ríos (Díaz-Martínez y Rodríguez-Aranda, 2008). La instalación de la red fluvial actual encajada sobre el sustrato calizo del centro peninsular, ha producido la disolución progresiva de la roca caliza (proceso de karstificación), originando una serie de cañones o barrancos (formas exokársticas – PIDs 3, 6, 8 y 10) o de cavidades o galerías interiores colgadas (formas endokársticas - PIDs 9 y 10).

A partir del Pleistoceno hasta nuestros días, ha dominado la tendencia a la distensión. El enfrentamiento con el zócalo africano ha tenido efectos muy leves, y los fenómenos

determinantes han sido de erosión y depósito. El fenómeno más importante ha sido la alternancia de periodos glaciares con interglaciares, que han promovido efectos erosivos importantes (Asunción-Otero et al., 1997).

### **c. Selección de Puntos de Interés Didáctico potenciales del término municipal de Patones**

Puesto que el término municipal ya cuenta con un inventario sobre Puntos de Interés Didáctico, encuadrados dentro de una propuesta en la zona de la Sierra Norte (Corvea et al., 2006), se seleccionaron aquellos puntos incluidos en el término municipal de Patones o zonas limítrofes. Se consultaron otros estudios sobre itinerarios didácticos de la zona o puntos de interés geológico y/o botánico (Martín-Hernanz, 2006, Grijalbo 2010), y se incluyeron aquellos puntos no considerados en el estudio anterior (Anexo VII). Además, durante el trabajo de campo para la valoración del grado de adecuación de los Puntos de Interés Didáctico propuestos, se detectaron dos posibles puntos de interés didáctico que también fueron evaluados. Finalmente, se establecieron trece Puntos de Interés Didáctico potenciales (tabla 1, anexo VII), que son los que se describen y analizan en el siguiente epígrafe. Por último, se evaluó el grado de adecuación del museo-aula geológica, único centro o aula de naturaleza con el que cuenta el término municipal.

### **d. Valoración de los PIDs preseleccionados en campo y del museo-aula geológica de Patones**

La clasificación de los PIDs preseleccionados según “el interés por áreas del conocimiento” y “el tipo de observación” se incluyen en el anexo VII. Asimismo, los valores asignados a cada indicador en los diferentes PIDs se muestran en el anexo VIII. Del mismo modo, los valores asignados a cada indicador en el museo-aula geológica se muestran en el anexo IX. En base a la suma de los valores asignados en cada PID, se han establecido los grados de adecuación, que están expuestos en la tabla 1.

En el caso del museo-aula geológica, la suma de valores constata que se trata de un centro adecuado a la visita de estudiantes de ESO y Bachillerato, pero presenta algunas líneas de mejora (véase “Museo-aula geológica”).

<b>PIDs</b>	<b>GRADO DE ADECUACIÓN</b>
PID 1: Mirador del embalse del Atazar	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=37)
PID 2: Mirador del meandro abandonado del río Lozoya	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=37)
PID 3: Presa del Pontón de la Oliva	<b>Muy adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=40)
PID 4: Yacimiento de yeso	<b>Poco adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=28)
PID 5: Las Cárcavas	<b>Nada adecuado</b> para llevar a cabo visitas de escolares (valor=31*)
PID 6: Travesía de las cuevas	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=38)
PID 7: Afloramiento calizo	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=36)
PID 8: Mirador del Cerro de la Oliva	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=38)
PID 9: Cueva del Reguerillo	<b>Nada adecuado</b> para llevar a cabo visitas de escolares (valor=31*)
PID 10: Barranco de Patones	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=36)
PID 11: Presa colmatada de Patones de arriba	<b>Adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=36)
PID 12: Cementerio de Patones de arriba	<b>Muy adecuado</b> para llevar a cabo visitas con escolares (valor=40)
PID 13: Confluencia de los ríos Lozoya y Jarama	<b>Nada adecuado</b> para llevar a cabo visitas de escolares (valor=27*)

**Tabla 1.** Grado de adecuación de los PIDs preseleccionados en base a la suma de los valores de los trece indicadores. Fuente: elaboración propia

## **MIRADOR DEL EMBALSE DEL ATAZAR (PID 1)**

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El Punto de Interés Didáctico corresponde a un mirador con vistas al embalse del Atazar desde el extremo Este del mismo (Figura 6A y 6B). El embalse se sitúa en una zona fronteriza entre varios términos municipales del sector noreste de Madrid (Corvea et al, 2006), y el punto en cuestión forma parte del término municipal de Patones.

Para llegar desde Patones de Abajo, debe tomarse la Avenida Madrid (M-102) y a continuación se sigue por la Calle del Arroyo sin desviarnos en ningún punto. Se deja el Poblado de El Atazar a la derecha y pocos metros más adelante encontramos el mirador a mano izquierda y el embalse del Atazar al mismo lado. En ese mismo punto se puede aparcar el vehículo, ya que la carretera está ensanchada a ambos lados (Figura 6C). El PID se encuentra a unos 11 km de Patones de Abajo.



**Figura 6.** A) Vista lateral del mirador del Atazar, B) Vista frontal del mirador del Atazar, C) Zona de aparcamiento del mirador del Atazar, D) Vistas panorámicas desde el mirador. Fotos: Sara Martín Hernanz

### *DESCRIPCIÓN*

El embalse del Atazar está situado en el último tramo de la serie de 5 embalses del río Lozoya (Armengol y Dolz, 2004), al que continua la presa del Pontón de la Oliva. La presa fue construida en 1971 sobre terreno pizarroso y constituye el sistema de abastecimiento más importante de la Comunidad de Madrid. La obra cuenta con 134 m de altura y una longitud de coronación de 484 m. Embalsa un total de  $425 \text{ Hm}^3$ , lo que supone casi un 50% del agua acumulada en la red de abastecimiento a Madrid (Corvea et al, 2006). Las características oligotróficas con agua de bajo contenido de sales y su elevada transparencia la hacen de excelente calidad para el suministro (Armengol y Dolz, 2004).

Las rocas que afloran en este punto son pizarras negras del Ordovícico medio formadas durante la primera fase de la Orogenia Varisca y compuestas por micas y cuarzo de tamaño microcristalino (no observables a simple vista). Su alteración origina la presencia de arcillas de tonos marrones, lo cual es observable en este punto (Corvea et al., 2006).

Las pizarras presentan orientación N-S y gran esquistosidad de fractura. Estas características geológicas han generado problemas de inestabilidad en ambas laderas. En la ladera derecha existe un diaclasado paralelo a la misma, por lo que fue necesario reforzarla con vigas de hormigón armado fuertemente tensadas contra la ladera. En la ladera izquierda existe una falla prácticamente vertical y paralela al cauce, lo que llevó a construir un drenaje mediante cuatro galerías excavadas y con vigas de hormigón armado (Corvea et al., 2006).

El entorno del embalse es bastante árido y está dominado por especies matorrales mediterráneas (enebros, jaras, escaramujos, etc). En el lado de la presa donde discurre el río Lozoya puede observarse una mayor densidad vegetal que corresponde a un bosque de galería o ribera cuyas especies no son distinguibles desde el mirador. En el borde sur del embalse se reconocen pinares de repoblación (Figura 6D).

### *EVALUACIÓN*

Como se expone en la tabla 1, el mirador del embalse del Atazar es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### Ventajas

- Las vistas desde el mirador son de extremada belleza (Figura 6D)
- El mirador presenta un vallado que, sin limitar la observación, disminuye en gran medida la peligrosidad (Figura 6A)
- Pueden trabajarse contenidos de más de un área del conocimiento de Ciencias de la Naturaleza
- Se encuentra a un minuto en autobús del PID más cercano (PID 2: Mirador del Meandro Abandonado) y a seis minutos en autobús del segundo PID más cercano (PID 6: Travesía de las cuestas)
- Cuenta con ensanchamientos a ambos lados de la carretera que permiten el estacionamiento de un autobús (Figura 6B). El mirador está en contacto con la zona de aparcamiento
- Existe gran cantidad de información a nivel divulgativo (por ejemplo, guías turísticas de la mancomunidad del Atazar – Gómez-Hernanz, et al., 2001; e información del Canal de Isabel II para estudiantes - <http://www.canaleduca.com/web/quest/presa2>), así como diferentes trabajos científicos sobre el embalse del Atazar (Valenzuela-Rubio, 1972; Armengol y Dolz, 2004)

#### Desventajas

- El mirador presenta unas dimensiones adecuadas para la visita de un grupo de treinta alumnos
- Para acceder al mirador hay dos escalones y ninguna rampa que facilite el acceso a personas con movilidad reducida
- El mirador se encuentra en contacto con la carretera, por lo que hay que extremar la precaución para que no haya ningún estudiante cerca de la pista

### *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en la visita al mirador del embalse del Atazar. Aunque

muchos de los contenidos corresponden a cursos y asignaturas diferentes, todos pueden trabajarse con el mismo grupo variando el nivel de complejidad.

- *La hidrosfera. El agua en la Tierra. Agua dulce: importancia para los seres vivos (Biología y Geología, 1º y 3º de ESO):* Los alumnos podrán aprender la importancia de la construcción de embalses como forma de captación y almacenamiento del agua para su posterior distribución y consumo en núcleos urbanos.
- *Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas (Biología y Geología, 4º ESO):* A través de la visita al embalse del Atazar, los alumnos pueden analizar los impactos que genera la construcción de un embalse en los ecosistemas preexistentes (modificación del paisaje, cambios en la dinámica fluvial, ocupación del suelo y desaparición de especies vegetales y animales, modificación del microclima de la región, etc).
- *Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía (Biología y Geología, 4º ESO) / Recursos renovables y no renovables (Geología, 2º Bachillerato):* Los alumnos podrán valorar el agua como recurso natural, que además puede ser una fuente de energía. También podrán valorar si se trata de un recurso renovable o no renovable, así como la importancia de hacer un uso racional de este recurso teniendo en cuenta el crecimiento poblacional y el consecuente incremento del consumo de agua y energía.
- *Riesgos asociados a sistemas de ladera y fluviales. Medidas de uso eficientes (2º Bachillerato, Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente):* los alumnos podrán analizar los efectos de las presas como medida estructural de control de inundaciones, así como valorar los riesgos derivados de la construcción de este tipo de obras hidráulicas. La presa del Atazar es un buen ejemplo en tanto que se han tenido que tomar medidas preventivas debido al riesgo de rotura generado por las características geológicas del lugar. Los alumnos también podrán conocer otras medidas de prevención y control que disminuyen los riesgos (regulación del nivel de agua, existencia de órganos de desagüe y compuertas, control de calidad, sismógrafos, etc).

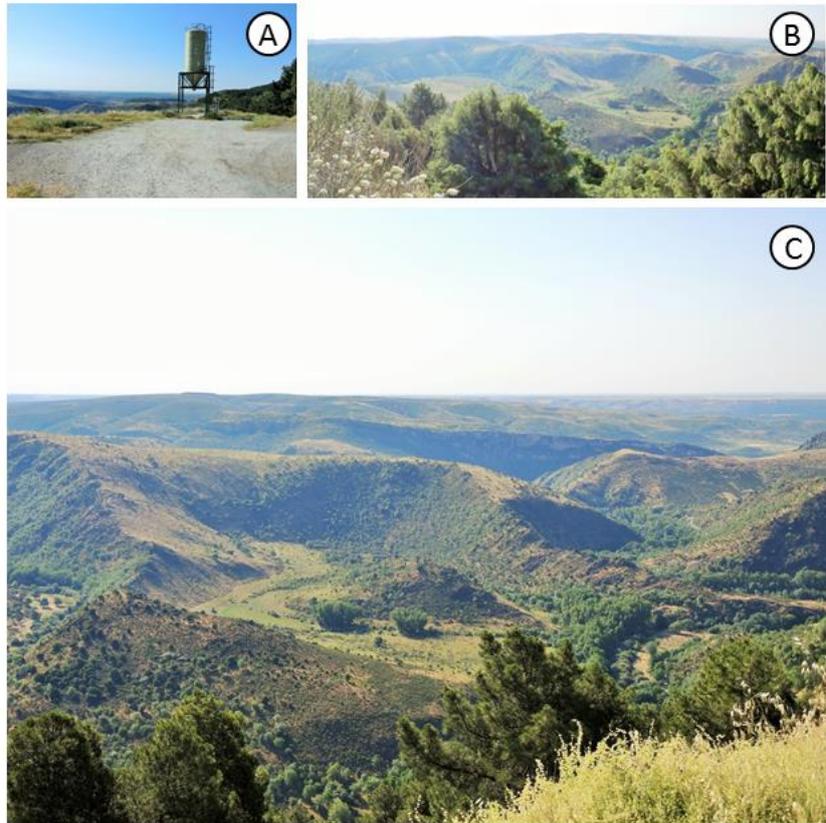
## **MIRADOR DEL MEANDRO ABANDONADO DEL RÍO LOZOYA (PID 2)**

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El Punto de Interés Didáctico corresponde a un mirador con vistas al Valle Bajo del río Lozoya y, especialmente, al meandro abandonado del mismo río. Se encuentra muy próximo al embalse del Atazar (a menos de un kilómetro de distancia), pero desde este punto no se aprecia ningún tramo del mismo.

Del mismo modo que para el punto anterior (PID 1), debe tomarse la Avenida Madrid (M-102) desde Patones de Abajo y a continuación se sigue por la Calle del Arroyo sin desviarnos en ningún punto. En cierto momento se divisarán unas casas pertenecientes al Poblado del Atazar y

antes de atravesar el poblado se encontrará un ensanchamiento a mano derecha, que es el que corresponde al mirador del Meandro Abandonado del río Lozoya. Es fácil de distinguir debido a la presencia de un silo (Figura 7A).



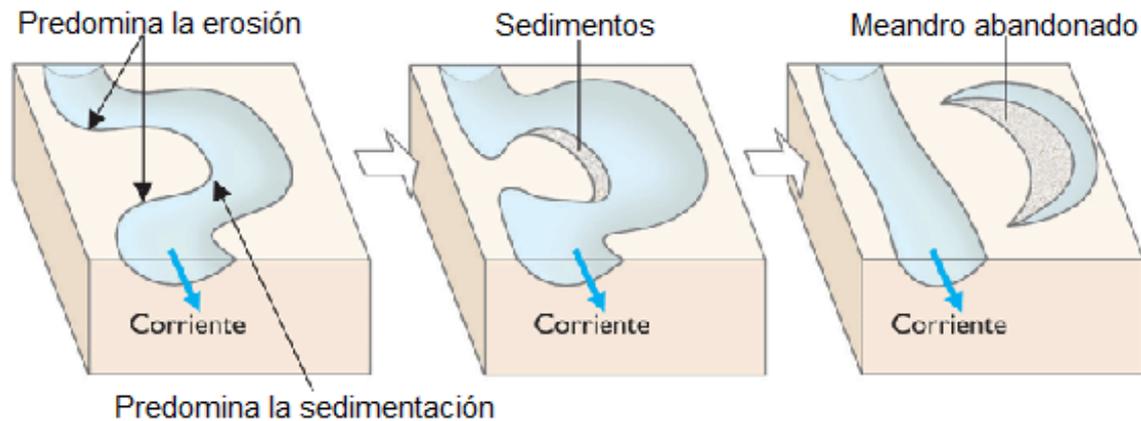
**Figura 7.** A) Punto de observación del meandro abandonado del río Lozoya, B) Vista panorámica desde el punto de observación, C) detalle del meandro abandonado (zona central de la imagen). Fotos: Sara Martín Hernanz

### *DESCRIPCIÓN*

El río Lozoya en su paso por la zona de pizarras ordovícicas presenta una clara tipología meandriforme, con tramos de canal único y sinuoso (García-Hidalgo y Gil, 2008). Este tipo de tipologías, y en concordancia con el tramo del río en el que se encuentra localizado el PID 2, corresponde a las formas más comunes de tramos de baja pendiente, coincidentes con la parte final del perfil longitudinal del río. Hay que mencionar que en el mismo término municipal en el que nos encontramos, se produce la confluencia del río Lozoya con el río Jarama (véase PID 14). Lo más sobresaliente de esta panorámica corresponde al meandro abandonado del río Lozoya.

La formación del meandro abandonado se debe a la dinámica de erosión-sedimentación del río en un tramo de marcada sinuosidad. El proceso que ha dado nombre a este elemento geomorfológico se denomina “estrangulamiento” o “neck cut off” y tiene como resultado el abandono de un meandro, que queda desconectado de la red principal; y la recuperación de un trazado más corto del río en ese tramo (Asunción-Otero et al., 1997) (figura 8). En el cauce

abandonado se encuentran pequeñas lagunas con forma de media luna, que pueden estar rellenas de agua estacionalmente (Corvea et al., 2006). Asimismo, pueden observarse rodales de vegetación riparia persistente que dibujan el recorrido del antiguo meandro (Figuras 6B y 6C).



**Figura 8.** Proceso de “estrangulamiento” o “neck cut off” que da lugar a un meandro abandonado. Fuente: <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra15.html>

Desde este punto de vista también pueden observarse a lo lejos las cuevas calizas cretácicas y las formas acarcavadas formadas por materiales detríticos del terciario. La vegetación predominante corresponde a matorral mediterráneo dominado por especies silícolas. Es muy llamativo como la cobertura vegetal de las laderas de orientación hacia el norte (laderas de umbría) es significativamente mayor que la presente en las laderas de orientación Sur (laderas de solana) (Figura 7C).

A la derecha del punto de observación parte un sendero en el que pueden identificarse diferentes especies vegetales propias de litologías ácidas. Se trata de una masa de reforestación de pino negral (*Pinus nigra*) con un sotobosque de matorral silícola (jara pringosa – *Cistus ladanifer*, escobón - *Cytisus striatus* o mejorana – *Thymus mastichina*) y otras especies indiferente edáficas como el enebro (*Juniperus oxycedrus*).

### **EVALUACIÓN**

Como se expone en la tabla 1, el mirador del meandro abandonado del río Lozoya es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### **Ventajas:**

- El aparcamiento se encuentra en contacto con el punto de observación
- Pueden trabajarse contenidos de varias áreas del conocimiento (Geología, Ecología y Botánica)
- Se trata del mejor punto de la zona para observar el meandro abandonado

- Se encuentra a menos de un minuto del PID 1 en autocar (mirador del embalse del Atazar), a cinco minutos del PID 6 (Travesía de las cuestas), y a diez minutos del PID 3 (Pontón de la Oliva)

#### Desventajas:

- El borde del punto de observación presenta pendiente acusada y no existe un vallado que limite la peligrosidad
- Puesto que la observación de la vegetación de la zona es una de las tareas aconsejables que realizar en esta parada, es recomendable que la visita se realice en los meses de primavera, pues se apreciarán mejor los factores que condicionan la distribución de la vegetación y se facilitará la identificación por la presencia de flores o frutos. Del mismo modo, en este periodo existen más posibilidades de que las lagunas del meandro abandonado estén llenas de agua y pueda observarse con mayor facilidad su contorno.

#### *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en la visita al punto de observación del meandro abandonado del río Lozoya.

- *Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación. Las aguas superficiales y el modelado del relieve, formas características (Biología y Geología, 1º y 3º de ESO):* a través de las observaciones en este punto, los alumnos podrán ser conscientes del papel del agua líquida superficial como agente geológico más importante en la formación del paisaje (García-Hidalgo y Gil, 2008). Los alumnos podrán ver un río típicamente meandriforme y entender como la dinámica fluvial y los consecuentes procesos de erosión y sedimentación van modificando el paisaje a lo largo del tiempo. También podrán relacionar las características del entorno y del tramo del río (zona de bajas pendientes) con las características del perfil longitudinal del mismo.
- *Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. Las adaptaciones de los vegetales al medio (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* La amplitud visual de la zona permite analizar algunos factores que condicionan la distribución de los vegetales (orientación, disponibilidad de agua, disponibilidad de luz, litología, etc). Asimismo, podrán familiarizarse con especies vegetales propias del clima mediterráneo, así como con diferentes adaptaciones para hacer frente a la marcada estacionalidad que lo caracteriza (disminución de las superficies de evapotranspiración, presencia de pelos o ceras, diversidad de formas vitales, etc).

## PRESA DEL PONTÓN DE LA OLIVA (PID 3)

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

La Presa del Pontón de la Oliva está situada sobre el río Lozoya, unos cientos de metros más arriba de su unión con el río Jarama. Se accede por la carretera que une Patones de Abajo con la Presa del Atazar (M-102). A unos 5 Km desde la salida del pueblo, existe un desvío señalizado a la derecha que lleva hasta la misma presa, pero no es apropiada la entrada de autocares. Se recomienda que el autobús estacione en un aparcamiento que hay unos metros más arriba, tras girar una curva a la izquierda en la misma carretera de Patones de Abajo (Figura 9A).



**Figura 9.** A) Aparcamiento del Pontón de la Oliva, B) Vista frontal de la Presa del Pontón de la Oliva, C) Vista del río Lozoya antes de su paso por la Presa del Pontón, D) Ermita de la Virgen de la Oliva. Fotos: Sara Martín Hernanz

Para llegar hasta la presa hay dos caminos alternativos:

- 1) Parte del desvío que sale a la derecha, antes de girar la curva y llegar al aparcamiento. Se trata de una carretera asfaltada que desemboca en la parte inferior de la presa, tras caminar alrededor de diez minutos. Adecuado para acceder con personas que presentan movilidad reducida.
- 2) Parte del aparcamiento. Justo enfrente del mismo, sale un sendero de tierra que lleva hasta la zona alta de la presa tras cinco minutos a pie.

## DESCRIPCIÓN

En 1981 se comenzaron las obras de construcción de la Presa del Pontón de la Oliva (figura 9B) bajo el reinado de Isabel II. Dichas obras se realizaron con unos 1500 presidiarios y 200 obreros. Asimismo, se construyó un canal de 70 km de longitud con túneles, sifones y puentes que conducían agua hasta Madrid Capital (Gómez-Hernanz et al., 2001). Debido a la ubicación de la presa en una zona kárstica, se produjeron filtraciones y problemas de acumulación para las que se llevaron a cabo medidas desafortunadas, como el relleno de las cuevas con mampostería, o la construcción de dos presas aguas arriba (las presas de Navarejos y la Parra) (Gómez-Hernanz et al., 2001, Corvea et al., 2006; Martín-Hernanz, 2006). La presa dejó de funcionar en 1904 y actualmente solo embalsa agua cuando se produce la apertura de la presa del Atazar.

