

# GUÍA DE PUNTOS DE INTERÉS DIDÁCTICO DEL NORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

**JOSÉ LUIS CORVEA PORRAS**

Parque Nacional Viñales.

Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales ECOVIDA

Pinar del Río. Cuba

**IRENE DE BUSTAMANTE GUTIÉRREZ**

Departamento de Geología

Universidad de Alcalá. Madrid. España

**JOSÉ FRANCISCO GARCÍA-HIDALGO**

Departamento de Geología

Universidad de Alcalá. Madrid. España

**JUANA MARÍA SANZ GARCÍA**

Departamento de Geología

Universidad de Alcalá. Madrid. España

**JULIAN MATEOS MARTÍN**

Departamento de Geología

Universidad de Alcalá. Madrid. España

Agradecimientos:

Departamento de Geología. Universidad de Alcalá.

Ministerio de Educación Ciencia. España

Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Cuba

Proyecto REN2003-01248/HID

Proyecto CAM-UAH2005/025

Edita: Cátedra UNESCO de Educación Científica para América Latina y El Caribe (Universidad de Alcalá)

ISBN: 84-689-8566-X

Nº Registro: 06/33051

Depósito Legal: M-21174-2006

Imprime: Litofinter

Diseño de cubierta: Andrés Novo de Bustamante

## ÍNDICE

---

|   |                                                                     |    |
|---|---------------------------------------------------------------------|----|
| • | Introducción                                                        | 7  |
| • | Geodiversidad: un punto de encuentro entre lo natural y lo social   | 9  |
| • | Los puntos de Interés Didáctico (PID)                               | 11 |
|   | Aspectos conceptuales y didácticos                                  | 11 |
|   | ¿Cómo seleccionar un PID?                                           | 12 |
|   | Algunas consideraciones generales                                   | 14 |
| • | Puntos de Interés Didáctico en el Noreste de la Comunidad de Madrid | 17 |
|   | PID -01. Valle del Lozoya-La Pinilla                                | 17 |
|   | PID -02. Embalse de Pinilla                                         | 20 |
|   | PID -03. El meandro del Lozoya en Buitrago                          | 22 |
|   | PID -04. Garganta del Lozoya en la presa del Villar                 | 24 |
|   | PID -05. Los “Bolos” de Granito                                     | 26 |
|   | PID -06. Encinar del Atazar                                         | 28 |
|   | PID -07. Estación depuradora de aguas residuales (EDAR) El Berrueco | 30 |
|   | PID -08. Esquisto de El Berrueco                                    | 32 |
|   | PID -09. Proximidades de La Atalaya de El Berrueco                  | 34 |
|   | PID -10. Presa de El Atazar                                         | 36 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| PID -11. Meandro abandonado del río Lozoya       | 38 |
| PID -12. Pontón de La Oliva                      | 40 |
| PID -13. Cueva del Reguerillo                    | 42 |
| PID -14. Travesía de Las Cuestas                 | 44 |
| PID -15. Confluencia de los ríos Lozoya y Jarama | 48 |
| PID -16. Campo de pozos de Torrelaguna           | 50 |
| PID -17. Barranco de Las Cuevas                  | 52 |
| PID -18. Cementerio de Patones de Arriba         | 56 |
| PID -19. Presa colmatada de Patones de Arriba    | 60 |
| PID -20. Barranco de Patones                     | 62 |
| PID -21. Edar de Torrelaguna                     | 64 |
| PID -22. Central hidroeléctrica de Santa Lucía   | 66 |
| PID -23. Filtro verde de Redueña                 | 68 |
| PID -24. El río Jarama y sus terrazas            | 70 |
| PID -25. Puente romano de Talamanca              | 72 |
| PID -26. Laderas del Sacedón                     | 74 |
| PID -27. Cascada de La Carguera                  | 76 |
| PID -28. Pliegue Zalesky                         | 78 |
| PID -29. El Vellón-Espartal                      | 80 |
| PID -30. Falla de El Molar                       | 82 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| PID -31. Garganta del río Guadalix     | 84  |
| PID -32. Cerro de San Pedro            | 86  |
| PID -33. Macizo de La Pedriza          | 88  |
| PID -34. Cerro de Najarra              | 90  |
| PID -35. Puerto de Canencia            | 92  |
| PID -36. Sierra de La Cabrera          | 94  |
| • Propuestas de Itinerarios Didácticos | 96  |
| • Cartografía complementaria           | 98  |
| • Bibliografía                         | 113 |