Como ya se ha mencionado, el río Lozoya en este punto corta la banda de calizas cretácicas (figura 9C), que aflora en la región con dirección NE-SE y que presenta un buzamiento de unos 25-35° hacia el SE (debido al plegamiento alpino), con una disposición característica de relieve en “cuesta” (Corvea et al., 2006). En las inmediaciones de la presa pueden reconocerse microfallas con estrías de falla generadas por el fuerte rozamiento en el deslizamiento entre capas (figura 9D); y pliegues resultantes de la deformación de las rocas estratificadas (figura 9E), debido a los esfuerzos de compresión, a las propiedades plásticas de éstas y a las condiciones de elevada presión, probablemente generadas durante la Orogenia Alpina (Figuras 9D y 9E).

Los cortados que deja la roca caliza a ambos lados del río Lozoya se deben al modelado cárstico que ha sufrido el terreno, dando lugar a cañones. Estos cañones o valles cársticos son resultado de un profundo encajamiento ocasionado por la disolución de ríos procedentes del exterior del terreno cárstico. Son un lugar idóneo para la depredación por parte de algunas aves debido al gran campo de visión, dada la amplitud del terreno. Frecuentan, por tanto, aves carnívoras como el halcón peregrino (*Falco peregrinus*), cernícalo vulgar (*Falco tinnunculus*), águila calzada (*Hieraaetus pennatus*), águila real (*Aquila chrysaetos*) y buitres leonados (*Gyps fulvus*). Debido a las oquedades propias de la roca caliza, algunas aves nidifican en dichos cortados, como por ejemplo las chovas piquirrojas (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), los cernícalos vulgares (*Falco tinnunculus*) y las grajillas (*Corvus monedula*) (Cardaba et al., 2015).

En los roquedos de roca caliza crecen especies calcícolas singulares, como los zapatitos de la virgen (*Sarcocapnos enneaphylla*- Figura 9F), que ha llevado a considerar a esta zona un punto de interés botánico a nivel autonómico (Grijalbo, 2010). En la ribera del Lozoya, una vez que el río ha atravesado la presa, puede observarse una densa vegetación riparia con chopo negro (*Populus nigra*), olmo (*Ulmus minor*), fresno (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix fragilis* y *Salix atrocinerea*) y una alta proporción de alisos (*Alnus glutinosa*).

En la actualidad, el Pontón de la Oliva es uno de los lugares más frecuentados por escaladores a nivel autonómico o incluso nacional, ya que la naturaleza soluble de esta roca deja huecos en los cortados que facilitan el ascenso por parte de los amantes de la escalada.

Por último, merece la pena mencionar la presencia de restos abandonados de una vieja ermita en ladrillo, fechada entre los siglos XII-XIII y conocida como la Ermita de la Virgen de la Oliva (Figura 9G). Se tiene certeza de que en torno a esta ermita se estructuraba un núcleo poblacional de origen románico-mudéjar (Cardaba et al., 2015)

### *EVALUACIÓN*

Como se expone en la tabla 1, la presa del Pontón de la Oliva es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### Ventajas:

- Existe un acceso hasta la presa del Pontón de la Oliva adecuado para personas con movilidad reducida
- Pueden trabajarse contenidos de varias áreas del conocimiento (Geología y Ecología) y contenidos de otras materias (Historia)
- Las vistas desde lo alto de la presa son de gran belleza

#### Desventajas:

- El aparcamiento se encuentra a unos minutos del PID
- La zona superior de la presa puede resultar peligrosa, pues a pesar de estar vallada, existe un desnivel importante
- La vista frontal inferior a la presa está interrumpida por una carretera transitada por coches

### *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en la visita a la presa del Pontón de la Oliva e inmediaciones:

- *Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación. Las aguas superficiales y el modelado del relieve, formas características (Biología y Geología, 1º y 3º de ESO) / La litología y el relieve (relieve kárstico) (Geología, 2º Bachillerato):* los alumnos podrán observar un relieve kárstico en el que la naturaleza soluble de la roca condiciona la generación de un paisaje dominado por diferentes formas geomorfológicas. En este punto, resaltan las formas exokársticas y concretamente el valle cárstico del río Lozoya en este tramo final.
- *Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas (Biología y Geología, 4º de ESO, área del conocimiento: Ecología):* los alumnos podrán valorar el grado de

deterioro de la zona como consecuencia de actividades deportivas (fundamentalmente la escalada) y las posibles afecciones que esto puede suponer a nivel de biodiversidad.

- *La deformación en relación a la Tectónica de placas. Comportamiento mecánico de las rocas. Tipos de deformación: pliegues y fallas (Biología y Geología, 1º Bachillerato, área del conocimiento: Geología) / Principales estructuras geológicas: pliegues y fallas (Geología, 2º Bachillerato, área del conocimiento: Geología):* los alumnos podrán observar algunas estructuras derivadas de la deformación de las rocas, como fallas y pliegues.
- *El origen de las rocas sedimentarias. El proceso sedimentario: meteorización, erosión, transporte, depósito y diagénesis. Cuencas y ambientes sedimentarios (Geología, 2º Bachillerato, área del conocimiento: Geología):* En esta zona, los alumnos podrán observar tanto rocas sedimentarias de origen detrítico (conglomerados y arenas) y rocas sedimentarias de origen químico (calizas y dolomías), lo que les permitirá diferenciar ambos tipos de rocas. También podrán deducir el proceso de formación de ambos a partir de las características que se dieron en el pasado y las que se dan en la actualidad.

## **YACIMIENTO DE YESOS (PID 4)**

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El yacimiento de yesos se encuentra a 5 minutos a pie del Pontón de la Oliva. El acceso se realiza por un sendero transitable, no adecuado para personas con movilidad reducida, y en cierto tramo se pierde el sendero y se caminan unos metros por el cauce de un pequeño arroyuelo (arroyo de la lastra) que es el que arrastra materiales desde las Cárcavas (PID 5).

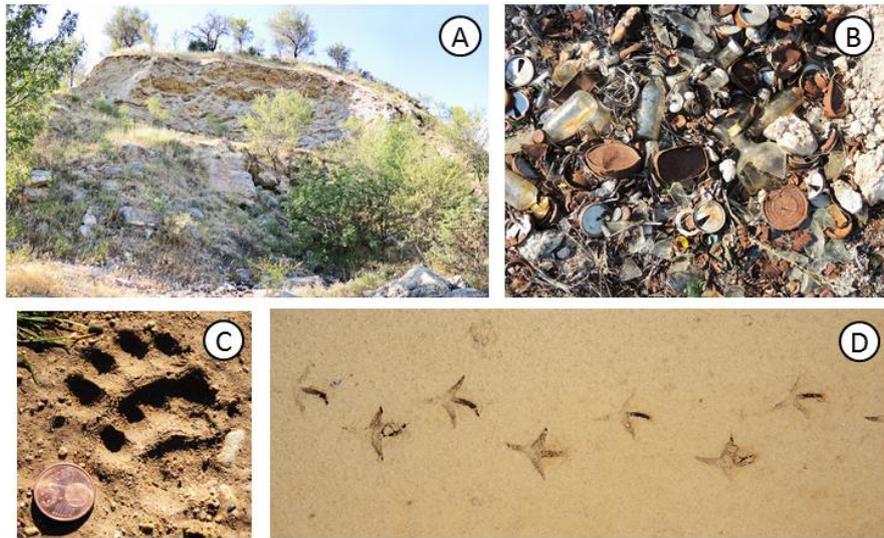
### *DESCRIPCIÓN*

El origen del yacimiento de yeso y anhidrita (roca que también puede observarse en dicho yacimiento) se remonta a finales del Cretácico (figura 10A). Los yacimientos de sulfato de calcio, bien sean hidratados (yeso), deshidratados (anhidrita) o mixtos (como es este caso); tienen su origen en zonas continentales lacustres o costeras, nunca originándose en ambientes marinos como es el caso de las rocas carbonatadas tipo caliza o dolomía.

Este yacimiento de yesos fue empleado para la construcción de la presa del Pontón de la Oliva. A sus pies pueden observarse restos de un horno moruno para cocer yeso (Puche-Riart y Mazadiegos, 2006). No obstante, la cantera se encuentra en un estado de total abandono, con gran cantidad de basura (latas oxidadas, cristales y otros elementos peligrosos) (figura 10B).

Los depósitos fluviales de los márgenes del cauce del arroyo cuentan con clastos de variado tamaño y de diversa naturaleza, con una mayor abundancia de arenas. Esto genera un lugar propicio para la observación de huellas de animales, especialmente en épocas de lluvia donde la arena se encuentra blanda y humedecida (figura 10C y 10D). A partir de las huellas, se

puede constatar la existencia de los siguientes animales en la zona: tejón, corzo, jabalí, zorro, liebre, ratón de campo y diferentes tipos de córvidos.



**Figura 10.** A) Yacimiento de yeso y anhidrita, B) Estado de deterioro del yacimiento, C) Huella de tejón, C) huella de córvido. Fotos: Sara Martín Hernanz

### *EVALUACIÓN*

Ya se expuso que este PID es poco adecuado para la visita de escolares de Educación Secundaria y Bachillerato. A continuación se enumeran algunos aspectos positivos, a considerar en posibles visitas con estudiantes de niveles académicos superiores o para aficionados; y las desventajas que demuestran el bajo grado de adecuación de dicho punto.

#### Ventajas

- Los estudiantes se sienten muy motivados con la tarea de observación de huellas de animales
- Se pueden observar materiales diferentes a los que se encuentran en el resto de puntos (yeso, anhidrita y depósitos fluviales)

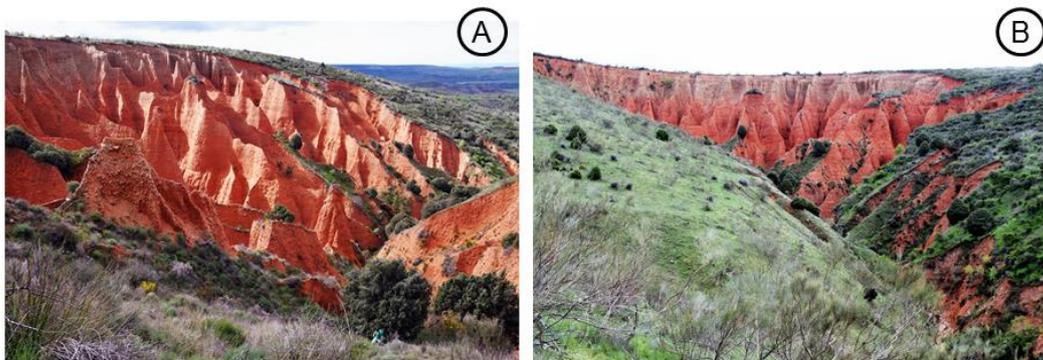
#### Desventajas

- El yacimiento se encuentra en un estado de total abandono, donde existen elementos que pueden ser peligrosos, como latas oxidadas y cristales de vidrio
- Parte del sendero que lleva hasta el yacimiento discurre por el propio cauce del río, lo que puede suponer una importante degradación ambiental de la zona si se visita con grupos de estudiantes

## LAS CÁRCAVAS (PID 5)

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

Las Cárcavas se localizan a media hora a pie desde la Presa del Pontón de la Oliva. Se puede acceder a través de un sendero que parte a mano izquierda de la misma presa y que llega a la parte superior de las Cárcavas, o siguiendo el cauce del arroyo de la Lastra, donde se encuentra el yacimiento de yesos; que llega al interior de las mismas. El primer acceso presenta una acusada inclinación, y el punto de observación cuenta con una importante pendiente que hace del terreno altamente peligroso (figura 11A y 11B). El segundo acceso es menos inclinado, pero discurre por el interior de las formaciones acarcavadas, donde se producen importantes desprendimientos, especialmente en la época de lluvias; lo que también hace que el lugar sea altamente peligroso.



**Figura 11.** A) Vista lateral de las Cárcavas, B) vista frontal de las Cárcavas. Fotos: Sara Martín Hernanz

### DESCRIPCIÓN

Las cárcavas son los socavones producidos en rocas y suelos con acusada pendiente a causa de las avenidas de agua de lluvia. Estas producen la llamada erosión remontante y se producen tan sólo en terrenos arcillosos. Las formas dominantes son interfluvios de pareces muy finas y cúspides agudas. También se pueden apreciar chimeneas de hadas en el centro de la cárcava, en las que la parte más gruesa de la cima está formada por restos de un estrato de cantos rodados.

Desde el punto de vista hidrológico, se trata de la cuenca de recepción de un torrente cuyo canal de desagüe se abre paso cerro abajo entre las suaves laderas que aún no han sido erosionadas.

### EVALUACIÓN

Debido a la peligrosidad del terreno, especialmente en la zona interior de las Cárcavas, se considera nada adecuado para la visita de escolares de Educación Secundaria y Bachillerato. A continuación se enumeran algunos aspectos positivos, a considerar en posibles visitas con estudiantes de niveles académicos superiores o para aficionados; y las desventajas que demuestran el bajo grado de adecuación de dicho punto.

### Ventajas

- El lugar presenta una gran belleza paisajística
- Sirve como modelo para representar un proceso erosivo a grandes dimensiones generado por el agua de lluvia

### Desventajas

- Los accesos son complicados y se requiere de un estado físico aceptable
- El terreno es peligroso, especialmente en el interior de las cárcavas, debido a los procesos de desprendimiento. Hay que tomar medidas de precaución, como mantener un tono de voz bajo y visitar en grupos reducidos. Además, es altamente recomendable que las visitas se realicen en épocas secas, cuando los procesos de desprendimiento son menos acusados.

## TRAVESÍA DE LAS CUESTAS (PID 6)

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

La travesía de las cuestras corresponde a una zona de contacto entre las pizarras ordovícicas y las calizas cretácicas, y se encuentra entre el Collado El Mojón, el Cerro de la Oliva y el Barranco de Valdentaes.

Del mismo modo que para PID1 y PID2, debe tomarse la Avenida Madrid (M-102) desde Patones de Abajo y a continuación se sigue por la Calle del Arroyo sin desviarnos en ningún punto. En este caso, el punto se encuentra bastante antes de llegar al PID 2, justo en la intersección con el camino del Canal de Isabel II. El aparcamiento se encuentra en ese mismo punto (Figura 12A).



**Figura 12.** A) Aparcamiento de la Travesía de las Cuestas, B) Zona de pizarras ordovícicas, C) Tinado, D) Vista de las crestas cretácicas desde el aparcamiento. Fotos: Sara Martín Hernanz

## DESCRIPCIÓN

En la zona del aparcamiento puede observarse la discordancia entre los materiales cretácicos y los materiales ordovícicos. Al ser una zona de contacto entre litologías ácida (pizarras) y básica (caliza) resulta muy llamativo el cambio drástico de especies vegetales predominante en ambos tipos litológicos.

En el lado izquierdo del aparcamiento si nos situamos de espaldas al arroyo de Valdentaes, se localizan los cerros de pizarras ordovícicas, ya visibles en otros puntos (PIDs 1, 2, 8, 11 y 12) (Figura 12B). Los suelos de este tipo de litología se muestran pobres y poco desarrollados. La presencia de excrementos y huellas de ganado vacuno son indicios de la persistencia de esta actividad económica en la zona. En el lado izquierdo del camino del Canal que recorre estas pizarras, pueden observarse unas construcciones denominadas “tinados” (Figura 12C). Los tinados son construcciones de roca pizarra cuya finalidad era la de servir de cobertizo al ganado en la estación fría. Actualmente no se utilizan debido al gran abandono de este tipo de actividades y a la existencia de recursos más rentables.

Por el mismo camino (que discurre por la ladera de orientación Sur), se pueden observar formaciones vegetales de matorral con especies acidófilas o silíceas que dominan el paisaje, fundamentalmente la jara pringosa (*Cistus ladanifer*) y el tomillo mejorana (*Thymus mastichina*). También son visibles otras especies con indiferencia edáfica que se encontrarán igualmente en las paradas situadas sobre terrenos calizos, tales como la retama (*Retama sphaerocarpa*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), el majuelo (*Crataegus monogyna*) y el escaramujo (*Rosa canina*). En la ladera derecha del camino (que presenta una orientación Norte) se observa una densidad vegetal mucho más prominente, dominada por especies vegetales arbóreas tales como el quejigo (*Quercus faginea*), la encina (*Quercus ilex* subsp. *ballota*), el arce de Montpellier (*Acer monspessulanum*) y cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*). Además de las citadas especies autóctonas, hay una amplia repoblación de *Pinus pinaster*.

Entre ambas laderas, discurre un pequeño arroyo donde pueden observarse diferentes especies vegetales riparias, fundamentalmente fresnos (*Fraxinus angustifolia*), sauces (*Salix fragilis*), majuelos (*Crataegus monogyna*), cerezo de Santa Lucía (*Prunus mahaleb*) y zarzamora (*Rubus ulmifolius*).

Si nos situamos de frente al arroyo de Valdentaes, podrán observarse en este caso los materiales calcáreos cretácicos (figura 12D), también visibles en otros puntos (PIDs 3, 7, 8, 9, 10 y 12). El encajamiento del arroyo a través de estos cerros, origina localmente escarpes muy verticales con aspecto de semicañones (Corvea et al., 2006). De muro a techo, puede observarse una serie cretácica muy completa. Sobre la discordancia entre los materiales

cretácicos y ordovícicos, aparece una unidad basal formada por conglomerados y areniscas. A continuación las rocas quedan cubiertas por fragmentos de rocas y arcillas. Por último, aparecen los crestones que en su origen eran rocas calizas pero que han sido sometidas a un fuerte proceso de dolomitización.

### *EVALUACIÓN*

Como se expone en la tabla 1, la Travesía de las Cuestas es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares de ESO y Bachillerato. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### Ventajas:

- El acceso es fácil y cómodo
- Está próximo a varios PIDs
- Existe una gran diversidad biológica en la zona, derivada de la diversidad litológica

#### Desventajas:

- Existen otros puntos donde el registro de la serie cretácica es mucho más completa
- Solo es recomendable la visita en los meses de primavera, pues el resto del año no son tan evidentes las diferencias de vegetación dependientes de la litología, de la orientación de las laderas o de la disponibilidad hídrica

### *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el Real Decreto 1105/2014) que se pueden trabajar en la visita a la Travesía de las Cuestas:

- *Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. Las adaptaciones de los vegetales al medio (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* este punto es idóneo para que los alumnos sean conscientes de cómo la naturaleza del suelo condiciona el crecimiento de unas especies vegetales frente a otras. Asimismo, pueden trabajar otros factores como modeladores de la distribución de las especies vegetales, tales como la orientación de las laderas o la disponibilidad de agua.
- *Minerales y rocas. Conceptos. Clasificación genética de las rocas. (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* así mismo, la diversidad de tipos de roca en un espacio relativamente pequeño permite aprender a identificar *de visu* las rocas más representativas del territorio

## **AFLORAMIENTO CALIZO (PID 7)**

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El afloramiento calizo se encuentra en la ladera Norte del Cerro de la oliva. El acceso a este punto se realiza a través de un sendero que parte del aparcamiento de la Travesía de las

cuestas (PID 6), perpendicular a la calle arroyo. El tiempo estimado del recorrido hasta el afloramiento no supera los cinco minutos.

### DESCRIPCIÓN

El valor didáctico de este afloramiento se debe a que en él se distinguen varios fenómenos: deformaciones continuas (pliegues) o discontinuas (fallas) de los estratos sedimentarios, desprendimientos de ladera en bloque, meteorización mecánica y química de la roca, meteorización biológica, etc (Figura 13). La coloración rojiza que se observa en el afloramiento



se debe a las “arcillas de descalcificación”. La arcilla depositada en los estratos superiores desciende a los estratos inferiores de rocas carbonatadas debido a la disolución de estas últimas, tornando dichas rocas a colores rojizos y terrosos.

**Figura 13.** Afloramiento de roca caliza. Foto: Sara Martín Hernanz

En las inmediaciones del afloramiento se observarán especies vegetales propias de las zonas calizas: aulagas (*Genista scorpius*), tomillos (*Thymus vulgaris* y *Thymus zygis*) y espliegos (*Lavandula latifolia*) fundamentalmente, así como otras especies indiferentes edáficas, ya observadas en la zona de pizarras.

### EVALUACIÓN

Como se expone en la tabla 1, el afloramiento calizo es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares de ESO y Bachillerato. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### Ventajas:

- En un mismo afloramiento, pueden observarse varios procesos geológicos

#### Desventajas:

- Los alumnos no deben acercarse demasiado al afloramiento debido a posibles procesos de desprendimiento
- El acceso no es adecuado para personas con movilidad reducida

### CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID

- *La deformación en relación a la Tectónica de placas. Comportamiento mecánico de las rocas. Tipos de deformación: pliegues y fallas (Biología y Geología, 1º Bachillerato, área del*

*conocimiento: Geología) / Principales estructuras geológicas: pliegues y fallas (Geología, 2º Bachillerato):* los alumnos podrán observar algunas estructuras derivadas de la deformación de las rocas, como fallas y pliegues.

- *La meteorización y los suelos (Geología, 2º Bachillerato):* en este punto pueden observarse tres tipos de meteorización: biológica, química y mecánica

## **MIRADOR DEL CERRO DE LA OLIVA (PID 8)**

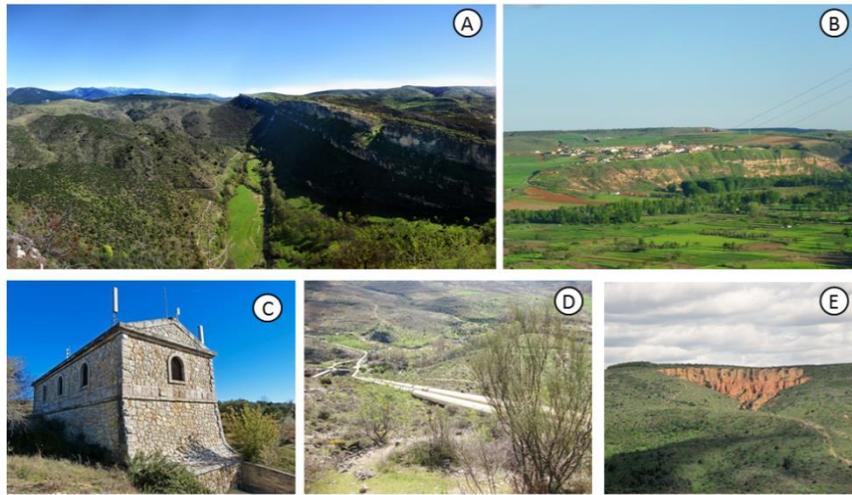
### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El mirador del Cerro de la Oliva se sitúa en el mismo cerro y tiene vistas al Valle del Lozoya, a la presa del Pontón de la Oliva, a las Cárcavas y a la Vega del Jarama. Para acceder hasta este mirador pueden tomarse dos caminos que parten del aparcamiento de la Travesía de las Cuestas (PID 6): uno sale a mano izquierda del aparcamiento y coincide con un camino del Canal de Isabel II; otro sale de frente y es el que pasa por el afloramiento calizo (PID 7). Si se sigue el camino del canal, hay que ir a pie durante casi media hora. Por el segundo sendero, el tiempo invertido es de alrededor de 15 minutos.