## INTRODUCCIÓN

---

Cuando en 1876 se crea la Institución Libre de Enseñanza, fundada por Don Francisco Giner de los Ríos, en España *“...comienzan a definirse y a aplicarse nuevos conceptos y métodos pedagógicos bajo una filosofía regeneracionista... destacando, el significado social de la ciencia y definiendo en general una nueva forma de relación entre el hombre y la naturaleza.”* (Gallego et al., 1998).

Por esta época el propio Don Francisco Giner de los Ríos (1885) considera que ... *“Madrid constituye un centro de importantes excursiones geológicas, por medio de las cuales los niños –y con cuanta razón los hombres- pueden formarse idea de muchos fenómenos interesantes de las principales épocas, sus terrenos y los materiales de que se componen (...); fallas, glaciares, inyecciones, fósiles, rocas y minerales de mayor interés: tales son, con otros elementos más comunes, los principales medios que para verdaderos cursos de geología se hayan reunido y procura aprovechar la Institución en su enseñanza.”*

Afortunadamente hoy somos algo más conscientes de los significativos valores naturales de este territorio, catalogado como una zona privilegiada para la realización de investigaciones científicas y su consecuente utilidad con fines docentes. Estos valores, además, de exponer claramente los complejos engranajes en la interacción organismo-medio, ofrecen posibilidades didácticas al mostrar, como laboratorios naturales, sus varios fenómenos con manifestaciones diversas.

La Comunidad de Madrid (según Durán et al., 1998) *resulta privilegiada por su situación geográfica, considerándose como una región representativa del corazón peninsular.* Sin lugar a dudas, las características del medio geológico que se manifiestan, principalmente, en el sector norte del territorio, así como la variada geomorfología y sus paisajes resultantes, hacen de éste un polígono didáctico por excelencia, que además de constituir un área de referencia didáctica para cualquier tipo o nivel de enseñanza, *puede ser profusamente utilizado tanto por sus habitantes como por los foráneos para incrementar sus conocimientos en las diversas disciplinas geológicas o simplemente, para disfrutar de los valores de su patrimonio* (Durán et al., 1998).

En cambio Ruiz (1998) considera que el territorio madrileño atesora un Patrimonio Natural de excepcionales valores paisajísticos, turísticos y socioeconómicos que representa un recurso de alto potencial educativo y de formación intelectual. Sin embargo, el conocimiento de su importancia y riqueza no está suficientemente difundido, por lo que los ciudadanos, en general, no tienen información para valorarlo y defenderlo adecuadamente.

En este sentido una importante cuota de responsabilidad se ciñe a los diferentes niveles del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde se clarifican cada uno de los valores, enfoques y métodos, se decodifica toda la información y nunca serán suficientes los recursos didácticos en aras de transmitir un conocimiento significativo.

La guía que presentamos en este trabajo está dirigida, principalmente, a profesores y ofrece una metodología que facilita la selección, descripción y clasificación de Puntos de Interés Didácticos. En ella se recopila una variada información sobre los distintos sitios seleccionados como recursos didácticos del territorio, ilustrada, además, con imágenes fotográficas y una cartografía temática ambiental complementaria. Con ello pretendemos suplir en alguna medida las carencias informativas y modestamente contribuir al conocimiento de la maravillosa geodiversidad del norte de Madrid.

## **GEODIVERSIDAD: UN PUNTO DE ENCUENTRO ENTRE LO NATURAL Y LO SOCIAL**

---

La Geodiversidad es el conjunto de recursos naturales de valor científico, cultural, educativo y/o recreativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, fósiles, manantiales, suelos (Nieto, 2001), que permiten reconocer, estudiar e interpretar la evolución de la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, y el origen y evolución de la vida sobre este planeta.

Para definir la geodiversidad de una región es necesario conocer su patrimonio geológico, así como otros caracteres geológicos de la zona estudiada que están exentos de valores patrimoniales y de valores ecológicos, es decir que sólo tienen valores intrínsecos.