### *DESCRIPCIÓN*

En este punto hay una espectacular panorámica de la región, donde se observa la transición entre materiales silíceos, dominados por pizarras de origen ordovícico; y materiales calcáreos, con importantes afloramientos de roca caliza de origen cretácico. La separación viene definida por el río Lozoya (Figura 14A). En primavera, resaltan las diferencias vegetales asociadas al diferente tipo de sustrato (ácido y básico), donde en las pizarras dominan las flores blancas de las jaras y en las calizas las flores amarillas de las aulagas. En la ribera del río Lozoya es interesante también la distribución en hileras más o menos cercanas al curso del río de especies vegetales con diferentes requerimientos hídricos (Figura 14A). Por detrás de los afloramientos calizos, se visualizan las Cárcavas (PID 5) (Figura 14E).

Desde este punto también puede verse la presa del Pontón de la Oliva. Como ya se expuso en la descripción del mismo, se trata de un lugar propicio para la observación de aves rapaces.



**Figura 14.** A) Vistas al Valle del Lozoya, con discordancia entre pizarras y calizas, B) Vega del Jarama, C) Almenara del Canal de Isabel II, D) Sifones externos, E) Cárcavas. Fotos: Sara Martín Hernanz

En el lado izquierdo, se observa la vega del Jarama (Figura 14B), donde resaltan las terrazas fluviales del río Jarama con depósitos sedimentarios posteriores a la Orogenia Alpina, y consecuentemente horizontales. Puede intuirse el punto donde confluyen los ríos Lozoya y Jarama siguiendo el bosque de galería que los oculta. Se observan también, a lo largo de las laderas, las conducciones del Canal de Isabel II (Figura 14C y 14D). Sobre los cerros serpentean sifones de hormigón armado, conformados por dos tubos de dos metros y veinte centímetros, tintados de colores verdes y “beiges” claritos. Dichos sifones salvan los barrancos desde una almenara de entrada hasta una almenara de salida y, en la parte inferior de los mismos se han construido pontones sobre los que se asientan, soportando así el peso de los sifones. Los sifones son, por tanto, dispositivos que permiten al agua de un canal pasar por debajo de un camino o por una vaguada para retomar su nivel al otro lado y continuar su curso.

A pocos minutos del mirador, se encuentra un yacimiento romano-carpetano o celtíbero (la identidad no está muy clara) de los siglos I a.C y I d.C donde estaba asentado un núcleo urbano planificado al modo romano, con calles cortadas en ángulo recto, infraestructuras hidráulicas y edificios públicos. Con el cambio de era (siglo I d.C.), la población se trasladaría al valle abandonando el cerro. Posteriormente, en el siglo V d.C., vuelve a ocuparse, pero de forma distinta: sobre el antiguo caserío romano se estableció una extensa necrópolis hasta el siglo VIII d.C. La aldea asociada al cementerio se ubicó en la plataforma inferior del cerro. El perímetro amurallado de la Dehesa de la Oliva engloba ambas plataformas y según recientes estudios, se estructura en dos recintos el más antiguo circunda al núcleo urbano y es anterior al cambio de era. El segundo recinto acoge el caserío de la plataforma inferior, y aún no se ha determinado si es el resultado de un único proyecto original, una ampliación de época romana tardorrepublicana o una reconstrucción altomedieval. La posición topográfica dota al emplazamiento de una defensa natural por tres de sus flancos, le proporciona un amplio dominio visual del territorio y el control de la ruta con la Meseta Norte por el puerto de Somosierra.

Muy cerca de este yacimiento también hay restos de un antiguo edificio porticado. Estaba formado por una sucesión de soportes con basamento en piedra, que pudieron sostener columnas de piedra o gruesas vigas de madera. El edificio porticado está datado de finales del siglo II a.C. Posiblemente se tratase de un área pública con pequeños comercios y artesanías.

### *EVALUACIÓN*

Como se expone en la tabla 1, el mirador del Cerro de la Oliva es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

#### Ventajas:

- Este mirador permite ver una gran cantidad de elementos y procesos, que engloban los observados en otros PIDs (Pontón de la Oliva, Cárcavas, confluencia de los ríos Jarama y Lozoya y Travesía de las cuevas)
- Existe un panel explicativo de los materiales observados y los puntos de referencia del territorio
- El paisaje es de gran belleza
- Muy cerca de este punto hay yacimientos donde se pueden trabajar contenidos de otras materias

#### Desventajas:

- El desnivel que hay tras el mirador es importante, y el profesor debe marcar la distancia hasta la cual los alumnos pueden permanecer
- El acceso no es adecuado para personas con movilidad reducida
- Para valorar mejor los factores que influyen en la distribución de las especies vegetales, es recomendable visitar este punto en los meses de primavera

### *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

Los contenidos que se pueden trabajar en este punto coinciden con los trabajados en la presa del Pontón de la Oliva y se añade el siguiente:

- *Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. Las adaptaciones de los vegetales y animales al medio (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* al ser una vista panorámica, se observan las diferencias vegetales entre las litologías predominantes, así como la disposición de hileras de vegetación a diferente distancia del cauce del río Lozoya. Del mismo modo, se observa como algunos pájaros aprovechan las oquedades de la roca caliza para construir sus nidos y resguardarse de depredadores.

## CUEVA DEL REGUERILLO (PID 9)

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

La cueva del reguerillo se encuentra en la Dehesa de la Oliva, muy próxima a la Travesía de las Cuestas (PID 6). Desde el aparcamiento de este último punto, hay que tomar el camino del Canal de Isabel II que sale a la derecha y que discurre paralelo al Arroyo de Valdentaes. Tras aproximadamente diez minutos a pie se toma un camino escarpado de unos pocos metros hasta la entrada de la cueva que, como veremos, está actualmente cerrada (figura 15).



**Figura 15.** Entrada a la Cueva del Reguerillo. Foto: Sara Martín Hernanz

### DESCRIPCIÓN

La cueva del Reguerillo es un complejo sistema subterráneo de roca caliza de tres niveles. El progresivo encajamiento del arroyo de Valdentaes y del río Lozoya desde el Plioceno esculpió una serie de cañones y seccionó algunas galerías del sistema kárstico, que alcanzaron su máximo exponente en la cueva del Reguerillo. Solo espeleólogos experimentados pueden recorrer la totalidad de sus galerías, dada la peligrosidad y dificultad del entramado cárstico.

Es importante mencionar que en la Cueva del Reguerillo se encuentran las manifestaciones artísticas más antiguas dejadas en el territorio madrileño, obra de cazadores del Paleolítico Superior. Asimismo, en el interior de la cueva abundan fósiles (carnívoros, perisodáctilos y artiodáctilos). Destacan entre ellos el hallazgo de restos óseos de osos de las cavernas (Torres, 1974) y fósiles de lince ibérico.

Actualmente se encuentra cerrada por la Dirección General de Patrimonio de la Comunidad de Madrid, para la realización de estudios arqueológicos y paleontológicos.

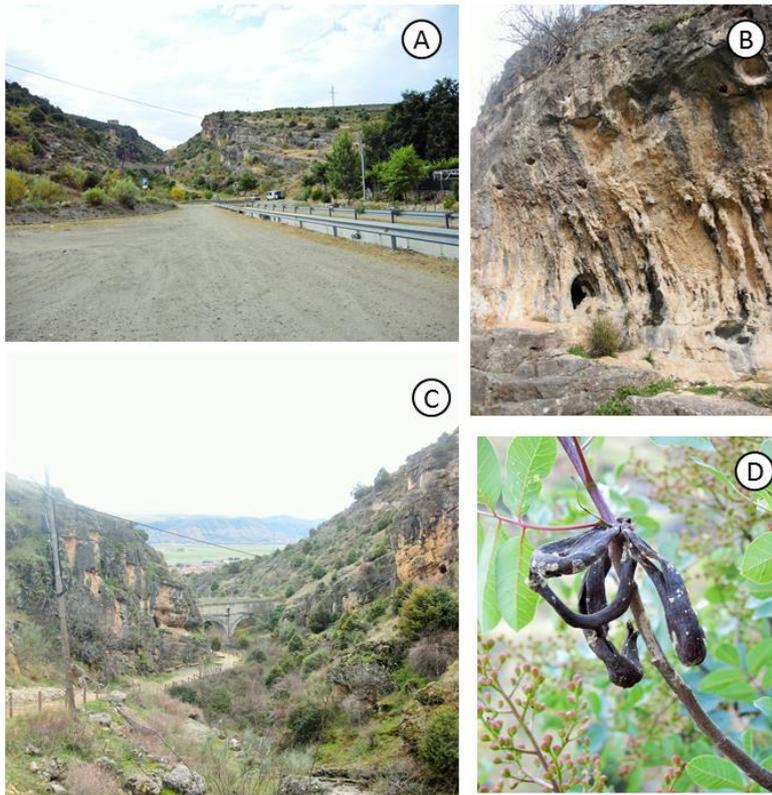
### EVALUACIÓN

Dado que en el presente la cueva se encuentra cerrada al público, se ha considerado a este punto nada adecuado para la visita de escolares de ESO y Bachillerato.

## BARRANCO DE PATONES (PID 10)

### LOCALIZACIÓN Y ACCESO

El barranco de Patones se encuentra entre los municipios de Patones de Abajo y Patones de Arriba. La frecuentada senda ecológica del Barranco de Patones es el camino por el que se asciende a Patones de Arriba y discurre paralelo al Arroyo de Patones.



En el núcleo urbano de Patones de Abajo hay que tomar la calle Avenida de Juan Prieto, perpendicular a la Avenida Madrid. Al final de la calle, antes de tomar el desvío a Patones de Arriba, hay un aparcamiento a mano derecha (Figura 16A). Al lado del aparcamiento, se encuentra el Barranco de Patones.

**Figura 16.** A) Aparcamiento de al lado del Barranco de Patones, B) Formación endokárstica, C) Vistas desde lo alto del Barranco, D) Agalla de cornicabra. Fotos: Sara Martín Hernanz

### DESCRIPCIÓN

En el barranco de Patones pueden observarse los enormes bloques de roca caliza, a veces dolomitizados, a ambos lados del mismo. Constituye una de las típicas torrenteras de la zona en la que se observa con facilidad su estructura: cuenca de recepción, canal de desagüe y cono aluvial en el que se sitúa Patones de Abajo (Corvea et al., 2006). La disposición de los elementos del medio físico en este lugar facilita, por tanto, la interpretación de los procesos asociados a la acción geológica de las aguas: erosión, transporte y sedimentación. La mayoría de la superficie de las rocas calizas del Barranco presenta alteración por agentes atmosféricos y biológicos (musgos, líquenes y fanerófitos).

El buzamiento que presentan los estratos de los sedimentos calcáreos en esta zona se debe a la Orogenia Alpina, que produjo un basculamiento de las capas hacia el sureste de alrededor de 25° (Barea et al., 2002). Además del ángulo de buzamiento, se puede observar como en los límites entre capas crecen una mayor proporción de plantas. Esto se debe a que las plantas tienen mayor facilidad para desarrollar las raíces en los límites entre capas, y porque son

las zonas por donde circula el agua, por lo que cuentan con una mayor disponibilidad de humedad.

Por otro lado, pueden apreciarse formas endokársticas en determinados puntos del recorrido. Éstas son el resultado de la acción de ríos y arroyos que generaron cavidades o conductos kársticos subterráneos durante el Plioceno y el Pleistoceno. Estas formas endokársticas se deben a episodios de intrusión fluvial en las cavidades, sucediéndose etapas de colmatación, reactivación y erosión (Barea et al., 2002). En la figura 16B se observa parte de la morfología de una antigua cueva que, tras un proceso de intensa disolución de los carbonatos, se hundió dejando únicamente lo que correspondería a una pared lateral de la cavidad.

En el recorrido hasta Patones de Arriba son frecuentes los movimientos de ladera, concretamente desprendimientos, donde se pueden observar bloques de roca caliza en el interior del Barranco. Debido a esto, se han tomado medidas preventivas, como la colocación de mallas que evitan tales desprendimientos, pues se trata de una zona frecuentada por senderistas.

Tras ascender varias decenas de metros a lo largo del Barranco, puede analizarse como están en superficie a la altura del camino depósitos calcáreos más antiguos, obedeciendo al principio de superposición de estratos. Estos depósitos tienen una coloración diferente en la roca desnuda, probablemente debido a que se encuentren en un estadio avanzado de dolomitización. Además, a cierta altura puede apreciarse una perspectiva panorámica que permite distinguir los materiales plegados por la orogenia, que presentan buzamiento (rocas carbonatas del Cretácico), y los materiales depositados después de la orogenia (rocas sedimentarias del terciario y depósitos fluviales cuaternarios), de acuerdo al Principio de horizontalidad original (Figura 16C).

Las especies vegetales dominantes en las laderas del barranco son la retama (*Retama sphaerocarpa*), el enebro (*Juniperus oxycedrus*), la higuera (*Ficus carica*), el torvisco (*Daphne gnidium*) y la cornicabra (*Pistancia terebinthus*). De ésta última especie pueden observarse las enormes agallas con forma de cuerno (Figura 16D). En el interior del barranco, por donde circula de manera estacional el arroyo de Patones, dominan las zaras, rosales y algunas trepadoras como la madreSelva o la parra silvestre.

## EVALUACIÓN

Como se expone en la tabla 1, el mirador del embalse del Atazar es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

Ventajas:

- El acceso al barranco es directo, ya que a pocos metros existe un aparcamiento donde puede estacionar un autocar
- Se encuentra muy cerca del museo-aula geológica y del PID 10 (presa colmatada de Patones de Arriba)

Desventajas:

- El recorrido por la senda ecológica del Barranco de Patones no es adecuada para personas con movilidad reducida

**CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID**

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en el Barranco de Patones:

- *Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación. Las aguas superficiales y el modelado del relieve, formas características (Biología y Geología, 1º y 3º de ESO) / La litología y el relieve (relieve kárstico) (Geología, 2º Bachillerato):* en la senda ecológica del Barranco se puede trabajar el modelado kárstico y aspectos relacionados con dinámica fluvial
- *Riesgos asociados a sistemas de ladera y fluviales. Medidas de uso eficientes (2º Bachillerato, Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente):* se pueden trabajar los movimientos de ladera y medidas correctoras para reducir los riesgos derivados de estos fenómenos

**PRESA COLMATADA DE PATONES DE ARRIBA (PID 11)****LOCALIZACIÓN Y ACCESO**

La presa colmatada se encuentra en el casco urbano de Patones de Arriba. Para llegar hasta este PID hay que tomar la Avenida de Juan Prieto (perpendicular a Avenida Madrid) en Patones de Abajo y, desde ésta, tomar el desvío a Patones de Arriba. A la entrada del pueblo, hay una zona de aparcamiento. Para llegar hasta la presa colmatada hay que seguir el curso del arroyo. La presa (Figura 17A, 17B y 17C) se sitúa justo por detrás del famoso lavadero y la fuente del pueblo (Figura 17D).



**Figura 17.** A) Vista del embalse colmatado, B) vista lateral de la presa, C) vista frontal de la presa y vegetación de ribera, D) Fuente y lavadero del pueblo. Fotos: Sara Martín Hernanz

### DESCRIPCIÓN

Patones de Arriba se sitúa sobre pizarras del Ordovícico. El arroyo de Patones a esta altura, por tanto, discurre por materiales pizarrosos. Es interesante observar el proceso de colmatación de la presa, donde se evidencia la acumulación de materiales resultantes de la fuerte erosión que afecta al entorno (Figura 17A). En la actualidad, existen edificaciones en la cota del embalse de la presa, aprovechando erróneamente el firme sustrato conseguido por la acumulación de los materiales que colmatan su cauce. Una fuerte riada podría tener graves consecuencias (Corvea et al., 2006).

En el cauce del río puede observarse una densa vegetación de ribera, dominada por olmos (*Ulmus minor*) y álamo negro (*Populus nigra*), aunque también aparecen a la altura de la presa dos grandes higueras (*Ficus carica*) (Figura 17C). En las inmediaciones de la presa, y más allá del curso del río, pueden observarse especies vegetales acidófilas como las observadas en otros puntos de litología pizarrosa, como jara pringosa (*Cistus ladanifer*) y tomillo mejorana (*Thymus mastichina*).

Respecto al lavadero, merece la pena citar que es un excelente ejemplo de lavadero tradicional perfectamente conservado, con dos partes bien diferenciadas: una para aclarar y otra para lavar. Este lavadero aprovecha el agua sobrante de la fuente que tiene al lado (Gómez-Hernanz et al., 2001).

## *EVALUACIÓN*

Como se expone en la tabla 1, la Travesía de las Cuestas es un punto adecuado para llevar a cabo visitas con escolares de ESO y Bachillerato. A continuación se enumeran una serie de ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

### Ventajas:

- Se encuentra muy próximo a dos PIDs (PID 10 y PID 12).
- Está en un sitio de gran valor histórico

### Inconvenientes:

- El acceso no es adecuado para personas con movilidad reducida

## *CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID*

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en la presa colmatada de Patones de Arriba:

- *Riesgos asociados a sistemas de ladera y fluviales. Medidas de uso eficientes (2º Bachillerato, Ciencias de la Tierra y Medio Ambiente):* los alumnos podrán analizar el riesgo que supone construir sobre los materiales de una presa colmatada, teniendo en cuenta posibles crecidas del cauce del arroyo en épocas de lluvia
- *Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. Las adaptaciones de los vegetales al medio (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* los alumnos podrán diferenciar entre los factores que condicionan la vegetación zonal o climática y los factores que condicionan la vegetación azonal o aclimática.

## **CEMENTERIO DE PATONES DE ARRIBA (PID 12)**

### *LOCALIZACIÓN Y ACCESO*

El cementerio de Patones de Arriba se localiza a no más de 15 minutos a pie de la presa colmatada. Desde este último punto parte un sendero hacia el cementerio en el lado derecho del arroyo de Patones.

### *DESCRIPCIÓN*

Las inmediaciones del cementerio son un lugar de contacto entre los materiales cretácicos y los materiales ordovícicos (Figura 18A). Los primeros corresponden en este caso a arenas, a diferencia de la Travesía de las Cuestas donde en la discordancia afloraban calizas y dolomías fundamentalmente. Además, por debajo de las arenas cretácicas aparecen las pizarras afectadas por una ferruginización y paleoalteradas: las pizarras en el contacto con las arenas

están prácticamente transformadas en arcillas caoliníferas (Corvea et al., 2006) (Figura 18C). Esta transformación se hace evidente en el camino de tierra que lleva hasta el cementerio, donde la coloración de las pizarras disgregadas es entre morado y rojizo.

**Figura 18.** A) Vista panorámica desde el cementerio donde se distinguen en el lado izquierdo los materiales ordovícicos (pizarras) y en el lado derecho las crestas cretácicas, B) Cementerio de Patones de Arriba, C) Pizarras transformadas en arcillas caoliníferas. Fotos: Sara Martín Hernanz



Resulta muy llamativo el cambio drástico de la vegetación entre ambos tipos de sustrato (Figuras 18A y 18B). Sobre las pizarras ordovícicas dominan ampliamente las jaras pringosas (*Cistus ladanifer*), aunque también se pueden encontrar otras especies silícolas como el tomillo mejorana

(*Thymus mastichina*) y botonera (*Santolina rosmarinifolia*). Sobre los materiales cretácicos abundan especies basófilas como el espliego (*Lavandula latifolia*), aulaga (*Genista scorpius*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y torvisco (*Daphne gnidium*). A los lados del camino que lleva hasta el cementerio, donde abundan las pizarras transformadas en arcillas caoliníferas, abundan las coscojas (*Quercus coccifera*). En ambos sustratos, crecen también especies indiferente edáficas como las retamas (*Retama sphaerocarpa*) y los enebros (*Juniperus oxycedrus*).

En el camino que lleva al cementerio, pueden observarse diferentes estructuras que evidencian la tradición ganadera del territorio. En primer lugar, se encuentra una gran era, destinada a las labores de trilla y aventado de las mies (cereal maduro). Las eras se disponen habitualmente en bancales de pizarra. Estos muros de contención se realizaron con el fin de lograr una superficie horizontal en una zona de la ladera. Por otro lado, existen varios tinados, a los cuales ya se hizo referencia en el PID 6.

Por último, conviene mencionar la existencia de una antigua Tejerilla en las inmediaciones del cementerio. Éste era un lugar en el que se fabricaban las tejas curvas que servían como cubierta a las viviendas de la zona (Martín-Hernanz, 2006).

## EVALUACIÓN

Como se expone en la tabla 1, la Travesía de las Cuestas es un punto muy adecuado para llevar a cabo visitas con escolares de ESO y Bachillerato. A continuación se enumeran una serie de

ventajas e inconvenientes, teniendo en cuenta los valores asignados a los diferentes indicadores:

Ventajas:

- Desde el cementerio, pueden observarse gran cantidad de elementos: el casco urbano de Patones de arriba, las crestas cretácicas y la vegetación asociada, los montes pizarrosos y la vegetación asociada, las diversas construcciones agrícolas, etc.
- Pueden trabajarse contenidos de otras materias

Inconvenientes:

- El acceso no es adecuado para personas con movilidad reducida
- Es aconsejable que la visita se realice en primavera porque las diferencias de vegetación entre los dos tipos litológicos resultan mucho más llamativas

**CONTENIDOS CURRICULARES QUE SE PUEDEN TRABAJAR EN ESTE PID**

A continuación se enumeran los contenidos del anexo I (establecidos en el *Real Decreto 1105/2014*) que se pueden trabajar en las inmediaciones del Cementerio de Patones de Arriba:

- *Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. Las adaptaciones de los vegetales al medio (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* este punto es idóneo para que los alumnos sean conscientes de cómo la naturaleza del suelo condiciona el crecimiento de unas especies vegetales frente a otras. Asimismo, pueden trabajar otros factores como modeladores de la distribución de las especies vegetales, tales como la orientación de las laderas o la disponibilidad de agua.
- *Minerales y rocas. Conceptos. Clasificación genética de las rocas. (Biología y Geología, 1º Bachillerato):* así mismo, la diversidad de tipos de roca en un espacio relativamente pequeño permite aprender a identificar *de visu* las rocas más representativas del territorio

**CONFLUENCIA DE LOS RÍOS JARAMA Y LOZOYA (PID 13)**

**LOCALIZACIÓN Y ACCESO**

Desde Patones de Abajo hay que tomar la carretera M-102 (Avenida de Madrid). Un kilómetro antes de llegar al desvío hacia el Pontón de la Oliva, encontraremos un caserón abandonado a mano derecha de la carretera (Figura 19A). Justo por detrás del caserón, es donde se encuentra la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya. En el momento del desarrollo de este trabajo (Junio de 2015) el acceso hasta la orilla del río es complicado, ya que cuenta con una cobertura vegetal casi impenetrable.

**DESCRIPCIÓN**

Los habitantes de Patones se refieren a la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya como “La junta de los dos ríos”. Según apunta Corvea y colaboradores (2006) el valor didáctico de este

punto reside en las diferencias químicas del agua de ambos ríos, fundamentalmente la conductividad. Esto se debe a que las aguas del río Jarama discurren por materiales bastante solubles, como yesos, calizas y dolomías, lo que le hacen tener un valor de conductividad alto respecto del Lozoya, que discurre por materiales metamórficos poco solubles (esquistos, cuarcitas y pizarras).



**Figura 19.** A) Caserón donde se encuentra, en la parte trasera, la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya. B) Estado del río Jarama tras su unión con el Lozoya. Fotos: Sara Martín Hernanz

Durante el muestreo de junio de 2015 el acceso hasta el punto de la confluencia resultó muy complicado pues el terreno estaba completamente vegetado. La orilla del río está constituida por las raíces de los alisos (*Alnus glutinosa*) en este punto, sin que haya espacio disponible para realizar la visita con escolares de ESO y Bachillerato (ni de otro nivel académico) (Figura 19B).

### *EVALUACIÓN*

Debido a la mala accesibilidad que presenta este punto, se considera nada adecuado para la visita de escolares de ESO y Bachillerato (tabla 1).

## **MUSEO-AULA GEOLÓGICA**

### *DESCRIPCIÓN*

### *LOCALIZACIÓN*

El museo-aula geológica es uno de los museos temáticos creados a través de la Mancomunidad del Embalse del Atazar. Se encuentra en el municipio de Patones de Abajo y está situado en una antigua casilla del Canal de Isabel II rehabilitada (figura 20A), muy cerca del Barranco de Patones. En el Frontón del pueblo está señalizado el acceso al museo, y debe realizarse a través de un sendero de tierra de menos de 100 metros de longitud que desemboca en el mismo aula geológica (figura 20B). El museo tiene buenas vistas al Valle del Jarama, al municipio de Patones de Abajo y a las Calerizas (figura 20C).



**Figura 20.** A) Vista exterior del museo-aula geológica, B) Vía de acceso, C) Vistas al Valle del Lozoya, Patones de Arriba y Calerizas; D) Colección de rocas representativas de la Sierra Norte de Madrid, E) Exposición, F) Reproducción de yacimiento paleontológico. Fotos: Sara Martín Hernanz

Puede obtenerse información general sobre el museo en la página del ayuntamiento de Patones ([http://www.patones.net/aula\\_geologica.html](http://www.patones.net/aula_geologica.html)) y en la página de la Mancomunidad de la presa del Atazar (<http://www.embalsedelatazar.es/museo-del-aula-geologica/>). No existe información sobre horario de apertura, precio de la visita o actividades ofertadas. Únicamente, aparece un teléfono de contacto. Actualmente, el museo se encuentra cerrado al público por falta de presupuesto, pero se espera que se ponga en marcha en los próximos meses.

#### *INSTALACIONES*

El centro cuenta con una sala principal y dos aseos. Uno de los aseos está adaptado al uso de personas con movilidad reducida. La sala presenta buena iluminación y cuenta con un proyector y una pantalla. No existe ningún tipo de mobiliario, excepto dos pequeños armarios adyacentes a cada uno de los aseos donde se guardan panfletos con información turística.

#### *EXPOSICIÓN*

En la zona exterior, existe una colección de ocho rocas representativas de la Sierra Norte (figura 20D).

La exposición interior consta de los siguientes recursos:

- Doce paneles con información sobre diferentes aspectos de la Geología (figura 20E). El orden y contenido de los paneles es el siguiente:
  - La cueva del Reguerillo: se describe la importancia geológica, arqueológica y biológica de la zona

- El modelado kárstico: se explica de manera muy general el proceso de modelado kárstico y se exponen algunos ejemplos de formas exokársticas y endokársticas
- El ciclo del Agua: en este panel se explica en qué consiste el ciclo del agua así como las fuerzas motrices implicadas y los factores influyentes
- El agua: en este panel se ilustran las características y propiedades del agua, así como los tres estados y la nomenclatura de los cambios de estado
- Las formas geológicas de los ríos: este panel explica los procesos implicados en las formas geológicas derivadas del paso de cursos fluviales (erosión, transporte y sedimentación), así como diferentes formas asociadas a cursos altos, medios y bajos
- El trabajo de los paleontólogos: en este panel se define qué es la paleontología y se describen las fases de trabajo de un paleontólogo (documentación previa, recogida de fósiles en campo y trabajo de laboratorio)
- La formación de la Tierra: en este panel está explicado el origen del universo, de las galaxias, del Sistema Solar y de la Tierra, así como el origen de las diferentes capas que forman a esta última
- La creación de los continentes: en este panel está reflejada la disposición que han presentado las masas continentales emergidas sobre la Tierra en diferentes periodos
- La escala del tiempo: En este panel están nombradas las eras y periodos geológicos y los principales hitos biológicos
- Las rocas: se atiende a la definición de roca y a los principales tipos según su origen (sedimentarias, ígneas y metamórficas)
- Los minerales: se enumeran algunas propiedades de los minerales, definición, usos y clasificación según su composición química
- Formación del Valle Bajo del Lozoya: origen de la red fluvial actual, tipos de rocas presentes en el Valle Bajo del Lozoya y origen de las mismas
- Reproducción de dos perfiles de suelo
- Reproducción de un yacimiento paleontológico, con diferentes tipos de fósiles representados (figura 20F)
- Mapa de las galerías de la Cueva del Reguerillo
- Panel sobre el concepto de falla y los diferentes tipos
- Panel de doce fósiles testigo, con periodo correspondiente y breve descripción
- Panel donde se expone un ejemplo de corte estratigráfico con explicaciones de los diferentes tipos de rocas que lo conforman
- Mapa de la Mancomunidad del Embalse del Atazar en la que están señalados los doce puntos de interés geológico principales que se encuentran en el territorio, acompañados por una breve descripción
- Mapa geológico de la provincia de Madrid
- Fotografía con tipos de rocas
- Fotografías de ambientes naturales del territorio

➤ Video

*EVALUACIÓN DEL MUSEO-AULA GEOLÓGICA*

En el anexo IX están incluidos los valores asignados a cada uno de los indicadores establecidos para evaluar el grado de adecuación de los Centros de Interpretación o Aulas de Naturaleza a la visita de estudiantes de ESO y Bachillerato. El resultado obtenido (suma total=27) corresponde a un centro adecuado a la visita de estudiantes de ESO y Bachillerato, pero presenta algunas líneas de mejora. A continuación, se exponen las ventajas y desventajas detectadas en base a la valoración asignada a cada uno de los indicadores, así como posibles líneas de mejora.

Ventajas:

- La localización del museo-aula geológica es muy adecuada, pues a menos de 100 metros existe un aparcamiento para autobuses. Además, se encuentra cerca del Barranco de Patones, uno de los Puntos de Interés Didáctico del término municipal.
- El diseño del edificio es de gran atractivo y representativo del término municipal
- En los paneles, se tratan conceptos claves para el entendimiento de la geología
- No hay un número elevado de tecnicismos en las explicaciones
- El diseño móvil de los paneles centrales aporta versatilidad en cuanto al uso del espacio disponible
- Los paneles presentan una alta proporción de mapas, gráficos e imágenes

Desventajas:

- No hay una pista de acceso transitable para personas con movilidad reducida hasta el museo, aunque el baño sí está adaptado al uso de los mismos
- No hay ningún orden de presentación de los paneles
- La mayoría de los paneles tratan sobre temas muy generales, y muy pocos explican contenidos prácticos del territorio en el que se encuentra el museo-aula geológica
- No se relacionan los contenidos (de índole geológica) con otras áreas del conocimiento de Ciencias de la Naturaleza (botánica, zoología o ecología) o con contenidos de otras materias
- Muchos de los contenidos tratados parecen estar dirigidos a alumnos de Primaria o primer ciclo de secundaria, resultando demasiado generales para los cursos del segundo ciclo de Secundaria y Bachillerato
- Las reproducciones de los perfiles de suelo y yacimiento paleontológico no presentan ningún tipo de explicación o información asociada
- No existen elementos interactivos que permitan un aprendizaje activo del alumnado
- No hay una maqueta donde se puedan apreciar los diferentes elementos geomorfológicos o unidades litológicas de la zona, puntos de referencia (núcleos urbanos, carreteras, etc) o la localización del aula geológica dentro del contexto territorial

### Posibles líneas de mejora:

- Mejorar el acceso a partir de pista transitable para personas con movilidad reducida
- Elaborar una página web donde se incluya información sobre el horario de apertura, el precio de las visitas, el aforo del museo, la dirección del mismo y el modo de reserva
- Incorporar de una maqueta donde se puedan apreciar los diferentes elementos geomorfológicos o unidades litológicas de la zona, puntos de referencia (núcleos urbanos, carreteras, etc) y la localización del aula geológica dentro del contexto territorial
- Incluir en la exposición recursos más interactivos que permitan un aprendizaje activo del alumnado, por ejemplo una lupa para observación de cristales o un estereoscopio para observación de fotografías aéreas del territorio
- Incluir información detallada sobre otros puntos de interés geológico de la Mancomunidad del embalse del Atazar, pues solo existen descripciones sobre la Cueva del Reguerillo
- Incluir información esquemática sobre la historia geológica de la Península Ibérica, focalizando las descripciones en el centro peninsular
- Incluir en los paneles explicativos contenidos que relacionen varias áreas del conocimiento de las Ciencias de la Naturaleza (botánica, zoología y ecología) y otras materias
- Elaborar material complementario a la exposición para diferentes niveles de Secundaria y Bachillerato, así como propuesta de actividades que puedan desarrollar en la excursión
- Incluir cartografía con itinerarios didácticos, así como panfletos donde estén descritos los itinerarios y los valores naturales de cada uno de ellos
- Ofertar rutas guiadas por los diferentes itinerarios didácticos, así como actividades relacionadas con los contenidos curriculares de las materias de Ciencias de la Naturaleza

### **e. Organización del itinerario a partir de los PIDs valorados**

El itinerario que se plantea en este trabajo presenta una metodología innovadora, pues se realiza mediante una aplicación móvil denominada Geocaching. Se trata de un juego al aire libre donde los participantes (geocachers), con ayuda de un receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global), esconden o buscan «tesoros» (geocachés o cachés) en la ciudad o en el medio natural. La aplicación permite, a través de un mapa digital, encontrar unas coordenadas exactas sobre el terreno. Para la práctica del geocaching es necesario disponer de acceso a Internet para la consulta de los tesoros dentro de una zona y un receptor GPS que nos permita aproximarnos a su ubicación. Una vez situados en las proximidades del caché, la reseña del tesoro facilita pistas para llegar a encontrarlo.

El juego está extendido a nivel mundial y pueden encontrarse tesoros en cualquier lugar accesible. Es una aplicación de uso recreativo, pero que presenta una gran potencialidad didáctica, ya que permite una metodología de aprendizaje activa, TIC y en Red. Puede emplearse como excusa para explicar nociones sencillas de orientación, mapas y el uso de las

brújulas. Además, se puede vincular con diversas competencias básicas y con múltiples adaptaciones al contexto educativo, para motivar a los alumnos hacia la práctica de actividad física, a la vez que permite su desarrollo integral (realización de actividades físico-deportivas, socialización, mejora de la autonomía personal, aprendizaje y uso responsable de las TIC, educación medioambiental, interdisciplinariedad -a través de pistas o problemas de cualquier asignatura-, trabajo en equipo, etc.). Existen diferentes modalidades del geocaching, en función del tipo de tesoro a hallar o la forma de la búsqueda (Groundspeak Inc., 2012).

El alto interés de los adolescentes por las actividades en la naturaleza y el uso de las nuevas tecnologías, hace que el Geocaching sea una actividad perfecta para mantener activo a los jóvenes de hoy en día (Pérez-Amate y Pérez Ordás, 2009). Además de las ventajas de las salidas de campo y del uso de teléfonos móviles, la puesta en práctica del Geocaching fomenta la socialización y la comunicación, en tanto que todos los alumnos tienen un objetivo común y cooperarán para lograr dicho objetivo. Por otro lado, presenta una gran adaptabilidad al contexto escolar, puesto que se pueden variar los niveles de dificultad, los espacios, los desplazamientos, etc. Todos estos motivos son razón de más para integrar dentro de los itinerarios didácticos esta valiosa herramienta.

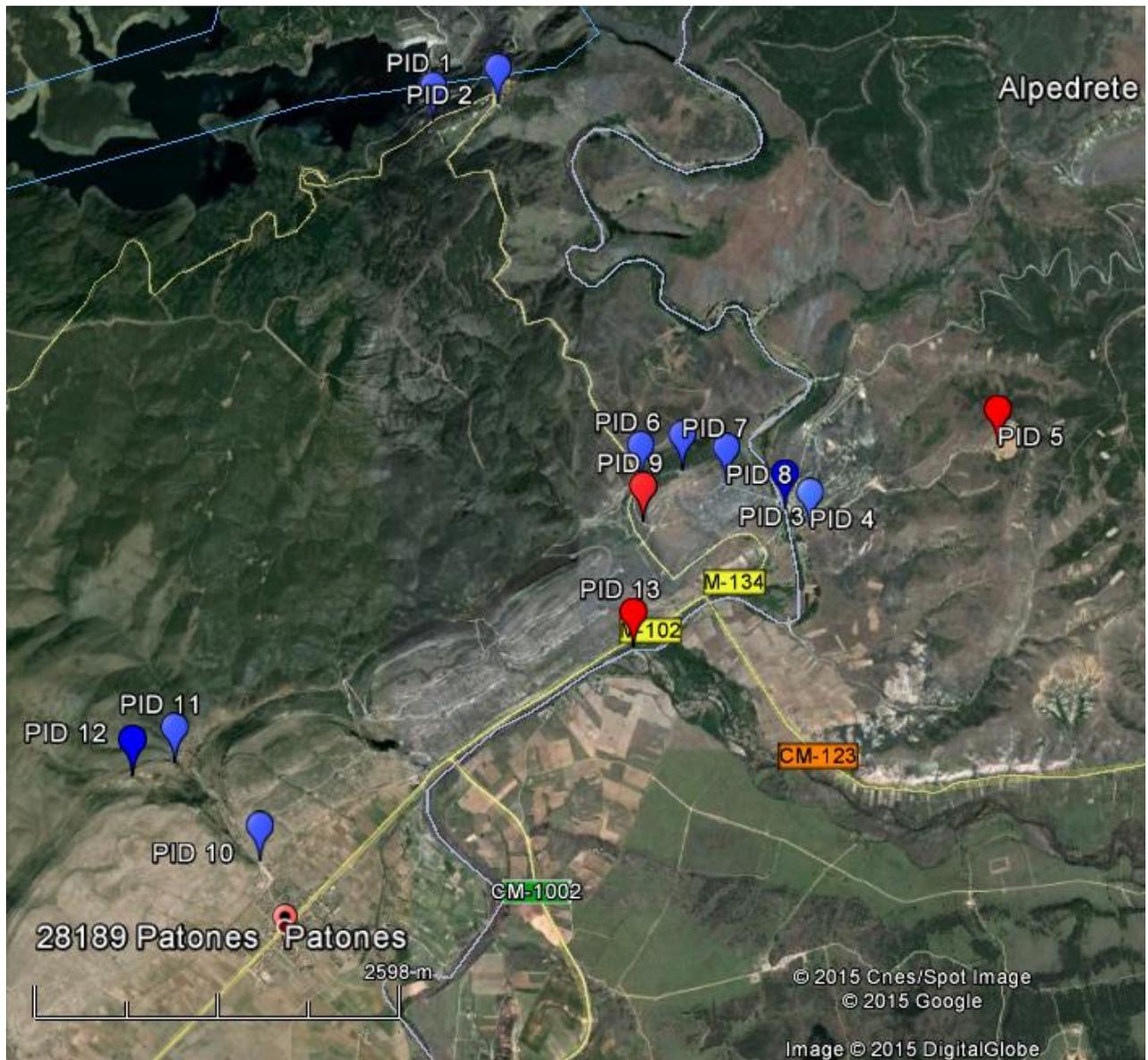
En la modalidad propuesta los alumnos serán los guías del itinerario, en tanto que irán punto por punto buscando una serie de pistas; siempre acompañados por el profesor.

### ***Selección de PIDs próximos entre sí***

Tal y como se observa en la figura 21, muchos de los puntos se encuentran concentrados en el Cerro de la Oliva (PID 6, PID 7, PID 8 y PID 9). Además, desde el PID 7 (Mirador del Cerro de la Oliva) se tienen vistas a los PIDs 4 (presa del Pontón de la Oliva) y 5 (Las Cárcavas). Por lo tanto, en el presente trabajo se plantea un itinerario circular a pie que pase por los puntos 6, 7, 8 y 9. Intercalados con estos puntos de interés didáctico, se realizarán paradas complementarias en otros puntos que puedan ser de interés para otras asignaturas, como se explicará más adelante.

### ***Selección de punto de inicio y finalización***

Puesto que es un itinerario circular, el punto de inicio y finalización es coincidente y corresponde con el PID 6 (Travesía de las Cuestas) por contar con buena accesibilidad a otros PIDs y con aparcamiento para autocar. Por tanto, el itinerario de Geocaching tiene su inicio en el aparcamiento que se encuentra en la Calle del Arroyo, en el kilómetro 2 de la M134.



**Figura 21.** Mapa con los trece puntos de interés didáctico seleccionados. Los iconos de color azul intenso representan puntos muy adecuados, los azules más claros adecuados, y los rojos nada adecuados.

### *Temporalización, mapa del itinerario y descripción del recorrido*

En los itinerarios Geocaching, es recomendable que los puntos estén poco distantes entre sí para facilitar que los alumnos encuentren las pistas sin salirse de las sendas o caminos. Por ello se han establecido ocho puntos Geocaching, de los cuales cuatro son puntos de interés didáctico. Se trata de un recorrido circular de cerca de **3,5 kilómetros** de distancia, cuya realización implica **3 horas**, teniendo en cuenta un mínimo de 10 minutos en cada parada. Las dos primeras paradas se realizan sobre terreno pizarroso y formaciones vegetales asociadas. El resto de paradas se realiza sobre terreno calizo, con cortejo florístico acorde a este tipo de sustrato. En la figura 22 se expone el mapa de itinerario con los nombres asignados a los diferentes puntos Geocaching y remarcados aquellos que coinciden con Puntos de Interés Didáctico.

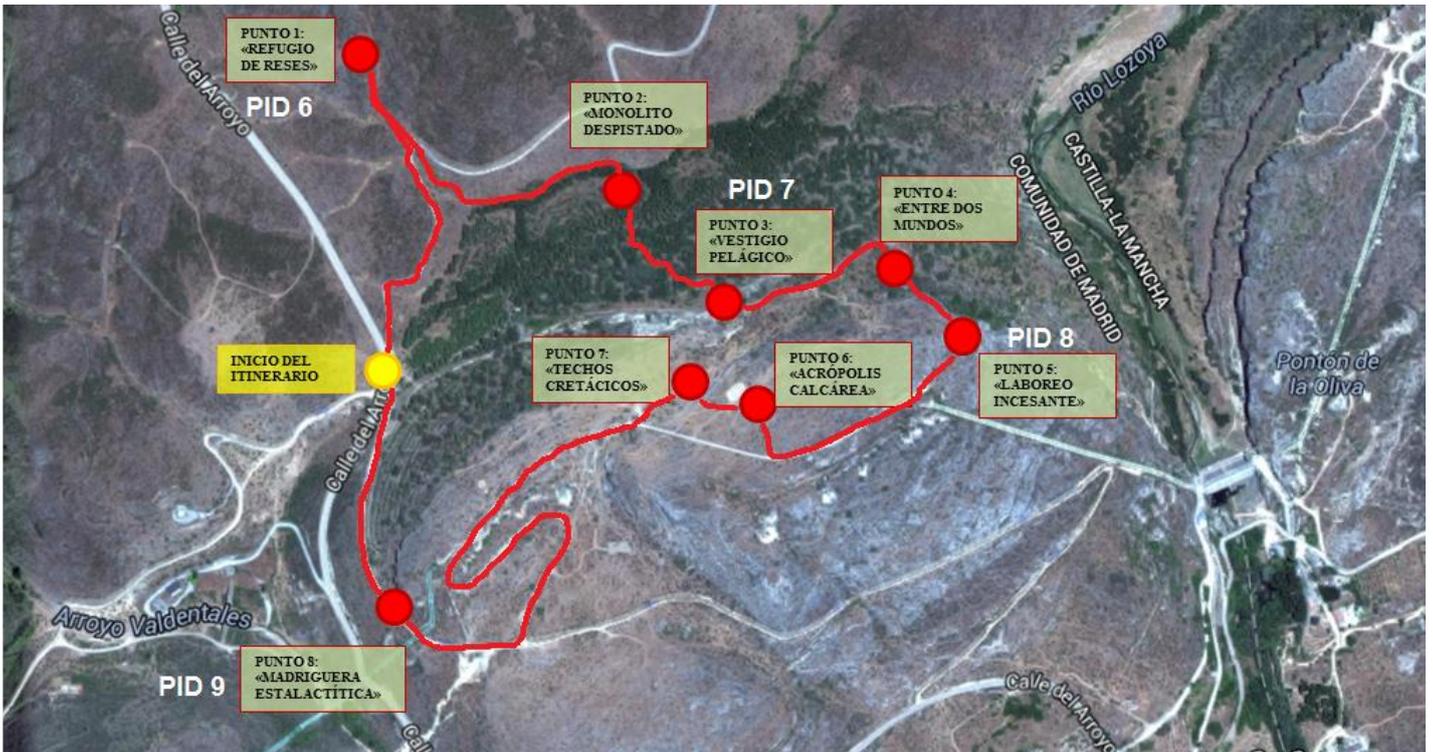


Figura 22. Mapa del itinerario didáctico Geocaching

Para llegar al primer punto de Geocaching, hay que tomar el camino que sale a la izquierda del aparcamiento y recorrer aproximadamente 260 m. Donde comienza una marcada curva a la derecha, observamos a unos 100 metros una construcción de pizarra en una pequeña loma a la izquierda del camino. En el interior de esta construcción de pizarra, cuya tradicional denominación es la de “tinado”, se encontrará el **primer punto de Geocaching** (“**Refugio de reses**”) (véase PID 6: Travesía de las Cuestas), con las pistas asociadas.