El registro geológico constituye la “Memoria de la Tierra”, almacena una valiosísima información acerca de los climas, los ecosistemas y los paisajes del pasado, y nos ayuda a interpretar y reconocer los procesos geológicos y biológicos que acontecen en la actualidad. No es posible conocer la historia de la vida sin conocer la de nuestro Planeta. Constituye un “Bien Común” y forma parte inseparable del Patrimonio Natural y Cultural de la Humanidad.

La destrucción del registro geológico, como recurso natural no renovable, es siempre irreversible. Es absolutamente imprescindible conservarlo. Su utilización como recurso cultural posibilita la mejora del conocimiento de los procesos naturales cotidianos entre la población y, con ello, de su conciencia medioambiental.

En cualquier región que se estudie es interesante tener en cuenta la geodiversidad, pues podría condicionar la elaboración de planes de ordenación y gestión del territorio. La consideración conjunta de geodiversidad y biodiversidad nos lleva a contemplar integralmente la diversidad natural, en cuyo marco se establecen relaciones mutuas entre ambos aspectos. La consideración conjunta de la biodiversidad y la geodiversidad es un primer paso para la caracterización completa de la diversidad natural y la aplicación de la filosofía del desarrollo sostenible.

El patrimonio geológico de nuestra zona de estudio es extraordinariamente valioso y diverso. Las grandes unidades geológicas son el registro de los sedimentos llegados hasta los antiguos océanos y contiene la información que nos ha quedado de la zona en el pasado (***diversidad paleogeográfica***). Alberga una representación de la mayoría de tipos de rocas conocidas (***diversidad litológica***). De edades que abarcan una gran parte del tiempo geológico, desde hace casi 600 millones de años, a los tiempos actuales (***diversidad cronológica***). Representativas de múltiples y variados ambientes sedimentarios y biológicos (***diversidad paleoecológica***), en los que es posible reconocer todo tipo de eventos y procesos geotectónicos (***diversidad estructural***). Todo ello moldeado por una amplia variedad de procesos morfológicos, desde ambientes glaciares, fluviales y aluviales a sistemas kársticos (***diversidad geomorfológica***).

El resultado final es el paisaje actual (***diversidad paisajística***), punto culminante de una larga historia que cubre 600 millones de años de evolución sedimentaria, metamórfica y/o ígnea; 250 millones de años de evolución tectónica; 25 millones de años de evolución geomorfológica; 10.000 años de evolución edáfica y forestal y 4.000 años de modificaciones antrópicas (García y García-Hidalgo, 2000).

## LOS PUNTOS DE INTERÉS DIDÁCTICO (PID)

---

### ***Aspectos conceptuales y didácticos***

En el proceso de enseñanza-aprendizaje de cualquiera de las especialidades relacionadas con las Ciencias Naturales y Ambientales, son de especial importancia las actividades de campo, pues con ellas asistimos al *gran laboratorio donde hay que enfrentarse con los problemas, graduando la dificultad de acuerdo al nivel académico de los alumnos* (Gabriel et al., 1997).

Resulta evidente que no se puede aprender del medio ambiente si no existe una estrecha relación con él, una experiencia directa en el campo, y para enseñar mejor se necesita un planteamiento didáctico adecuado que vincule tres elementos esenciales para este tipo de actividades: antes, durante y después.

Tan importante resultan los métodos, medios y procedimientos que se desarrollan *durante* una actividad de campo y su *posterior* evaluación, como la *preparación previa* que el profesor debe realizar para obtener resultados satisfactorios en función del aprendizaje significativo de sus alumnos.

Disponer de información generalizada del área de trabajo, que integre diversos bloques conceptuales asociados a un mismo punto facilita en gran medida el trabajo del docente en este sentido. Ello es posible con la selección de *Puntos de Interés Didáctico (PID)*, definidos 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* (Corvea, 2001).

Probablemente por cuestiones subjetivas, resulta muy difícil delimitar una zona, territorio o recurso en función de su interés didáctico, entre otras razones, porque objetivamente el conocimiento del medio ambiente (en su significado más amplio) parte de todo lo que observamos, tocamos, sentimos, pensamos y experimentamos. En un contexto cartográfico, la delimitación de los PID tiene una perspectiva interdisciplinar basada en el carácter práctico y dinámico de la enseñanza de las Ciencias Naturales y/o Ambientales, así como en la formación de aptitudes y actitudes que con ellas se persiguen.