Se retorna al camino y en el mismo punto tomamos un pequeño sendero de unos 120 metros de distancia que sale a la izquierda y que llega a un pequeño arroyo, afluente del río Lozoya. Se sigue en el sendero que discurre paralelo a tal arroyo unos 200 metros, momento en el cual observaremos al otro lado un gran bloque de roca caliza, que coincide con el **segundo punto de Geocaching**. En este lugar, se atraviesa el arroyo para llegar a tal punto. En el punto 2 (“**Monolito despistado**”) encontramos un bloque de caliza en terreno pizarroso, marcado por vegetación aun acidófila. La presencia de este bloque se debe a un desprendimiento desde ladera arriba, donde encontraremos el afloramiento calizo.

Comenzamos a ascender ladera arriba en línea recta por un pequeño sendero que parte un poco más allá del bloque, perpendicular al arroyo. Tras alrededor de 250 metros de ascenso entre pinares y rodales de quejigos y encinas, llegamos a un amplio camino perpendicular al que seguimos y justo enfrente de nosotros encontramos el **tercer punto de Geocaching** (“**Vestigio pelágico**”), que coincide con el PID 7. Se trata de un enorme afloramiento de roca caliza, con sustratos intermedios de arcilla que da un aspecto rojizo al afloramiento (véase PID 7: Afloramiento calizo).

Tomamos el camino ancho que sale a la izquierda según miramos el afloramiento. Una vez caminados 300 metros, llegaremos a una explanada con una espectacular vista al Valle del Lozoya, las crestas cretácicas del Barranco del Lozoya y las Cárvacas (cerca de PID 8: mirador del Cerro de la Oliva), que coincide con el **cuarto punto de Geocaching** (“entre dos mundos”).

A continuación, seguimos el mismo sendero y a tan solo 120 metros llegaremos al **quinto punto de Geocaching** (“**Laboreo incesante**”), que coincide con el PID 8 (Mirador del Cerro de la Oliva). Detrás del mirador continúa el camino, dejando una primera almenara a la izquierda. Tras 300 metros, llegaremos a una zona con varios carteles informativos referentes a los yacimientos romanos que se observan desde el camino. La zona donde se encuentran los yacimientos corresponde al **sexto punto de Geocaching** (“**Acrópolis calcárea**”) y al **séptimo punto de Geocaching** (“**techos cretácicos**”). Siguiendo por el mismo sendero que lleva a los yacimientos se llega al **punto nueve de Geocaching** (“**madriguera estalactítica**”) que corresponde a las inmediaciones del PID 8 (Cueva del reguerillo). Aunque se encuentre cerrada al público, se aprovecha el paso por este punto para trabajar algunos contenidos y comentar algunas curiosidades sobre esta emblemática cueva. Por el mismo sendero, se regresa al punto de inicio.

### ***Diseño de actividades***

Las actividades propuestas se centran en aquellas que se realizarían durante el itinerario, sin atender las actividades previas o posteriores al mismo. Las actividades están diseñadas para desarrollar las competencias básicas establecidas en el Real Decreto 1105/2014, así como los objetivos y contenidos ya expuestos. En la tabla 2 están enumeradas las competencias básicas y las actividades a través de las cuales se alcanzarán dichas competencias.

Como ya se comentó, el desarrollo del itinerario correrá a cargo de los alumnos mediante el uso de la aplicación móvil “Geocaching”. El docente habrá introducido las diferentes coordenadas en la aplicación en la modalidad de “Eventos cachés” para que los puntos de Geocaching solo permanezcan en la aplicación durante un día (el que se realizará la salida al campo). En cada uno de los puntos el docente habrá escondido varias ayudas, pistas o indicaciones que guiará a los alumnos en el desarrollo de las labores encomendadas. Asimismo, los nombres de los diferentes puntos Geocaching ayudarán a los alumnos a revelar el lugar donde deben buscar las pistas.

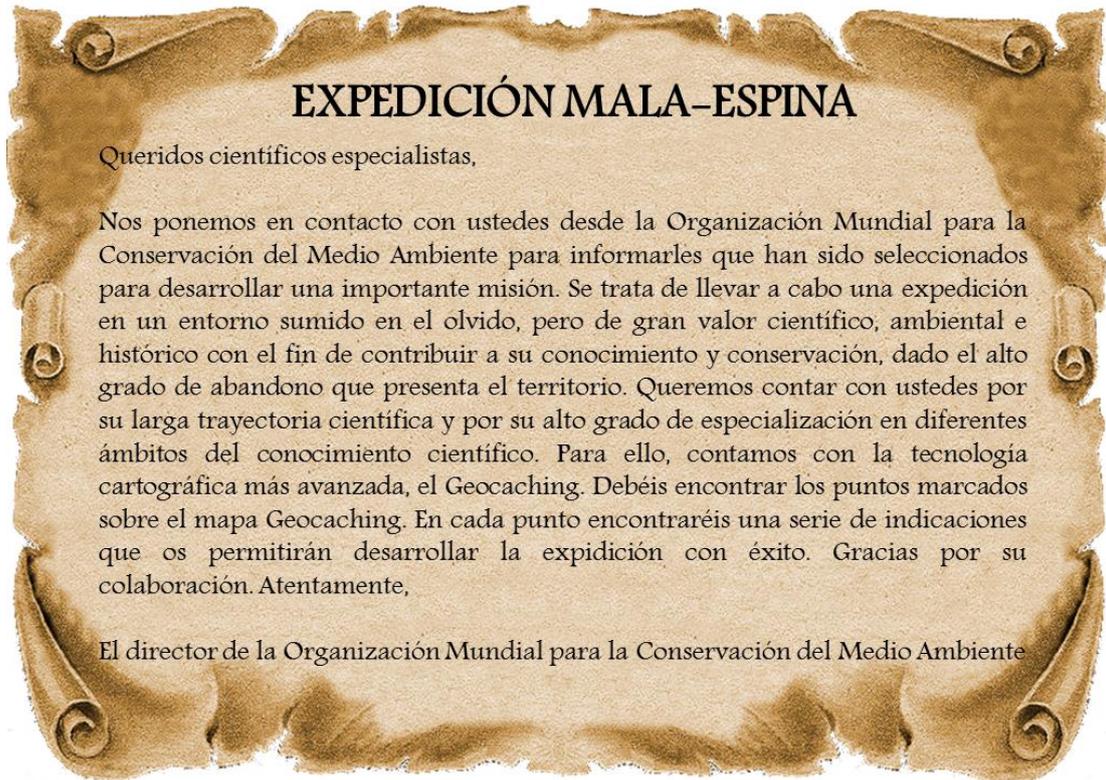
Para el desarrollo de la actividad se van a establecer grupos de cuatro alumnos. A cada grupo se le va a aportar una hoja en la que se describe la actividad (Figura 23). También se aportará a cada miembro del grupo otra hoja donde se indica la identidad de su personaje, las misiones concretas que debe desarrollar, así como algunas sugerencias (Figuras 24A, 24B, 24C y 24D). Cada miembro del grupo atenderá diferentes ámbitos de las Ciencias Naturales: Botánica, Zoología, Ecología y Geología. De este modo, cada alumno se centrará en uno de

estos ámbitos para, una vez finalizada la actividad, poner en común los datos tomados en campo y establecer conclusiones.

En cada punto geocaching habrá escondidas una serie de pistas que deben ser encontradas por los estudiantes. Existen pistas dirigidas a cada uno de los diferentes roles. En el Anexo X se describen las pistas planteadas para los diferentes puntos Geocaching.

<b>Competencias básicas</b>	<b>Actividades para el desarrollo de las competencias</b>
Comunicación lingüística	A través de las pistas Geocaching, los alumnos aprenderán terminología científica, que pondrán en práctica en la puesta en común.
Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología	A través de las pistas Geocaching, los alumnos tendrán que cuantificar algunos elementos (por ejemplo, altura de las plantas para su reconocimiento a través de claves de identificación), y empleo de metodología e instrumentos científicos (observación, toma de datos, análisis de resultados, establecimiento de conclusiones, etc). Además, aprenderán a dominar las técnicas de interpretación cartográfica y orientación a través de la actividad del Geocaching
Competencia digital	El desarrollo de esta competencia será especialmente relevante puesto que se empleará una herramienta móvil como eje central del desarrollo del itinerario
Aprender a aprender	Los alumnos serán los protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje. Serán sujetos activos y tomarán las decisiones pertinentes para alcanzar los objetivos que se les plantea en la hoja de roles (Figura 24)
Competencias sociales y cívicas	Todos los alumnos tienen un objetivo común, que es encontrar todas las pistas Geocaching del itinerario. Esto enriquecerá el trabajo cooperativo del grupo-clase, que será especialmente patente dentro de cada grupo de cuatro alumnos, en los que cada uno tiene un rol asignado pero igual de importante que el resto de roles para el cumplimiento de los objetivos de la expedición
Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor	Al encomendar una misión a cada uno de los alumnos, tendrán responsabilidades y que tomar decisiones. Esto fomentará el desarrollo de esta competencia
Conciencia y expresiones culturales	Los alumnos deberán valorar el impacto que genera el ser humano sobre el medio y proponer medidas para prevenir o compensar los daños

**Tabla 2.** Competencias básicas a desarrollar por el alumnado, según el Real Decreto 1105/2014, y actividades a través de las cuales se van a desarrollar dichas competencias.



**Figura 23.** Descripción de la actividad que será aportada a cada uno de los grupos de clase.

<p><b>ESPANTALOBOS</b> (Botánico/a)</p> <p>El mundo clorofílico es lo tuyo, amigo/a, y no porque te gusten los chiclos de clorofila, sino porque eres un/a especialista de la botánica. Tus misiones en esta importante expedición serán.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Analizar los factores ambientales que determinan la distribución de los vegetales en la zona de estudio</li> <li>➤ Distinguir las especies arbóreas dominantes</li> <li>➤ Distinguir los arbustos dominantes</li> <li>➤ Distinguir entre las principales matas aromáticas</li> <li>➤ Situar las especies vegetales en cada uno de los puntos Geocaching</li> </ul> <p>Material recomendado. Aplicación ArbolApp Cinta métrica Cámara fotográfica</p> 	<p><b>GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN</b> (Zoólogo/a)</p> <p>No temas al depredador más feroz ni subestimas al insecto más diminuto. Tus agudizados sentidos no dejan escapar cualquier indicio de vida animal. Tus misiones en esta importante expedición serán.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Visualización directa de animales en todo el recorrido</li> <li>➤ Reconocimiento de sonidos de fauna</li> <li>➤ Seguimiento de indicios de fauna e identificación del animal con el que están relacionados dichos indicios</li> <li>➤ Localización de diferentes especies animales en los diferentes tramos de geocaching</li> </ul> <p>Material recomendado. Aplicación Aves de España Prismáticos Cámara fotográfica</p> 
<p><b>SIMBIOCENOSIS</b> (Ecólogo/a)</p> <p>Tu asombrosa capacidad de interrelación hace de tu presencia algo indiscutible en esta expedición. La ecología es tu rama del conocimiento, y por tanto tu centro de atención son las relaciones causa-efecto. Tus misiones en esta importante expedición serán.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A partir de los elementos del paisaje buscar el factor que condiciona (o ha condicionado) su aspecto.</li> <li>➤ Identificar las pautas o rasgos estructurales como vía para intentar deducir los agentes que las han causado.</li> <li>➤ Describir las actividades humanas llevadas a cabo en el territorio (en el pasado o en el presente)</li> <li>➤ Detectar, deducir y describir los impactos asociados con dichas actividades humanas</li> </ul> <p>Material recomendado. Cámara fotográfica</p> 	<p><b>DESCALCITO / DESCALCITA</b> (Geólogo/a)</p> <p>Aunque tu vitalidad no deja indiferente, te atrae lo inerte. Tus misiones en esta importante expedición serán.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificación de los tipos de rocas en cada punto Geocaching</li> <li>➤ Analizar la presencia de procesos de deformación de las rocas (pliegues, fracturas, fallas, etc)</li> <li>➤ Identificar procesos superficiales que afecten a la disposición y naturaleza de las rocas (meteorización, erosión – modelado kárstico, cárcavas; sedimentación)</li> </ul> <p>Material recomendado. Aplicación Magrama-Naturaleza Cámara fotográfica</p> 

**Figura 24.** Identidad, misiones y material recomendado para cada personaje de la actividad. Fuente: Elaboración propia

### *Otros aspectos organizativos*

La actividad está pensada para ser desarrollada en primavera por los siguientes motivos:

- La meteorología es más adecuada para una actividad al aire libre
- Se han podido trabajar diferentes aspectos del currículo a lo largo del año, lo que permite poner en práctica los conocimientos adquiridos y la interrelación de los contenidos
- Existe una mayor actividad biológica (presencia de animales, floración de los vegetales, etc)

A continuación se describen una serie de sugerencias de cara a la realización de la actividad por parte del profesorado:

- Los alumnos no deben recolectar nada del medio. Con las fotos será suficiente.
- Deben emplearse los nombres simples y sobre todo descripciones de relativamente pocas especies o acontecimientos, en contra de la tendencia natural de muchos profesores (Rubio Sáez, 1987).
- Las misiones deben contar con tareas abiertas y con múltiples posibilidades (Parra-Boyero et al., 2008)
- Todas las misiones deberán tener un objetivo común, en el que es necesario la colaboración de todos
- Es importante que contengan temas habitualmente tratados desde la educación ambiental

En cuanto a la evaluación, se propone que, además de las observaciones que realice el profesor en la propia salida de campo sobre el desenvolvimiento e implicación de los alumnos en la actividad, los diferentes grupos pongan en común todas las observaciones y anotaciones realizadas para establecer conclusiones. Se espera que los alumnos establezcan:

- Interrelación entre litología, disponibilidad hídrica y orientación con distribución de la vegetación
- Interrelación entre actividades humanas e impactos en los diferentes ecosistemas
- Valoración del entorno por su elevada biodiversidad y geodiversidad

Sería adecuado ceder una sesión para la puesta en común por grupos y otra sesión para que cada grupo exponga al resto de sus compañeros los resultados de la expedición.

## 5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y/O PROPUESTAS COMPLEMENTARIAS

La propuesta metodológica expuesta en el presente trabajo puede ser de gran utilidad para aquellos docentes que decidan diseñar sus propios itinerarios didácticos en campo. A pesar de que su aplicación resulta bastante sencilla y rápida, pueden simplemente tenerse en cuenta los indicadores sin llegar a cuantificar los puntos de interés didáctico potenciales. Dependiendo de las preferencias de los docentes, pueden considerarse otros indicadores no contemplados aquí, como por ejemplo la cercanía al centro educativo. En algunos casos puede resultar difícil decantarse por una categoría de valoración para un indicador dentro de un punto concreto. En estos casos se recomienda siempre asignar el menor valor, especialmente en aquellos indicadores clave, con el fin de evitar riesgos en la ejecución del itinerario.

La aplicabilidad de la metodología en otros contextos geográficos o académicos es viable, siempre y cuando se modifiquen o adapten los indicadores a dicho contexto. La propuesta metodológica está diseñada para el contexto español, partiendo de algunas premisas como el nivel académico de los estudiantes de ESO y Bachillerato, las modernas y mejoradas vías de comunicación, la existencia de innumerables estudios científicos a todos los niveles del conocimiento, incluso una larga trayectoria pedagógica de las excursiones de campo como recurso didáctico. Sin duda, un contexto que a nivel cultural, paisajístico o económico puede variar en otros países (por ejemplo, en países en vías de desarrollo) e inutilizar algunos de los indicadores propuestos, requiriendo la creación de otros nuevos. En este sentido, la dimensión del área seleccionada va a depender del número de Puntos de Interés Didáctico que seamos capaces de preseleccionar, lo que va a condicionar los criterios del indicador de proximidad a otros PIDs (a mayor dimensión del área seleccionada, el grado de proximidad debe ser más flexible).

En cuanto a la aplicabilidad de la metodología con alumnos de otros niveles académicos superiores (Formación Profesional de Grado Superior o Universidad), los indicadores motivacionales (como la espectacularidad o belleza o la singularidad) no son tan necesarios en tanto que los estudiantes de estos niveles académicos suelen mostrarse más motivados. Del mismo modo, el indicador de peligrosidad no sería tan decisivo ya que los estudiantes presentan un desarrollo cognitivo más avanzado y son capaces de valorar las consecuencias de una acción con mayor madurez. El resto de indicadores podría aplicarse del mismo modo y solo afectaría al diseño de las actividades y al tratamiento de la información.

En cuanto a la falta de información científica o divulgativa en un área concreta, no limita la aplicación de la metodología. Precisamente, incrementa la necesidad de realizar un estudio de este tipo ya que, además de las ventajas derivadas a nivel educativo, se pondrían en valor una gran cantidad de recursos científicos o turísticos. En este caso, se requiere un mayor trabajo en

la fase de inventario (preselección de los PIDs). Para sopesar esta falta de información, debe recurrirse a profesionales especialistas en un área del conocimiento (geólogos, botánicos, zoólogos, ecólogos, etc) que sean capaces de reconocer puntos de interés temáticos dentro de la región. Asimismo, puede recurrirse a trabajadores del ámbito turístico, a personas mayores que conozcan la zona en profundidad, a trabajadores del campo etc.

Es importante señalar que los Puntos de Interés Didáctico son susceptibles a cambios, como hemos podido observar en algunos de los puntos evaluados que fueron considerados como de gran interés en otros trabajos (Corvea et al., 2006). Por ejemplo, la Cueva del Reguerillo (PID 9) se encuentra a día de hoy cerrada al público debido a que se están realizando estudios científicos. Del mismo modo, la confluencia de los ríos Lozoya y Jarama (PID 13) no presenta accesibilidad posible debido a que la vegetación ha cerrado el paso. La evolución temporal de los PIDs en campo obliga a que se realicen revisiones periódicas *in situ* con el fin de detectar posibles cambios que puedan repercutir en la consecución del itinerario.

A pesar de los cambios señalados para los PIDs 9 y 13, las valoraciones de la mayoría de los PIDs han sido muy positivas. Esto era esperable puesto que se empleó como referencia un inventario de Puntos de Interés Didáctico ya catalogados. Sin embargo, sin contar con un inventario de este tipo, no se esperarían resultados tan favorables. En base a la gran cantidad de puntos adecuados a la visita de escolares dentro del término municipal, se podrían haber propuesto varios itinerarios al margen del descrito. Por ejemplo, existe la posibilidad de un itinerario adecuado para grupos donde se encuentren personas con movilidad reducida. En el diseño de un itinerario de este tipo deben considerarse como prioritarios aquellos puntos en los que la accesibilidad sea posible para personas de estas características. En el trabajo abordado se ha constatado que los PIDs 1 (mirador del embalse del Atazar), 2 (mirador del meandro abandonado) y 3 (presa del Pontón de la Oliva) son lugares visitables por personas con movilidad reducida. Sin embargo, en el mirador de la presa del Atazar existen tres escalones hasta acceder al PID. Desde una perspectiva didáctica o turística, debería haberse considerado la construcción de una rampa, lo que no hubiera supuesto un esfuerzo económico. Esto demuestra que estos indicadores pueden servir no solo para diseñar itinerarios, sino como referencia para adecuar determinados puntos a la visita de estudiantes, y cumpliendo así los objetivos relacionados con la atención a la diversidad que se exponen en la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). En este sentido, también conviene mencionar el caso del museo-aula geológica, en la que se construyó un aseo para uso por parte de personas con movilidad reducida pero no una pista de acceso adecuada para este fin, estando ésta sin asfaltar y contando con una elevada pendiente.

Otro posible itinerario de gran valor didáctico aunque no adecuado para personas con movilidad reducida, sería el que comprende los PIDs 10 (Barranco de Patones), 11 (presa colmatada de Patones de Arriba) y 12 (Cementerio de Patones de Arriba). A pesar de ser un

itinerario de tan solo tres PIDs, éstos presentan un tipo de observación diferente, siendo el primero de tipo areal, el segundo de tipo puntual y el tercero de tipo panorámico. Esto enriquece en gran medida el itinerario y diversifica las posibilidades metodológicas que se pueden aplicar.

El itinerario descrito, que conforma los PIDs 6 (Travesía de las cuestas), 7 (afloramiento calizo), 8 (mirador del Cerro de la Oliva) y 9 (Cueva del reguerrillo), fue seleccionado porque la distancia entre los PIDs es muy reducida, desde algunos de los puntos pueden observarse otros PIDs sin llegar a ser visitados, el acceso a la mayoría de los puntos es bueno y puede configurarse como un itinerario circular. Los itinerarios circulares tienen muchas ventajas, en tanto que se pueden trabajar contenidos diferentes a lo largo de todo el recorrido; y son especialmente adecuados para llevar a cabo actividades de Geocaching.

Respecto a las fichas elaboradas para cada uno de los PIDs, se ha buscado la multidisciplinariedad en las descripciones. El inventario de referencia (Corvea et al., 2006) se centraba en aspectos fundamentalmente geológicos y consideramos que puede ser enriquecedor complementar esos aspectos con contenidos de botánica, ecología o, incluso, de otras materias alejadas de las Ciencias de la Naturaleza. En este sentido, la fecha de realización del itinerario se planteó para primavera, momento en el cual se ha trabajado un alto porcentaje de los contenidos del curso y los alumnos están más preparados para interrelacionar contenidos, asimilar interacciones y poner en práctica los conocimientos en el campo. En este periodo del año, además, las características del medio son en general más favorables, puesto que la diversidad vegetal se hace más evidente, resulta más fácil observar animales y los cursos fluviales presentan mayor cantidad de agua.

Siendo ambiciosos, este trabajo podría ser un punto de partida para animar a los docentes a diseñar y compartir sus propios itinerarios. Tal y como propusieron Brusi y colaboradores en el portal GEOCAMP, podría abrirse una plataforma a nivel autonómico donde poder compartir la metodología (incluyendo mejoras aportadas por los usuarios), los diferentes itinerarios creados por docentes participantes, experiencias positivas vividas en los mismos y posibles actividades que puedan enriquecer la consecución del itinerario.

Respecto a las estrategias metodológicas que se pueden aplicar en el campo con los alumnos, ya se resaltó que la herramienta Geocaching puede ser enormemente motivadora. El uso de las TICs (Tecnologías de la Información y Comunicación) no tiene por qué restringirse a las aulas. Además de la aplicación Geocaching, existen cada vez más aplicaciones móviles cuyo uso podría complementar el proceso de enseñanza-aprendizaje en un ambiente natural. Muchas de estas aplicaciones móviles están destinadas al conocimiento de la Biodiversidad de la Península Ibérica, y están dirigidas a un público abierto, por lo que no requieren conocimientos taxonómicos profundos. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son (<http://www.fotosnaturalezayviajes.com/2014/02/aplicaciones-smartphone-naturaleza.html>, <http://naturaxilocae.blogspot.com.es/2013/04/un-mundo-de-aplicaciones-para.html>):

- Aves de España: guía de campo para reconocer las especies de aves de la Península Ibérica con algunos recorridos ornitológicos aconsejados para observarlas. Desarrollada por SEO/BirdLife y Fundación BBVA (descarga gratuita)
- Árboles ibéricos: guía de géneros y especies de los principales árboles que podemos encontrar de forma natural en nuestros bosques y también muchas de las habituales en parques y jardines. Desarrollada por CSIC (descarga gratuita). No requiere conexión a internet para consultarla.
- Orquídeas ibéricas: guía de la familia de las orquídeas con la mayoría de los taxones que podemos encontrar en la Península Ibérica. (Descarga 50 cent). Desarrollador Sergio Alvarez Diaz. No requiere conexión a internet para funcionar
- Identificador de setas: Propone identificar 282 especies y permite georeferenciar setales. (Descarga 1 euro). Desarrollador Antonio Cortina. Tampoco necesita conexión a Internet.
- Otras aplicaciones de utilidad en las excursiones de campo pueden ser:
- Cartografía Magrama-Naturaleza: aplicación desarrollada por el Ministerio de Medio Ambiente con cartografía e información sobre espacios naturales protegidos, montes, Red Natura 2000, cañadas, Ramsar, Ospar, etc. Permite la consulta desde cualquier lugar y la realización de mapas personalizados. (Descarga gratuita).
- Tiempo AEMET: aplicación no oficial que sin embargo recoge todos los datos de la web de la Agencia Estatal de Meteorología. Útil para conocer las características climáticas de un territorio (Descarga gratuita).

Al estar dirigidas a un público abierto, pueden ser aprovechadas por los alumnos en las excursiones de campo, ya que aportan diferentes ventajas: reducen el peso al sustituir a pesadas guías de campo y mapas de dimensiones poco prácticas, permiten el uso por parte del alumnado fuera del ámbito académico y muchas pueden emplearse sin acceso a internet. No obstante, estas aplicaciones suelen ocupar bastante espacio en el móvil, suponen un gasto importante de batería y algunas no son gratuitas.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de recursos disponibles que se pueden emplear en las salidas de campo, la posibilidad de diseñar un itinerario bien planificado (teniendo en cuenta aspectos logísticos, motivacionales y conceptuales) y el gran valor pedagógico que sustentan, considero que no hay excusa para reclutar a los estudiantes durante la totalidad de las jornadas académicas en las cuatro paredes del aula. Tal y como decía David Brusi (2011b) *“Las prácticas de campo no son una actividad complementaria, sino que constituyen una actividad de aprendizaje fundamental en la que la interacción entre conocimientos, habilidades y actitudes alcanzan su máxima expresión al enfrentarse al estudio de los objetos, fenómenos y problemas reales del medio”*.

## 6. CONCLUSIONES

- La definición y cuantificación de **indicadores de calidad** de los Puntos de Interés Didáctico permite establecer la adecuada **planificación** de una actividad de campo
- Para planificar un itinerario didáctico es aconsejable valorar el **grado de adecuación** de los puntos de interés que van a conformar el itinerario a la visita de estudiantes de ESO y Bachillerato
- Si a los indicadores de representatividad, grado de adecuación de los contenidos curriculares, estacionalidad, accesibilidad y peligrosidad se les asigna el valor 1, el punto de interés didáctico deberá considerarse nada adecuado a la visita de estudiantes, por ser **indicadores decisivos** del grado de adecuación
- Los puntos de interés didáctico deberán ser **revisados periódicamente** pues pueden estar sometidos a fuertes cambios que modifiquen las características, el grado de adecuación o incluso el interés del propio punto
- Los **centros de interpretación** o aulas de naturaleza pueden servir como lugar de **comienzo del itinerario**. Por ello, también conviene valorar el grado de adecuación a la vista de estudiantes a partir de una serie de indicadores
- En los indicadores deben incluirse aspectos relacionados con la **atención a la diversidad**, por ejemplo la accesibilidad al PID para personas que presenten movilidad reducida
- Las actividades con la **aplicación Geocaching** pueden ser muy completas desde el punto de vista del desarrollo de **competencias básicas**, así como enormemente motivadoras para los estudiantes

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Alfaro, P., Andreu, J. M., Estévez, A. Tent-Manclús, J. E. y Yébenes A. 2004a. Geología de Alicante. AEPECT- Universidad de Alicante, 267 p.
- Alfaro, P., Andreu, J. M., Estévez, A., Pina, J. A. y Yébenes, A. (Eds.). 2004b. Itinerarios Geológicos por la provincia de Alicante para su utilización en Bachillerato. ICE, Universidad de Alicante, 317 p.+ cd.
- Armengol, J., Dolz, J. 2004. La gestión a corto plazo del agua de los embalses. II Congreso Internacional de Ingeniería Civil, Territorio y Medio Ambiente.
- Asunción Otero, M., Pividal Escriche, A.J., Fraile Enguita, M. J., Centeno Carrillo, J.D., Senderos Domínguez, A. 1997. Geología, 2º Bachillerato LOGSE. Ediciones Laberinto S.L. Proyecto Teseo. ISBN: 8487482228. 419 p.
- Barea, J., López-Martínez, J., Durán, J.J., Arribas, A., Julià, R. 2002. Evolución geomorfológica del karst y paleoambientes cuaternarios en el macizo de Patones-Cerro de la Oliva (Madrid). *Geogaceta*. 31: 35-38.
- Brusi, D., Bach, J., Estrada, M. R., Oms, O., Vicens, E., Obrador, A., Maestro, E., Biosca, J. 2011. El Geocamp: un sitio web y una herramienta de edición para las actividades de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 19: 57 – 66.
- Brusi, D., Zamorano, M., Casellas, R. M., Bach, J. 2011b. Reflexiones sobre el diseño por competencias en el trabajo de campo en Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 19:4 – 14.
- Caballero Blanco, P. J., Domínguez Carrillo, G., Parra-Boyero, M., Rovira Serna, C. M. 2007. Claves para la realización de un cuaderno de campo como recurso educativo para una ruta de senderismo. Acceso a través de: [https://sportaquus.files.wordpress.com/2007/12/claves\\_pa.pdf](https://sportaquus.files.wordpress.com/2007/12/claves_pa.pdf)
- Carcavilla, L. (2007). La divulgación de la Geología en espacios protegidos: Las GeoRutas del Parque Natural del Alto Tajo (Guadalajara). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15: 65 – 76.
- Cardaba, J. A., Fesharaki, O., Presumido, M., Ansón, M., Ferrer Mejía, G., Hontecillas Tamayo, D. 2015. Excursión por puntos de interés didáctico de la Sierra de Madrid: Geología, Biología e Historia. XIII Encuentro de Jóvenes Investigadores en Paleontología. Cercedilla.
- Cebrián Abellán, F., García González, J. A. 2010. Identificación, clasificación y puesta en valor de los recursos territoriales del turismo interior. La provincia de Albacete. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*. 54: 361 – 383.
- Corbí, H., Giannetti, A., Baeza-Carratalá, J.F. y Martínez-Martínez, J. 2013. Elaboración de itinerarios geológicos como recurso didáctico en Ciencias de la Tierra. XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria. Universidad de Alicante. Acceso a través de: <http://web.ua.es/es/ice/jornadas-redes/posteres.html>
- Corvea, J. L., de Bustamante Gutiérrez, I., García-Hidalgo, J. F., Sanz García, J. M., Mateos Martín, J. Guía de Puntos de Interés Didáctico del Norte de la Comunidad de Madrid. Edita: Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y El Caribe (Universidad de Alcalá de Henares, Madrid), 120 p.
- Corvea, J.L. 2001. Utilización didáctica de la cartografía temática ambiental de un sector del Norte de La Comunidad de Madrid. Tesis Doctoral. Departamento de Geología. Universidad de Alcalá.
- Crespo Blanc, A., Alcalá Martínez, Carcavilla Urquí, L., Simón Gómez, J.L. 2011. Geología: origen, presente y futuro. *Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 19: 95 – 103.
- Crespo-Castellanos, J.M. 2012. Un itinerario didáctico para la interpretación de los elementos físicos de los paisajes de la Sierra de Guadarrama. *Didáctica Geográfica*. 13: 15 – 34.

- Cruz-Naïmi, L.A. 2005. Propuesta de itinerario didáctico por la de Torrijos (Toledo) para alumnos de Secundaria. *Didáctica Geográfica*. 7: 87 – 103.
- Díaz-Martínez, E., Rodríguez-Aranda, J.P. 2008. Itinerarios geológicos en la Comunidad de Madrid. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 192 p.
- García de la Vega, A. 2004. El itinerario geográfico como recurso didáctico para la valoración del paisaje. *Didáctica Geográfica*. 6: 79 – 95.
- García Ruiz, A. L. 1994. "Los itinerarios didácticos: una de las claves para la enseñanza y comprensión de la Geografía". *Iber*, 1: 117-125.
- García-Cortés, A., Carcavilla Urquí, L. 2013. Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Área de Investigación en Patrimonio Geológico y Minero del IGME.
- García-Hidalgo, J. F., Gil, J. 2008. Los ríos Jarama y Lozoya: Evolución reciente y dinámica fluvial a partir de puntos de interés didáctico (PIDs). *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*. 5: 105 – 126.
- Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., López-Olmedo, F., García, A., Díaz de Neira, J.A., Montes, M., Nozal, F. 2010. El Cretácico del Sistema Central (España): Registro estatigráfico, contexto deposicional y esquema evolutivo. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural, Sección Geológica*. 104: 15-35.
- Gómez-Hernanz, J., Gómez López, C., Vicente Gómez, G. 2001. Patones: Guía para un Reino. Dirección General de Turismo de la Comunidad de Madrid.
- Gómez-Ortiz, A. 1986. "Los itinerarios pedagógicos como recurso didáctico en la enseñanza de Geografía en EGB", *Didáctica Geográfica* (Primera Época), 14: 109-116.
- Grijalbo Cervantes, J. 2010. *Vegetación y flora de Madrid*. Náyade Editorial. ISBN: 9788461455058. 376 p.
- Groundspeak Inc. 2012. *Geocaching - The Official Global GPS Cache Hunt Site*. (<http://www.geocaching.com/>)
- Ivars Baidal, J. 2001. Planificación y gestión del desarrollo turístico sostenible: una propuesta para la creación de un sistema de indicadores. Proyecto METASIG. Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT), Plan Nacional I+D, Comisión Europea (FEDER). ISSN: 1578-679-X.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa.
- Marrón Gaité, M<sup>a</sup>. J. 2001. "Geografía y Literatura. Un itinerario didáctico para la enseñanza-aprendizaje de la Geografía a partir del Lazarillo de Tormes". En Marrón Gaité, M. J. (Eds.): *La formación geográfica de los ciudadanos en el cambio de milenio*. Madrid. Asociación de geógrafos españoles. Grupo de didáctica de la Geografía, pp. 307-335.
- Martín-Hernanz, I. 2006. Un paseo por Patones: rutas didácticas para la interpretación del patrimonio. Ayuntamiento de Patones.
- Martín-Hernanz, I., Martín-Gil, F. 2014. Diagnóstico y evaluación de centros de visitantes del Parque Nacional de las Cumbres del Guadarrama: propuestas de actuación. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*. 12: 107 – 122.
- Mínguez García, 2010. El paisaje como objeto de estudio de la Geografía. Un itinerario didáctico en el marco de la Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid. *Didáctica Geográfica*. 11: 37 – 62.
- Nieda, J. 1987. Con los alumnos al campo. *Apuntes de Educación*. 25: 2 – 4. Madrid: Anaya.

- Ortega Cantero, N. 1998. "El descubrimiento cultural de la Sierra de Guadarrama", en *Madrid y la Sierra de Guadarrama*. Madrid, Museo Municipal de Madrid, pp. 81 – 113.
- Parra-Boyeró, M., Domínguez Carrillo, G. Caballero Blanco, P.J. 2008. El cuaderno de campo: un recurso para dinamizar senderos desde la Educación en Valores. *Ágora para la EF y el Deporte*. 7 – 8: 145 – 158.
- Pedrinaci, E., Sequeiros, L. y García de la Torre, E. 1994. El trabajo de campo y el aprendizaje de la geología. *Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales*, 2: 37 – 45.
- Pérez-Amate, M.M., Pérez-Ordás, R. 2009. Propuesta de unidad didáctica sobre Geocaching: en busca del tesoro escondido. *Revista Digital de Educación Física*. 19. (<http://emasf.webcindario.com>)
- Puche-Riart, O., Mazadiago Martínez, L.F. 2006. Caleras y yeserías del canal de Isabel II en la zona del Pontón de la Oliva. VII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, Puertollano.
- Rat, P. 1982. Factores condicionantes en el Cretácico de España. *Cuadernos de Geología Ibérica*. 8: 1059-1076.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Rebelo, D., Marqués, L., Costa, N. 2011. Actividades en ambientes exteriores al aula en la Educación en Ciencias: contribuciones para su operatividad. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 19: 15 – 25.
- Rubio-Sáez, 1997. Los trabajos de campo en la enseñanza de las Ciencias Naturales y en la Educación Ambiental (una revisión y una propuesta de clasificación). *Tarbiya*. 17: 71 – 91.
- Ruíz, J. 1998. Estatuto, Educación y Patrimonio Geológico. Patrimonio Geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid, en: Durán JJ (Ed.), *Sociedad Geológica de España*, 281-290 pp.
- Ruiz-Fernández, J. 2002. Recursos didácticos en Geografía Física: Itinerario pedagógico sobre el paisaje natural del Oriente de Asturias. 15: 147 – 163.
- Sánchez-Ogallar, A. 1995. "El Trabajo de campo y las Excursiones". En Moreno Jiménez, A y Marrón Gaité, M. J. (Eds.): *Enseñar Geografía, de la teoría a la práctica*. Madrid. Editorial Síntesis, pp. 160-184.
- Terradas, J. 1979. *Ecología y educación ambiental*. Barcelona. Cuadernos de Biología, OMEGA.
- Torres, T. 1974. El oso de las cavernas de la Cueva del Reguerillo, Torrelaguna (Madrid). Resúmenes III Congreso Nacional de Espeleología (Madrid).
- Valenzuela-Rubio, M. 1972. El embalse del Atazar en el sistema de abastecimiento de aguas a Madrid. *Estudios geográficos*. 33: 763 – 767.
- Vegas-Salamanca, J., Díez-Herrero, A. 2008. Diseño de itinerarios para actividades didácticas de campo empleando el patrimonio geológico y minero de la Provincia de Segovia. *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*. Cuadernos del Museo Geominero, nº11.
- Zamalloa, T., Maguregi, G., Fernández, M.D., Echevarría, I. 2014. Acercar la geodiversidad a través de las salidas de campo en la ESO. Una investigación con el profesorado de ciencias de Bizkaia. *Enseñanza de las Ciencias*. 32: 443 – 467.

## WEBGRAFÍA

Página del Instituto Geográfico Nacional:

[http://www.ign.es/espmap/mapas\\_relieve\\_bach/Relieve\\_Mapas\\_03.htm](http://www.ign.es/espmap/mapas_relieve_bach/Relieve_Mapas_03.htm)

Canal Educa del Canal de Isabel II: <http://www.canaleduca.com/web/guest/presa2>

Página de recursos didácticos: <http://docentes.educacion.navarra.es/metayosa/1bach/Tierra15.html>

Página del ayuntamiento de Patones: [http://www.patones.net/aula\\_geologica.html](http://www.patones.net/aula_geologica.html)

Página de la Mancomunidad del Atazar: <http://www.embalsedelatazar.es/museo-del-aula-geologica/>

Página del Inventario Español del Patrimonio Natural y Biodiversidad:

<http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/inventario-espanol-patrimonio-natural-biodiv/>

## 8. ANEXOS

Anexo I. Factores e indicadores que deben considerarse para evaluar el grado de adecuación de los Puntos de Interés Didáctico a alumnos de ESO v Bachillerato.

	Factor/indicador	Valor	Descripción
Intrínseco	Representatividad	1	<b>Poco útil</b> como modelo para representar, aunque sea parcialmente, un rasgo o proceso
		2	<b>Útil</b> como modelo para representar <b>parcialmente</b> un rasgo o proceso
		3	<b>Útil</b> como modelo para representar <b>globalmente</b> un rasgo o proceso
		4	<b>Mejor ejemplo conocido</b> para representar, en su globalidad, un rasgo o proceso
	Singularidad/ rareza/ originalidad	1	Existen bastante <b>lugares similares</b> en la región
		2	Se trata de uno de los <b>escasos</b> ejemplos conocidos a nivel regional
		3	<b>Único</b> ejemplo conocido a nivel <b>regional</b>
		4	<b>Único</b> ejemplo conocido a nivel <b>nacional</b>
	Espectacularidad o belleza	1	No presenta <b>ninguna</b> de las siguientes características: 1) Amplitud del lugar, 2) cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua, 4) Cobertura vegetal elevada, 3) variedad cromática notable
		2	Presenta <b>una o dos</b> de las características
		3	Presenta <b>tres</b> de las cuatro características
		4	Coincidencia de las <b>cuatro</b> características
Intrínseco y de uso	Estado de conservación	1	<b>Fuertemente degradado:</b> Se encuentra prácticamente destruido o con deterioros importantes
		2	<b>Alterado:</b> Se encuentra con deterioros que impiden apreciar algunas características de interés
		3	<b>Favorable con alteración:</b> presenta algunos deterioros que no afectan de manera determinante al valor o interés del PID
		4	<b>Favorable:</b> El PID se encuentra bien conservado, prácticamente íntegro
	Fragilidad y vulnerabilidad	1	Con presencia de <b>rasgos intrínsecos</b> que puedan aumentar la fragilidad y <b>amenazas antrópicas</b>
		2	Presencia de <b>amenazas antrópicas</b> que lo hacen vulnerable a la degradación
		3	Presencia de <b>rasgos intrínsecos</b> que aumentan la fragilidad del lugar
		4	No presenta rasgos intrínsecos ni amenazas antrópicas que lo hagan frágil y vulnerable
	Estacionalidad	1	<b>El lugar no puede visitarse por restricciones legales</b>
		2	El lugar puede visitarse <b>puntualmente</b> a lo largo del año
		3	El lugar puede visitarse en <b>cualquier época</b> del año, pero <b>varían sus características</b> y lo hacen menos propicio en determinados periodos
		4	El lugar puede visitarse en <b>cualquier época</b> del año
Condiciones de observación	1	Presencia de elementos que enmascaran fuertemente las características de interés	
	2	Presencia de elementos que enmascaran el PID y que impiden apreciar algunas características de interés	
	3	Con algún elemento que impide observar el PID en su integridad pero que no afectan a la apreciación de sus características de interés	
	4	Perfectamente observable en su integridad y con facilidad	
Peligrosidad del terreno	1	Existen elementos que hacen que el lugar sea <b>altamente peligroso</b> , aun tomando medidas de seguridad y precaución	
	2	Existen elementos que hacen del lugar parcialmente peligroso, aun tomando medidas de seguridad	
	3	Existen elementos que hacen que el lugar sea parcialmente peligroso sólo si no se toman medidas de seguridad	
	4	No existe peligrosidad asociada al lugar	
Grado de adecuación a los contenidos curriculares	1	No se pueden trabajar contenidos curriculares de Ciencias de la Naturaleza (CCNN)	
	2	Se pueden trabajar contenidos de <b>un área del conocimiento</b> de CCNN (Anexo II)	
	3	Se pueden trabajar contenidos de <b>más de un área del conocimiento</b> de CCNN	
	4	Se pueden trabajar contenidos de <b>más de un área del conocimiento de CCNN y contenidos transversales</b> o de <b>otras materias</b>	
Proximidad a otros PIDs	1	No existe ningún PID a menos de 15 minutos a pie o en autocar	
	2	Existe un PID a menos de 15 minutos <b>en autocar</b>	
	3	Existe un PID a menos de 15 minutos <b>a pie</b>	
	4	Existe más de un PID a menos de 15 minutos <b>a pie</b>	
De uso	Accesibilidad	1	<b>Sin acceso</b> directo por pista transitable
		2	Con acceso directo por <b>pista transitable</b> para personas que no presentan movilidad reducida
		3	Con acceso directo por pista transitable para personas con <b>movilidad reducida</b> y resto de usuarios, <b>o con aparcamiento para autocar</b> y acceso directo por pista transitable para personas que no presentan movilidad reducida
		4	Con <b>aparcamiento para autocar</b> y acceso directo por pista transitable para personas con <b>movilidad reducida</b> y resto de usuarios
	Cantidad de información disponible	1	No existe ningún tipo de trabajo publicado sobre el lugar
		2	Existen <b>trabajos de divulgación</b> publicados sobre el lugar
		3	Existen <b>trabajos científicos</b> publicados sobre el lugar
		4	Existen <b>trabajos de divulgación y científicos</b> sobre el lugar
	Recursos disponibles	1	El municipio donde se encuentra el PID no cuenta con <b>ninguno</b> de los siguientes recursos: 1) señalización y paneles informativos, 2) museos o centros de interpretación, 3) guías intérpretes y 4) zonas recreativas
		2	El municipio cuenta con <b>uno o dos</b> de los recursos citados
		3	El municipio cuenta con <b>tres</b> de los recursos citados
		4	El municipio cuenta con todos los recursos citados