Partiendo de estas consideraciones, resulta conveniente aclarar que el enfoque pedagógico que caracteriza a un PID debe estar en correspondencia con una visión globalizadora e integradora de los fenómenos, objetos o hechos que en ellos se exponen. Es imposible, por ejemplo, suprimir a la vista de los estudiantes la vegetación que ocupa un afloramiento cretácico aun cuando el objetivo de la actividad sea analizar sus características estratigráficas.

### ***¿Cómo seleccionar un PID?***

Muchas veces no nos percatamos de las posibilidades didácticas del sitio que visitamos con amigos y/o familiares en alguna escapada de fin de semana porque nuestro objetivo es sencillamente desconectar de lo cotidiano. Sin embargo somos capaces de percibir en cualquier entorno el elemento que destaca sin necesidad de una guía turística. La metodología para la selección de Puntos de Interés Didáctico (Corvea, 2001) parte, precisamente, de la posibilidad de distinguir lo particular dentro de lo general y se ha diseñado en cuatro etapas fundamentales que se describen a continuación.

**Estudio previo e Inventario:** requiere del análisis y revisión bibliográfica de documentos y materiales publicados sobre el territorio (mapas, informes, comunicaciones, esquemas, etc.) e incluye la revisión de la caracterización general del área de trabajo tanto en sus aspectos del medio físico-natural como del socio-económico, dónde se preseleccionan zonas o sectores por sus rasgos más sobresalientes.

Una vez definidos los sectores se particulariza en aquellos sitios cuyos valores (positivos o negativos), cualidades, datos, caracteres y propiedades, lo identifican dentro del sector, asignándole el correspondiente topónimo, por ejemplo: Valle, Cerro, Barranco, Localidad, Vertiente, Afloramiento, Bosque, Matorral, Pantano, Nava, etc., para obtener el listado requerido.

En esta fase es válida también, la información que pueden facilitar aquellos docentes e investigadores de reconocida experiencia y conocimiento del terreno.

**Descripción:** a partir de la *ubicación* del punto, en cualquiera de las variantes que garantice su adecuada localización (por coordenadas o mediante referencias respecto a un hecho geográfico), se precisan las *vías de acceso* y se describen las *características generales* del entorno y las *específicas* del rasgo que lo identifica, lo que permitirá elaborar la ficha correspondiente.

**Clasificación:** se tienen en cuenta dos aspectos fundamentales, *el tipo de observación* y *el interés por áreas del conocimiento*.

De acuerdo con el *tipo de observación* se clasifican en: puntuales, cuando se destaca un rasgo o fenómeno específico (pliegue, cárcava, terraza, especie vegetal, etc.); areales, si la observación se dirige al conjunto de fenómenos o “unidades delimitadas” (valle, macizo, cerro, bosque, poblado, etc.) y panorámicos, cuando la observación es más general y se orienta al conjunto de unidades cuyos límites, a la vista del observador, dependen de la posición que éste ocupe.

La clasificación *por áreas del conocimiento* depende de los valores más sobresalientes (rasgo o fenómeno que identifica al punto seleccionado) en función del conocimiento a transmitir por lo que en muchos casos se le asignan varios tipos de intereses (geológico, geomorfológico, hidrogeológico, estratigráfico, climatológico, biogeográfico, paleontológico, etc.).

**Inventario cartográfico:** a partir de la cartografía base (mapa topográfico) del área de estudio, se confecciona el *mapa de recursos didácticos* (Figura 1). En este se representan los puntos definidos en los pasos anteriores, mediante símbolos que faciliten su visualización (fuera de escala) y que convenientemente expresen (en síntesis) los atributos asignados, teniendo en cuenta tres aspectos esenciales:

- *Número de identificación:* en correspondencia con el nombre asignado en el inventario.
- *Interés por áreas del conocimiento:* sí coinciden varias disciplinas se consideran las más representativas, detallándose en la descripción según convenga.
- *Tipo de observación:* para indicar el posible espacio que puede ocupar el punto seleccionado.