BLOQUES		CONTENIDOS	ÁREA DEL CONOCIMIENTO
<b>BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA</b>			
<b>1º Y 3º ESO</b>	La Tierra en el universo (Bloque 2)	Los minerales y las rocas: sus propiedades, características y utilidades.	GEOLOGÍA
		La atmósfera. Composición y estructura. Contaminación atmosférica. Efecto invernadero. Importancia de la atmósfera para los seres vivos.	GEOLOGÍA
		La hidrosfera. El agua en la Tierra. Agua dulce y agua salada: importancia para los seres vivos. Contaminación del agua dulce y salada.	GEOLOGÍA
		La biosfera. Características que hicieron de la Tierra un planeta habitable.	ECOLOGÍA
	La biodiversidad en el planeta Tierra (Bloque 3)	Reinos de los Seres Vivos. Moneras, Protoctistas, Fungi, Metafitas y Metazoos.	BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA
		Invertebrados: Poríferos, Celentéreos, Anélidos, Moluscos, Equinodermos y Artrópodos. Características anatómicas y fisiológicas. Vertebrados: Peces, Anfibios, Reptiles, Aves y Mamíferos.	ZOOLOGÍA
		Características anatómicas y fisiológicas. Plantas: Musgos, helechos, gimnospermas y angiospermas. Características principales, nutrición, relación y reproducción.	BOTÁNICA
	El relieve terrestre y su evolución (Bloque 5)	Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.	GEOLOGÍA
		Las aguas superficiales y el modelado del relieve. Formas características. Las aguas subterráneas, su circulación y explotación. Acción geológica del mar.	GEOLOGÍA
		Acción geológica del viento. Acción geológica de los glaciares. Formas de erosión y depósito que originan. Acción geológica de los seres vivos. La especie humana como agente geológico.	GEOLOGÍA
		Manifestaciones de la energía interna de la Tierra. Origen y tipos de magmas. Actividad sísmica y volcánica. Distribución de volcanes y terremotos. Los riesgos sísmico y volcánico. Importancia de su predicción y prevención.	GEOLOGÍA
	Los ecosistemas (Bloque 6)	Ecosistema: identificación de sus componentes.	ECOLOGÍA
		Factores abióticos y bióticos en los ecosistemas.	ECOLOGÍA
		Ecosistemas acuáticos.	ECOLOGÍA
		Ecosistemas terrestres.	ECOLOGÍA
		Factores desencadenantes de desequilibrios en los ecosistemas. Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.	ECOLOGÍA
		El suelo como ecosistema.	ECOLOGÍA
	<b>4º ESO</b>	La dinámica de la Tierra (Bloque 2)	Los eones, eras geológicas y periodos geológicos: ubicación de los acontecimientos geológicos y biológicos importantes.
La tectónica de placas y sus manifestaciones: Evolución histórica: de la Deriva Continental a la Tectónica de Placas.			GEOLOGÍA
Ecología y medio ambiente (Bloque 3)		Estructura de los ecosistemas. Componentes del ecosistema: comunidad y biotopo. Relaciones tróficas: cadenas y redes.	ECOLOGÍA
		Hábitat y nicho ecológico. Factores limitantes y adaptaciones. Límite de tolerancia.	ECOLOGÍA
		Autorregulación del ecosistema, de la población y de la comunidad.	ECOLOGÍA
		Dinámica del ecosistema. Ciclo de materia y flujo de energía. Pirámides ecológicas. Ciclos biogeoquímicos y sucesiones ecológicas.	ECOLOGÍA
		Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas. La superpoblación y sus consecuencias: deforestación, sobreexplotación, incendios, etc. La actividad humana y el medio ambiente.	ECOLOGÍA
		Los recursos naturales y sus tipos. Consecuencias ambientales del consumo humano de energía.	ECOLOGÍA
		Los residuos y su gestión. Conocimiento de técnicas sencillas para conocer el grado de contaminación y depuración del medio ambiente.	ECOLOGÍA

BLOQUES		CONTENIDOS	ÁREA DEL CONOCIMIENTO
<b>BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA</b>			
<b>1º BACHILLERATO</b>	La biodiversidad (Bloque 4)	La clasificación y la nomenclatura de los grupos principales de seres vivos.	BOTÁNICA Y ZOOLOGÍA
		Las grandes zonas biogeográficas. Patrones de distribución. Los principales biomas.	ECOLOGÍA
		Factores que influyen en la distribución de los seres vivos: geológicos y biológicos. La conservación de la biodiversidad. El factor antrópico en la conservación de la biodiversidad.	ECOLOGÍA
	Las plantas: sus funciones, y adaptaciones al medio (Bloque 5)	Las adaptaciones de los vegetales al medio.	BOTÁNICA
	Los animales: sus funciones, y adaptaciones al medio (Bloque 6)	Las adaptaciones de los animales al medio.	ZOOLOGÍA
	Estructura y composición de la Tierra (Bloque 7)	Minerales y rocas. Conceptos. Clasificación genética de las rocas.	GEOLOGÍA
	Los procesos geológicos y petrogenéticos (Bloque 8)	Magmatismo: Clasificación de las rocas magmáticas. Rocas magmáticas de interés. El magmatismo en la Tectónica de placas.	GEOLOGÍA
		Metamorfismo: Procesos metamórficos. Físico-química del metamorfismo, tipos de metamorfismo. Clasificación de las rocas metamórficas. El metamorfismo en la Tectónica de placas.	GEOLOGÍA
		Procesos sedimentarios. Las facies sedimentarias: identificación e interpretación. Clasificación y génesis de las principales rocas sedimentarias.	GEOLOGÍA
		La deformación en relación a la Tectónica de placas. Comportamiento mecánico de las rocas. Tipos de deformación: pliegues y fallas.	GEOLOGÍA
Historia de la Tierra (Bloque 9)	Estratigrafía: concepto y objetivos. Principios fundamentales. Definición de estrato.	GEOLOGÍA	
	Grandes divisiones geológicas: La tabla del tiempo geológico. Principales acontecimientos en la historia geológica de la Tierra. Orogenias.	GEOLOGÍA	
<b>CIENCIAS APLICADAS A LA ACTIVIDAD PROFESIONAL</b>			
<b>4º ESO</b>	Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente (Bloque 2)	Contaminación: concepto y tipos.	ECOLOGÍA
		Contaminación del suelo.	ECOLOGÍA
		Contaminación del agua.	ECOLOGÍA
		Contaminación del aire.	ECOLOGÍA
<b>CULTURA CIENTÍFICA</b>			
<b>4º ESO</b>	Avances tecnológicos y su impacto ambiental (Bloque 3)	Problemas medioambientales, causas que los provocan y factores que los intensifican. Predicción de sus consecuencias y soluciones.	ECOLOGÍA
		Importancia de la gestión sostenible de los recursos naturales	ECOLOGÍA
<b>CIENCIAS DE LA TIERRA Y MEDIO AMBIENTE</b>			
<b>2º BACHILLERATO</b>	Contaminación de las aguas (Bloque 4)	Indicadores de calidad del agua	ECOLOGÍA
		Interacción entre el relieve y la dinámica interna y externa de la Tierra	ECOLOGÍA
		Riesgos asociados a sistemas de ladera y fluviales	GEOLOGÍA
		Medidas de uso eficiente	ECOLOGÍA
	Circulación de materia y energía en la biosfera (Bloque 6)	Relaciones tróficas de los ecosistemas	ECOLOGÍA
		Autorregulación de los ecosistemas. Repercusión de la acción humana sobre los ecosistemas	ECOLOGÍA
		Importancia de la biodiversidad. Actividades que tienen efectos negativos sobre ella	ECOLOGÍA
		Origen de los residuos, consecuencias de su producción y gestión de los mismos	ECOLOGÍA
Importancia de la protección de los espacios naturales	ECOLOGÍA		

Curso	BLOQUES	CONTENIDOS	ÁREA DEL CONOCIMIENTO
<b>GEOLOGÍA</b>			
<b>2º BACHI-LLERATO</b>	Minerales, los componentes de las rocas (Bloque 2)	Materia mineral y concepto de mineral. Relación entre estructura cristalina, composición química y propiedades de los minerales.	GEOLOGÍA
		Clasificación químico-estructural de los minerales.	GEOLOGÍA
		Formación, evolución y transformación de los minerales. Estabilidad e inestabilidad mineral.	GEOLOGÍA
		Procesos geológicos formadores de minerales y rocas: procesos magmáticos, metamórficos, hidrotermales, supergénicos y sedimentarios	GEOLOGÍA
	Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas (Bloque 3)	Concepto de roca y descripción de sus principales características. Criterios de clasificación. Clasificación de los principales grupos de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas.	GEOLOGÍA
		El origen de las rocas ígneas. Conceptos y propiedades de los magmas. Evolución y diferenciación magmática.	GEOLOGÍA
		El origen de las rocas sedimentarias. El proceso sedimentario: meteorización, erosión, transporte, depósito y diagénesis. Cuencas y ambientes sedimentarios.	GEOLOGÍA
		El origen de las rocas metamórficas. Tipos de metamorfismo. Facies metamórficas y condiciones físico-químicas de formación.	GEOLOGÍA
		Fluidos hidrotermales y su expresión en superficie. Depósitos hidrotermales y procesos metasomáticos.	GEOLOGÍA
		Magmatismo, sedimentación, metamorfismo e hidrotermalismo en el marco de la Tectónica de Placas.	GEOLOGÍA
	La tectónica de placas, una teoría global (Bloque 4)	Principales estructuras geológicas: pliegues y fallas.	GEOLOGÍA
		Orógenos actuales y antiguos.	GEOLOGÍA
	Procesos geológicos externos (Bloque 5)	Las interacciones geológicas en la superficie terrestre.	GEOLOGÍA
		La meteorización y los suelos.	GEOLOGÍA
	Tiempo geológico y geología histórica (Bloque 6)	Los movimientos de ladera: factores que influyen en los procesos. Tipos. Acción geológica del agua	GEOLOGÍA
		El mar: olas, mareas y corrientes de deriva. Procesos y formas resultantes.	GEOLOGÍA
		Acción geológica del viento: procesos y formas resultantes. Los desiertos.	GEOLOGÍA
		La litología y el relieve (relieve kárstico, granítico).	GEOLOGÍA
		La estructura y el relieve. Relieves estructurales.	GEOLOGÍA
		Unidades geocronológicas y cronoestratigráficas. La Tabla de Tiempo Geológico.	GEOLOGÍA
		Recursos renovables y no renovables.	ECOLOGÍA
	Yacimiento mineral	GEOLOGÍA	
	Geología de España (Bloque 9)	La gestión y protección ambiental en las explotaciones de recursos minerales y energéticos	ECOLOGÍA
		El ciclo hidrológico y las aguas subterráneas. Nivel freático, acuíferos y surgencias. La circulación del agua a través de los materiales geológicos.	GEOLOGÍA
		Principales dominios geológicos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias.	GEOLOGÍA
		Principales eventos geológicos en la Historia de la Península Ibérica, Baleares y Canarias: origen del Atlántico, Cantábrico y Mediterráneo, formación de las principales cordilleras y cuencas.	GEOLOGÍA

<b>CRITERIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>REFERENCIAS</b>
<b>Accesibilidad*</b>	Ligado a una mayor facilidad para el acceso	Corvea et al. (2006); Martín-Hernanz (2006), Corbí et al. (2013), Crespo-Castellanos (2012), Crebrián y García (2010); García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Estado de conservación*</b>	Informa de la existencia de deterioro físico del punto de interés	Crespo-Castellanos (2012), Crebrián y García (2010), Martín-Hernanz (2006), García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Fragilidad y vulnerabilidad*</b>	Indica la vulnerabilidad intrínseca del lugar	García-Cortés y Carcavilla (2013), Martín-Hernanz (2006)
<b>Estacionalidad*</b>	si el recurso puede aprovecharse durante todo el año o existen aspectos temporales que le afectan	Crespo-Castellanos (2012), Martín-Hernanz (2006)
<b>Cantidad de información disponible*</b>	cantidad y calidad de la información relacionada con el recurso	Corbi et al. (2013), García-Cortés y Carcavilla (2013), Martín-Hernanz (2006)
<b>Representatividad*</b>	Informa sobre la cualidad del lugar para ilustrar adecuadamente las características del dominio	Vegas-Salamanca y Díez-Herrero (2008), García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Intensidad de uso***</b>	Cantidad de visitantes que van al lugar	Ivars (2001)
<b>Singularidad / rareza / originalidad*</b>	Informa sobre la escasez de rasgos similares al descrito	Cebrián y García (2010), García-Cortés y Carcavilla (2013), Martín-Hernanz (2006)
<b>Grado de protección***</b>	si cuenta con algún tipo de protección jurídica o de otro tipo.	Martín-Hernanz (2006)
<b>Proximidad a otros pid*</b>	Distancia que habría que recorrer para llegar a los PIDs más cercanos	Martín-Hernanz (2006)
<b>Condiciones de observación / visibilidad*</b>	Indica la mayor o menor facilidad que ofrece el entorno para observar el rasgo	García-Cortés y Carcavilla (2013), Iris PFC
<b>Densidad de población***</b>	Ligado al número potencial de visitas	García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Espectacularidad o belleza*</b>	Informa de la calidad visual del rasgo	García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Contenido didáctico***</b>	Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la docencia o ya se utiliza para este fin	García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Señalización**</b>	si el recurso se encuentra señalizado para su aprovechamiento turístico	Martín-Hernanz (2006)
<b>Posibles actividades a realizar**</b>	Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades recreativas, o si ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso	García-Cortés y Carcavilla (2013)
<b>Peligrosidad*</b>	Si en el terreno existen claros riesgos asociados	APORTACIÓN PROPIA
<b>Grado de adecuación a contenidos curriculares*</b>	Contenidos que se pueden trabajar a través de la visita al PID	APORTACIÓN PROPIA
<b>Recursos disponibles*</b>	Hace referencia a la presencia de recursos que facilitan y mejoran la calidad de las visitas de los centros educativos a los diferentes PIDs (por ejemplo: señalización, museos o centros de interpretación en la zona, disposición de guías intérpretes , zonas recreativas	APORTACIÓN PROPIA

\*Indicadores incluidos, \*\*Indicadores incluidos pero fusionados con otros, \*\*\*Indicadores eliminados

**Anexo IV.** Indicadores contemplados por diferentes autores para evaluar centros de interpretación y/o aulas de naturaleza.

INDICADORES	REFERENCIA
Estado de las instalaciones**	Carricondo-Sánchez (2010), Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Oferta de actividades**	Carricondo-Sánchez (2010)
Adecuación de actividades al nivel curricular del alumno**	Carricondo-Sánchez (2010)
Calidad del material didáctico**	Carricondo-Sánchez (2010)
Propuesta de rutas**	Carricondo-Sánchez (2010)
Grado de adecuación de las rutas propuestas**	Carricondo-Sánchez (2010)
Calidad de las exposiciones**	Carricondo-Sánchez (2010), Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Ubicación*	Carricondo-Sánchez (2010), Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Promoción e información**	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Atención al público**	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Cobro del servicio**	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Grado de mantenimiento**	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Accesibilidad*	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Tamaño del equipamiento*	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Satisfacción de las necesidades básicas*	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)
Adecuación y mensaje de los recursos audiovisuales*	Martín-Hernanz y Martín-Gil (2014)

\*Indicadores incluidos, \*\*Indicadores incluidos pero fusionados con otros, \*\*\*Indicadores eliminados

**Anexo V.** Indicadores que deben considerarse para evaluar el grado de adecuación de los Centros de Interpretación y Aulas de la Naturaleza a visitas de grupos de alumnos de ESO y Bachillerato.

Indicador	Valor	Descripción
Gestión del centro	1	No presenta <b>ninguna</b> de estas características: 1) Página web del centro con información sobre el mismo, 2) El horario de apertura coincide con el horario escolar, 3) El cobro de la entrada es adecuado o la visita no supone ningún costo, 4) El mantenimiento del equipamiento es adecuado y cuenta con medidas de seguridad
	2	Presenta <b>una o dos</b> de las características citadas
	3	Presenta <b>tres</b> de las características citadas
	4	Presenta <b>todas</b> las características citadas
Ubicación	1	Se encuentra a más de 15 minutos en autocar del PID más cercano
	2	Se encuentra a menos de 15 minutos en autocar del PID más cercano
	3	Se encuentra a menos de 15 minutos en autocar de varios PIDs
	4	Se encuentra a menos de 15 minutos a pie del PID más cercano
Accesibilidad	1	<b>Sin acceso</b> directo por pista transitable
	2	Con acceso directo por <b>pista transitable</b> para personas que no presentan movilidad reducida
	3	Con acceso directo por pista transitable para <b>personas con movilidad reducida</b> y resto de usuarios, <b>o con aparcamiento para autocar</b> y acceso directo por pista transitable para personas que no presentan movilidad reducida
	4	Con <b>aparcamiento para autocar</b> y acceso directo por pista transitable para <b>personas con movilidad reducida</b> y resto de usuarios
Tamaño del equipamiento	1	El tamaño del equipamiento <b>no es adecuado</b> para un grupo de 30 alumnos
	2	El tamaño del equipamiento es adecuado para un grupo de 30 alumnos, pero no para realizar actividades adicionales a la visita dentro del centro
	3	El tamaño del equipamiento es adecuado para un grupo de 30 alumnos y para realizar actividades adicionales a la visita dentro del centro
	4	El tamaño del equipamiento es adecuado para recibir más de un grupo de 30 alumnos y realizar actividades adicionales
Satisfacción de las necesidades básicas	1	No existe <b>ninguno</b> de los siguientes servicios: 1) aseos, 2) agua potable, 3) calefacción y 4) aire acondicionado
	2	Presenta <b>uno o dos</b> de los servicios citados
	3	Presenta <b>tres o cuatro</b> de los recursos citados
	4	Presenta <b>todos</b> los recursos citados, y además los <b>baños</b> están adaptados al uso de personas con <b>movilidad reducida</b>
Adecuación de los contenidos a diferentes niveles	1	Los contenidos trabajados <b>no están diversificados</b> para diferentes niveles académicos
	2	Los contenidos trabajados están diversificados de manera difusa
	3	Los contenidos trabajados están diversificados en distinción de Educación Primaria y Educación Secundaria
	4	Los contenidos trabajados están diversificados en diferentes cursos dentro de la Educación Primaria y Educación Secundaria
Grado de adecuación a los contenidos curriculares	1	No se trabajan contenidos curriculares de Ciencias de la Naturaleza (CCNN)
	2	Se trabajan contenidos de <b>un área del conocimiento</b> de CCNN (Anexo II)
	3	Se trabajan contenidos de <b>más de un área del conocimiento</b> de CCNN
	4	Se trabajan contenidos de <b>más de un área del conocimiento</b> de CCNN y <b>contenidos transversales</b> o de <b>otras materias</b>
Calidad de los contenidos	1	Información escasa y de extrema sencillez / con gran cantidad de tecnicismos
	2	Información escasa o de extremada sencillez / con gran cantidad de tecnicismos
	3	Información suficiente y con buenas explicaciones
	4	Gran cantidad de información disponible y con buenas explicaciones
Atractivo de la exposición	1	La exposición no contiene <b>ninguna</b> de las siguientes características: 1) presencia de paneles organizados (cronológicamente, por temática, etc), 2) presencia de paneles con elementos gráficos e imágenes, 3) presencia de paneles interactivos, 4) presencia de colecciones
	2	Presenta <b>una o dos</b> de las características citadas
	3	Presenta <b>tres</b> de las características citadas
	4	Presenta <b>todas</b> las características citadas
Recursos audiovisuales	1	El centro no cuenta con medios audiovisuales
	2	El centro cuenta con medios audiovisuales pero no son proyectables para grupo de 30 estudiantes
	3	El centro cuenta con medios audiovisuales proyectables para grupo de 30 estudiantes
	4	El centro cuenta con medios audiovisuales proyectables para más de un grupo de 30 estudiantes
Recursos cartográficos	1	El centro no cuenta ni con cartografía ni con maqueta de la zona
	2	El centro cuenta con <b>cartografía</b> pero no con maqueta
	3	El centro cuenta con <b>cartografía</b> y con <b>maqueta</b>
	4	El centro cuenta con <b>cartografía</b> y con <b>maqueta</b> , así como <b>recursos interactivos</b> asociados a éstas
Oferta de actividades	1	En el centro no se ofertan actividades ni rutas guiadas
	2	En el centro se ofertan o actividades o rutas guiadas
	3	En el centro se ofertan actividades o rutas guiadas, pero éstas no son adaptables a los diferentes niveles
	4	En el centro se ofertan actividades y rutas guiadas que además son adaptables a los diferentes niveles

**Anexo VI.** Contenidos que se pueden trabajar en el Itinerario propuesto

1º y 3º de ESO	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	BLOQUE 2: LA TIERRA EN EL UNIVERSO
		Los minerales y las rocas: sus propiedades, características y utilidades.
		BLOQUE 5: EL RELIEVE TERRESTRE Y SU EVOLUCIÓN
		Factores que condicionan el relieve terrestre. El modelado del relieve. Los agentes geológicos externos y los procesos de meteorización, erosión, transporte y sedimentación.
		Las aguas superficiales y el modelado del relieve. Formas características.
		Acción geológica de los seres vivos. La especie humana como agente geológico.
		BLOQUE 6: LOS ECOSISTEMAS
	Ecosistema: identificación de sus componentes. Factores abióticos y bióticos en los ecosistemas.	
	Ecosistemas terrestres. Factores desencadenantes de desequilibrios en los ecosistemas. Acciones que favorecen la conservación del medio ambiente.	
	GEOGRAFÍA E HISTORIA	BLOQUE 1: EL MEDIO FÍSICO
		Componentes básicos y formas de relieve. Medio físico: España, Europa y el mundo: relieve; hidrografía; clima: elementos y diversidad paisajes; zonas bioclimáticas; medio natural: áreas y problemas medioambientales.
		BLOQUE 2: EL ESPACIO HUMANO
		Los tres sectores. Impacto medioambiental y aprovechamiento de recursos
		BLOQUE 3: LA HISTORIA
Paleolítico: etapas; características de las formas de vida: los cazadores recolectores		
La Península Ibérica: los pueblos prerromanos y la Hispania romana. El proceso de romanización. La ciudad y el campo. El arte: arquitectura, escultura y pintura.		
4º ESO	BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA	BLOQUE 2: LA DINÁMICA DE LA TIERRA
		La tectónica de placas y sus manifestaciones
		BLOQUE 3: ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
		Estructura de los ecosistemas. Componentes del ecosistema: comunidad y biotopo.
		Factores limitantes y adaptaciones.
		Impactos y valoración de las actividades humanas en los ecosistemas. La superpoblación y sus consecuencias: deforestación, sobreexplotación, incendios, etc. La actividad humana y el medio ambiente.
		Los recursos naturales y sus tipos.