### ***Algunas consideraciones generales***

La selección de PID se concibe como una herramienta pedagógica, dinámica y flexible en su utilización, cuya eficacia depende del esfuerzo metodológico adicional que el conocimiento del entorno le exige al profesorado e igualmente debe estar en constante actualización.

Como recurso didáctico esta metodología constituye una alternativa útil al docente para: la elaboración del guión, la selección de sitios a visitar de acuerdo con los objetivos de la asignatura, la planificación del itinerario a seguir y el tiempo a emplear en cada momento según las distancias a recorrer. No obstante requieren de una constatación directamente en el terreno, antes del desarrollo de la actividad con los estudiantes.

Unido a la elaboración del mapa de recursos didácticos, deben integrarse todos aquellos datos e información referente a cada punto y que lógicamente su cartografía no resulta viable. Para ello se confeccionan las fichas correspondientes en las que se indican elementos importantes que facilitan la caracterización del PID.

Además de la clara exposición de los distintos fenómenos o elementos que se consideren, la accesibilidad debe primar como otro de los criterios a tener en cuenta en la selección, para ello es conveniente asociarlos en la medida de lo posible, con la red de carreteras, siempre y cuando las visitas no impliquen peligro alguno ante el tráfico.

Si se tiene en cuenta, además, que la frecuencia de salidas al campo durante un curso es limitada, su organización tanto académica como logística debe estar en función de obtener el máximo aprovechamiento posible. El éxito de estas actividades parte de su propia planificación y depende en gran medida de la información disponible. Por ello, tras la exposición de los Puntos de Interés Didáctico (PID) expondremos brevemente una listas de sugerencias sobre posibles excursiones a realizar, señalando en qué ciclo educativo podría realizarse, sobre todo para educación Primaria y Secundaria.

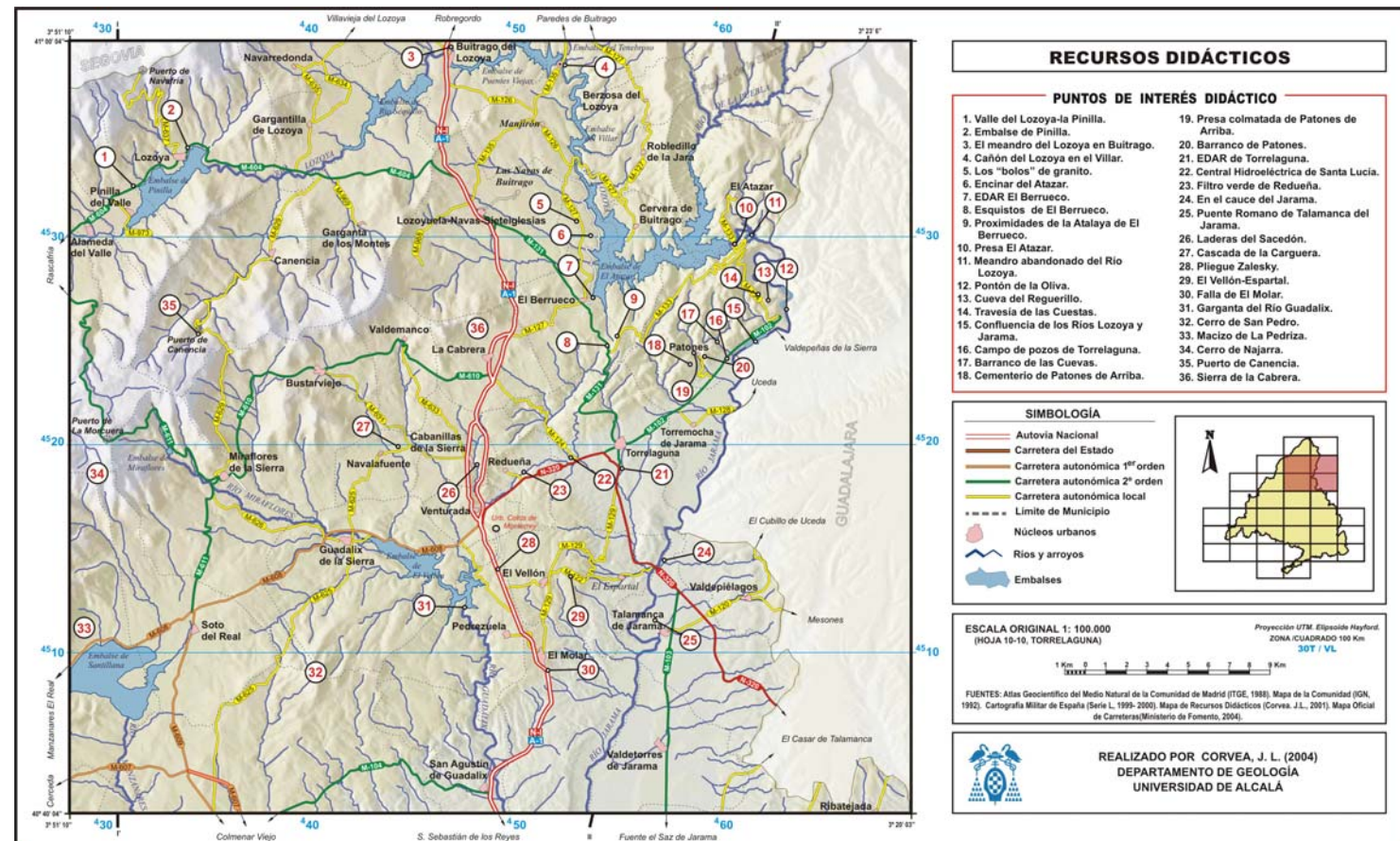


Figura 1: Mapa de Recursos Didácticos.



## PUNTOS DE INTERÉS DIDÁCTICO DEL NORTE DE LA COMUNIDAD DE MADRID

---

### ***PID-01. Valle del Lozoya-La Pinilla***

Situación: Entre dos líneas de cumbres montañosas que son Cuerda Larga y Sierra de la Morcuera por el sur y los Montes Carpetanos por el norte (Figura 2).

Acceso: Por la A-1, tomando el desvío correspondiente a la M-604, en el punto kilométrico 19,5, entre las localidades de Lozoya y Alameda del Valle. Es posible estacionar en un camino lateral.

Descripción: El valle del Lozoya se sitúa en la Sierra de Guadarrama que forma parte del Sistema Central (el relieve más importante del centro de la Península Ibérica). El Sistema Central es una cadena orogénica intraplaca, polifásica y de doble vergencia (con una estructura en pop-up), en la que el basamento hercínico aparece implicado en la deformación (De Vicente *et al.*, 2004), con un engrosamiento de toda la corteza.

En esta zona existen dos bloques levantados (pop-ups), que corresponden a Somosierra y Cabeza de Hierro, y un bloque deprimido (pop-down), que corresponde al valle del Lozoya; un poco más al oeste existe otro bloque hundido (el alto Manzanares). Todos estos elementos han sido activos a lo largo del Terciario, registrándose incluso un pulso importante en el Mioceno superior-Plioceno, que puede continuar en la actualidad, puesto que el centro peninsular presenta una tasa de elevación de 2 mm/año (De Vicente *et al.*, 2004).

El valle, al igual que el resto del relieve de la Sierra de Guadarrama, es el resultado de la dinámica de bloques ocurrida a lo largo del Neógeno (como consecuencia de la reactivación tectónica alpina) y por procesos de modelado complejos que se inician a finales del Cretácico (Pedraza, 1998).

El valle del río Lozoya, encauza las aguas de numerosos arroyos y forma un incomparable marco paisajístico. Desde el punto de vista geomorfológico, los elementos básicos que forman su estructura orográfica son las cimas (nivel de cumbres), con ambiente nival, laderas rectilíneas y fondo o piedemonte con el desarrollo de vegas y elementos similares (en especial navas) (Pedraza, 1998). En las zonas altas (cimas y cumbres) predominan los fenómenos periglaciares (soliflucción y

gelifracción. Las laderas y escarpes corresponden principalmente a formas de erosión, apenas recubiertas por un suelo de poco espesor; se trata de pendientes relativamente escarpadas, que se consideran desniveles de origen tectónico (IGME, 1991). Los fondos de valle tienen también un fuerte control estructural; aquí el valle del Lozoya está limitado por dos grandes sistemas de fallas; en el fondo de estos valles y en las laderas adosadas a ellos es donde se concentran los procesos deposicionales, con la generación de conos de deyección, glaciares y, localmente, desarrollo de pequeños niveles de terrazas.