**Anexo VII.** PIDs preseleccionados para su evaluación, clasificación según “interés por áreas del conocimiento” y “tipo de observación” y referencias a partir de las cuales se han seleccionado dichos puntos

<b>PIDs</b>	<b>Nombre</b>	<b>Interés por áreas del conocimiento</b>	<b>Tipo de observación</b>	<b>Referencia como punto de interés</b>
1	Mirador del embalse del Atazar	Geología y Ecología	Panorámica	Corvea et al (2006), Martín-Hernanz (2006)
2	Meandro abandonado del río Lozoya	Geología, Ecología y Botánica	Panorámica, Areal	Corvea et al (2006), Martín-Hernanz (2006), Hidalgo y Gil (2008)
3	Pontón de la Oliva	Geología y Ecología	Areal	Corvea et al (2006), Martín-Hernanz (2006), Grijalbo (2010)
4	Yacimiento de Yeso	Geología y Zoología	Puntual, Areal	
5	Las Cárcavas	Geología	Areal	Martín-Hernanz (2006)
6	Travesía de las cuestras / Cerro de la Oliva	Geología, Botánica y Ecología	Areal	Corvea et al (2006), Martín-Hernanz (2006)
7	Afloramiento caliza alterada	Geología	Puntual	
8	Mirador Cerro Oliva	Geología, Botánica, Ecología y Zoología	Panorámica	
9	Cueva del Reguerillo	Geología	Areal	Corvea et al (2006), Cardaba et al (2015)
10	Barranco de Patones	Geología y Botánica	Areal	Corvea et al (2006), Martín-Hernanz (2006), Hidalgo y Gil (2008)
11	Presa colmatada de Patones de Arriba	Geología	Puntual	Corvea et al (2006), Cardaba et al (2015)
12	Cementerio de Patones	Geología y Botánica	Areal, Panorámica	Corvea et al (2006), Cardaba et al (2015)
13	Confluencia de los ríos Lozoya y Jarama	Geología y Botánica	Puntual	Corvea et al (2006), Hidalgo y Gil (2008)



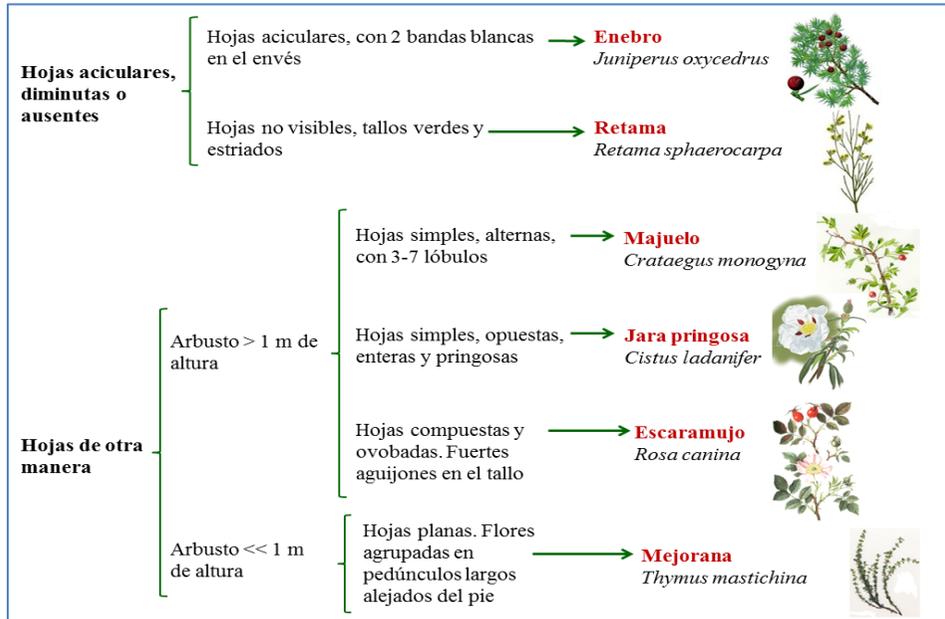
**Anexo IX.** Valores asignados a cada indicador para evaluar el grado de adecuación del aula-museo geológica

<b>Indicador</b>	<b>Valor obtenido</b>
Gestión del centro	2
Ubicación	4
Accesibilidad	3
Tamaño del equipamiento	3
Satisfacción de las necesidades básicas	2
Adecuación de los contenidos a diferentes niveles	2
Grado de adecuación a los contenidos curriculares	2
Calidad de los contenidos	2
Atractivo de la exposición	2
Recursos audiovisuales	3
Recursos cartográficos	1
Oferta de actividades	1
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>27</b>

**Anexo X: PISTAS GEOCACHING PUNTO 1**

**ESPANTALOBOS (Botánico/a)**

Todo botánico/a maneja claves de identificación de especies, dada la enorme variedad de especies vegetales que puebla el planeta. Estas claves suelen estar restringidas a grupos de plantas determinados o a lugares concretos. La clave que te aportamos está centrada en especies de matorral, y te servirá para reconocer vegetales hasta el siguiente punto. De entre las especies que aparecen en la clave, ¿cuál es aromático?



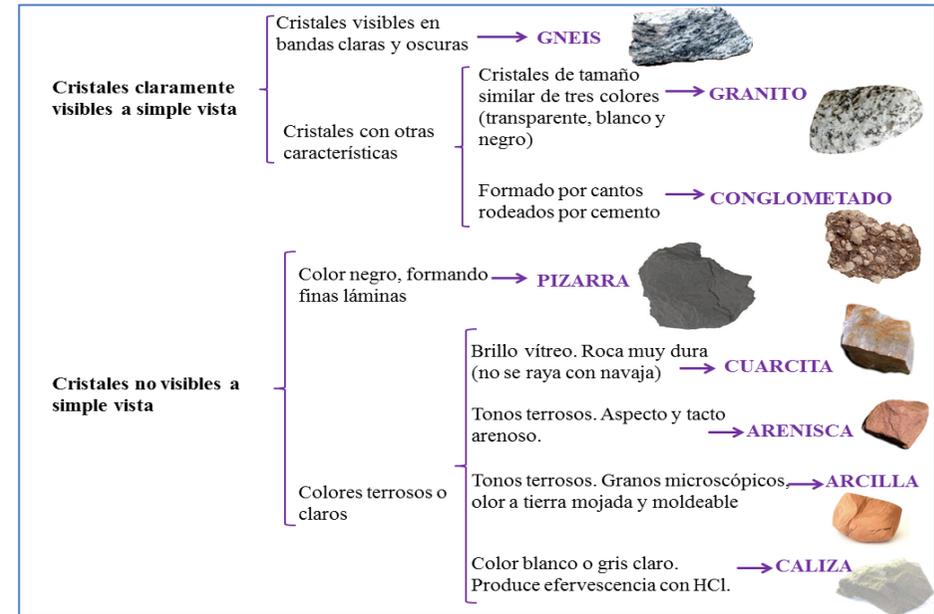
**GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN (Zoólogo/a)**

Los sustratos blandos como la nieve, el barro o la arena fina de dunas y playas son lugares propicios para buscar huellas de animales. En el territorio en el que nos encontramos no hay nieve ni arena fina, pero cerca de los cursos de agua hay barro. Además, los animales frecuentan los ríos para beber asique es común encontrar este tipo de rastros.



**DESCALCITO / DESCALCITA (Geólogo/a)**

Lo primero que tiene que hacer un geólogo/a en su exploración es reconocer el tipo o tipos de rocas que se encuentran en el terreno. Para facilitar el proceso de identificación, se ayudan de guías y claves. A continuación, se muestra una clave con la que podrás reconocer los diferentes tipos de rocas de la región. Algunas de ellas no las verás en el recorrido a pie, pero podrás reconocerlas desde el autobús.



**SIMBIOCENOSIS (Ecólogo/a)**

Pronto averiguarás que el itinerario recorre zonas frecuentadas por ganado. Tú labor es reconocer el tipo de ganado presente en cada zona a partir de los indicios que observes. Las huellas y los excrementos serán de gran ayuda en tu tarea, pero también la naturaleza del terreno



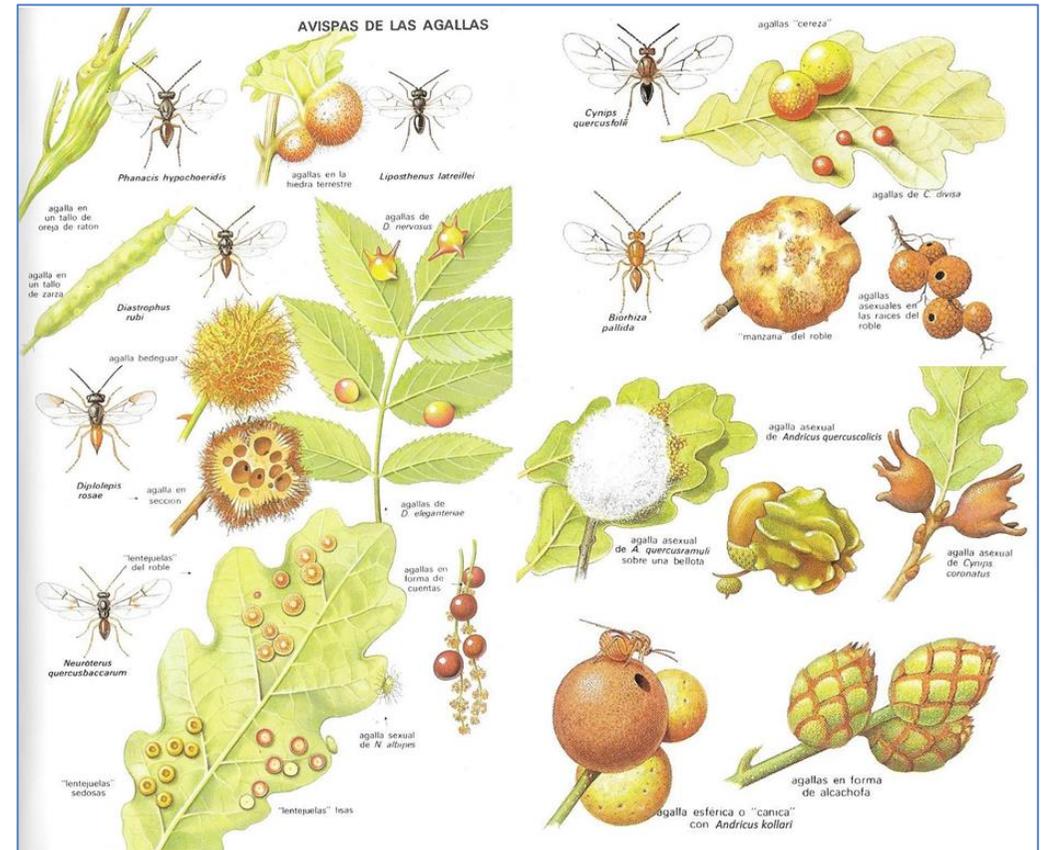
El ganado bovino solo es capaz de pastorear terrenos donde la hierba esté alta, ya que no puede cortarla. La ausencia de incisivos en el maxilar superior e inferior obliga a que la vaca enrolle el pasto con la lengua y se lo introduzca en la boca.

El ganado ovino y equino si presenta incisivos en el maxilar inferior y superior, por lo que es capaz de consumir pastos muy cortos. El aspecto de los pastos frecuentados por ovejas o caballos es como el de un jardín donde acaban de pasar el cortacésped.

PISTAS GEOCACHING PUNTO 2

ESPANTALOBOS (Botánico/a)

Ahora vas a contar también con una clave de identificación de los árboles de la zona. A ver cuantos eres capaz de reconocer. ¿Qué diferencias encuentras entre las dos laderas que separan el arroyo? ¿Y con respecto al curso de agua? Explica el porqué de tus observaciones



DESCALCITO / DESCALCITA (Geólogo/a)

La roca de gran tamaño que se encuentra cerca del cauce del arroyo, ¿es representativa de la geología de este punto? ¿Qué fenómeno/os geológicos explican su presencia?

GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN (Zoólogo/a)

Los insectos son animales invertebrados de pequeño tamaño que viven la mayoría de su ciclo vital en el interior de distintos vegetales, lo que dificulta en muchos casos su observación. No obstante, su presencia es a veces evidente gracias a los numerosos rastros que podemos encontrar sobre los vegetales.

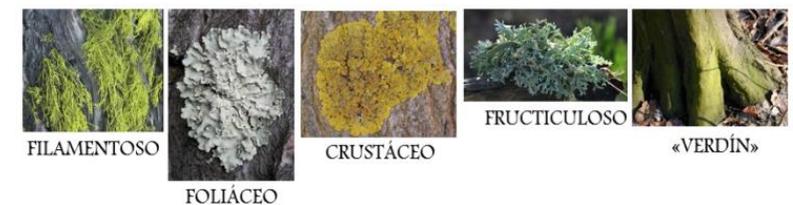
**Agallas:** Las agallas son un crecimiento anómalo de tejido de una planta (estructura tumoral) que ésta desarrolla para aislar el ataque o infección por parte de un parásito (generalmente insectos y concretamente un grupo de avispas denominadas "avispa de las agallas"). La especie de insecto que genera la agalla puede identificarse por la forma de la agalla y por la especie de planta parasitada. Algunas especies vegetales que fabrican agallas son: quejigo, encina, cornicabra, rosál silvestre, etc.

SIMBIOCENOSIS (Ecólogo/a)

De las especies arbóreas que se encuentran en este punto, una de ellas ha sido introducida por el hombre. ¿Cuál puede ser y por qué? ¿Qué tipo de aprovechamiento puede aportar al ser humano?.

Los líquenes son auténticos indicadores de la calidad del aire. Dependiendo de la tipología de los líquenes que encontremos en las cortezas de los árboles podemos conocer el grado de contaminación de una región. ¿Qué tipo de líquenes has encontrado? ¿Qué grado de contaminación tiene la zona?

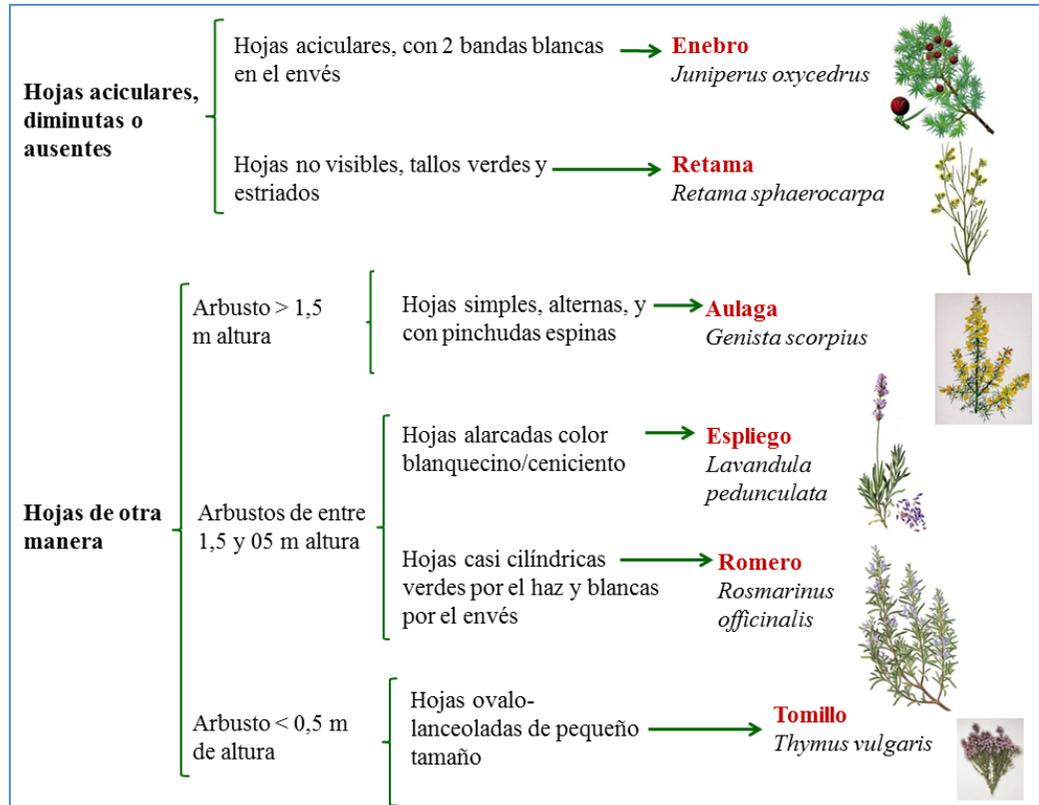
- Presencia de líquenes filamentosos – Ausencia de contaminación
- Presencia de líquenes fruticulosos – Muy poca contaminación
- Presencia de líquenes foliáceos – Poca contaminación
- Presencia de líquenes crustáceos – Bastante contaminación
- Presencia de "verdín" – Mucha contaminación
- Ausencia de líquenes – Contaminación extrema



## PISTAS GEOCACHING PUNTO 3

## ESPANTALOBOS (Botánico/a)

Habrás apreciado que en este punto empiezan a aparecer especies de matorral diferentes a las encontradas en los puntos anteriores. Para ayudarte con su reconocimiento, te facilitamos otra clave de identificación. ¿Cuáles de estas especies son aromáticas?



## GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN (Zoólogo/a)

**Puestas de insectos:** algunas puestas de insectos también son muy vistosas. Entre estas puestas llamativas, podemos encontrar:

**Ooteca de Mantis religiosa:** puesta con capa protectora exterior endurecida donde en su interior se encuentran los huevos que darán lugar a una generación de mantis religiosas



**Puesta de espumadora:** aunque parezcan escupitajos, son puestas de un insecto denominado "espumadora común"



## DESCALCITO / DESCALCITA (Geólogo/a)

Una vez reconocido el tipo de roca del afloramiento gracias a la clave de identificación proporcionada en el punto 1, debes reconocer diferentes estructuras y procesos, tales como:

- > Un pliegue
- > Una microfalla con cicatrices de la fricción
- > Evidencias de meteorización física y meteorización química

## PISTAS GEOCACHING PUNTO 4

**ESPANTALOBOS** (Botánico/a)

1º Observa la vegetación de matorral de las laderas de ambos lados del río Lozoya, ¿se observan diferencias? En caso afirmativo, ¿a qué pueden deberse?

2º Observa la disposición de la vegetación en los cursos de agua. ¿qué puedes deducir de dicha disposición?

**GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN** (Zoólogo/a)

Los cañones son lugares propicios para la caza por parte de algunas aves carnívoras. Por otro lado, en las paredes de los cortados nidifican felizmente algunas aves debido a la presencia de oquedades en la roca. Hay que observar con paciencia, pero probablemente visualices gran cantidad de aves de diferentes especies. Las principales se muestran en la imagen de la derecha.

**Aguija calzada****Aguija real****Buitre leonado****Cernícalo común****Chova piquirroja****Grajilla**

Las aves rapaces han desarrollado un mecanismo de vuelo que les permite ahorrar gran cantidad de energía. Obsérvalas con detenimiento y deduce cuál puede ser este mecanismo

**SIMBIOCENOSIS** (Ecólogo/a)

Enumera todas las actividades o explotaciones humanas que observas en el punto 4. ¿Qué impactos pueden haber generado o generar en el entorno dichas actividades?

**DESCALCITO / DESCALCITA** (Geólogo/a)

La vista panorámica nos permite reconstruir la historia geológica de la región a partir de la identificación de las diferentes unidades litológicas. Podrás observar al menos tres de ellas, ¿cuáles son? Describe las características estructurales principales de cada una.

## PISTAS GEOCACHING PUNTO 5

**GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN** (Zoólogo/a)

Si andas con ojo, de aquí en adelante tendrás oportunidad de observar algunos excrementos de animales. Sírte de la lámina aportada y procura no tocar los excrementos con las manos.

<p><b>Ciervos, gamos o corzos</b></p>  <p>Redondeados. &lt; 30 mm.</p>	<p><b>Jabalí</b></p>  <p>Cilíndricos. 50-150 x 30-70 mm. Restos vegetales y de animales</p>	<p><b>Caballo</b></p>  <p>Arriñonados. Gran tamaño (&gt; 40 mm) Restos vegetales</p>
<p><b>Conejos o liebres</b></p>  <p>Esféricos. 10 mm de diámetro. Agrupados formando letrinas</p>	<p><b>Zorro</b></p>  <p>Cilíndricos. &gt; 15 mm de diámetro. Restos animales (pelos, sangre, etc)</p>	<p><b>Tejón</b></p>  <p>Cilíndricos. Agrupados. 40-100 X 20-30 mm. En agujeros excavados en el suelo sin tapar con tierra.</p>

**SIMBIOCENOSIS** (Ecólogo/a)

En el punto 5 pueden deducirse otras actividades humanas no contempladas hasta el momento que ocupan una gran extensión, ¿A qué actividades nos referimos? No cabe duda de que se trata de un paisaje agrario. Intenta describir los siguientes elementos:

- Modo de aprovechamiento (agrícola o ganadero)
- Tipos de cultivos (secano o regadío), existencia de pastos para el ganado, tamaño de las parcelas, formas de las parcelas, etc. Y otras que se te ocurran.

Ahora intenta imaginar que el hombre no hubiera poblado nunca estas tierras, ¿cómo sería el paisaje?

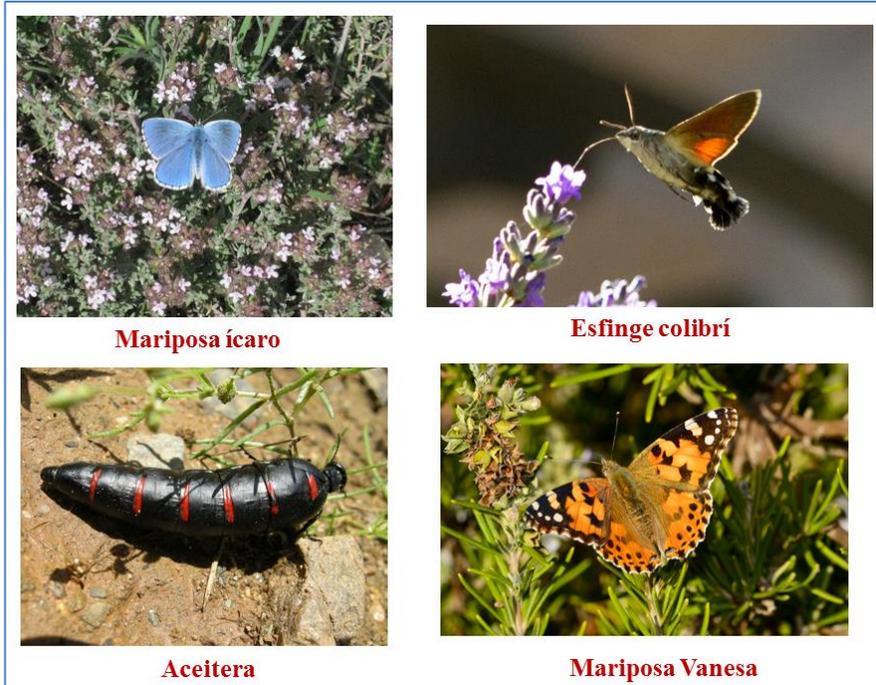
**DESCALCITO / DESCALCITA** (Geólogo/a)

Existe una zona en la que los materiales no se encuentran plegados. Analiza su antigüedad respecto al resto de los materiales observados en el punto 4.

## PISTAS GEOCACHING PUNTO 6

**GEOMETRIMAN / GEOMETRIWOMAN** (Zoólogo/a)

En épocas de floración, es fácil encontrar algunos insectos saboreando el néctar de diferentes especies vegetales. Algunos insectos fáciles de observar en matorral son:



## PISTAS GEOCACHING PUNTO 8

**DESCALCITO / DESCALCITA** (Geólogo/a)

¿qué fenómeno/os geológicos han dado lugar a la cueva del Reguerillo?.

**SIMBIOCENOSIS** (Ecólogo/a)

¿qué características del territorio han podido promover el asentamiento de diferentes poblaciones a lo largo de la historia?

## PISTAS GEOCACHING PUNTO 7

**SIMBIOCENOSIS** (Ecólogo/a)

La zona en la que nos situamos está frecuentada por un tipo concreto de ganado. En base a las pistas aportadas en el punto 1, ¿Qué tipo de ganado podría ser?