En el valle se desarrolla una variada vegetación (Figura 3) que en muchos casos aún conserva su fisonomía típica: Bosque mixto de fresno (*Fraxinus excelsior*) y melojos (*Quercus pyrenaica*), sabinas (*Juniperus thurifera*) muy densos y xerófilos y saucedas (*Salix spp.*) montanas. El enclave, además, alberga una rica y variada fauna. Entre los mamíferos, el zorro (*Vulpes vulpes*), el corzo (*Capreolus capreolus*), el jabalí (*Sus scrofa*), la nutria (*Lutra lutra*), el tejón (*Meles meles*), la ardilla (*Sciurus vulgaris*) o la gineta (*Gennetta gennetta*). Las aves también son abundantes destacando; entre otras, buitre negro (*Aegypius monachus*), buitre leonado (*Gyps fulvus*), milano real (*Milvus milvus*) y la cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*), el abejaruco (*Merops apiaster*), el milano negro (*Milvus migrans*), el águila calzada (*Hieraetus pennatus*) durante el estío.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología y tectónica; Biología: ecología.

Tipo de observación: Areal.

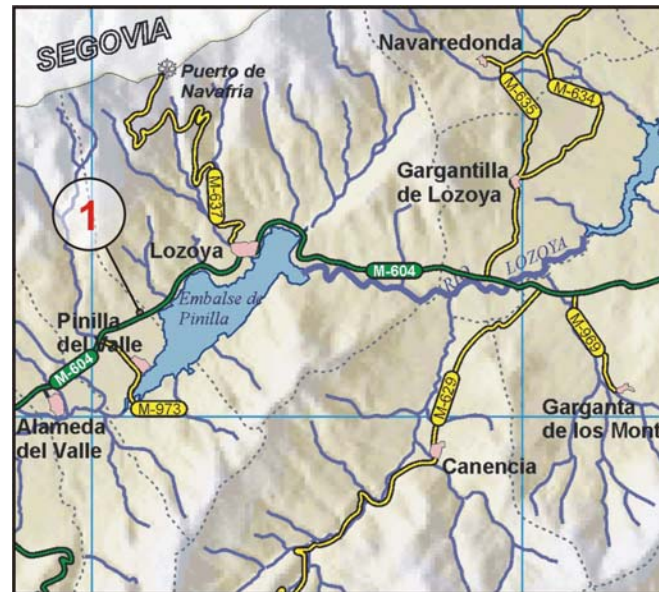


Figura 2: Situación del PID 1.



Figura 3: Valle del Lozoya - La Pinilla.

## ***PID-02. Embalse de Pinilla***

Situación: En el extremo NO de la provincia de Madrid (Figura 4).

Acceso: Por la A-1 tomando la carretera M-604 hacia Pinilla del Valle, en el punto kilométrico 14, antes de entrar en Lozoya. Hay una explanada que permite el estacionamiento.

Descripción: Además de su importancia para el abastecimiento de agua a Madrid, con una capacidad de embalse de 38,1 Hm<sup>3</sup> y una superficie de 2.269 Ha, constituye una de las zonas húmedas (artificiales) más singulares del territorio madrileño de gran importancia ecológica y paisajística (Durán *et al.*, 1998), estando incluido en el catálogo de *Protección de Embalses y Zonas Húmedas* de la Comunidad de Madrid. Además, toda la cuenca del río Lozoya y sierra Norte, ha sido declarada LIC para su incorporación a la Red Natura 2000.

Su ubicación en el Valle del Lozoya donde entran en contacto diferentes litologías y diversas formaciones superficiales cuaternarias, condicionan la existencia de una variada vegetación. En sus alrededores se puede distinguir esta variación desde la típica vegetación higrófila de ambientes palustres (Figura 5), hasta la asociada a los cortados rocosos calizos. Están presentes formaciones bastante bien conservadas de fresnedas, robledales y bosques de galería.

Como refugio faunístico, este humedal, también acoge muchas especies de aves entre las que destacan patos, ánades, porrones y cercetas (Ortuño, 2000).

Igualmente cuenta con tres yacimientos paleontológicos, localizados en las proximidades de la localidad de Pinilla del Valle: Camino, Navalmaillo y Cueva de la buena Pinta, asociados a la evolución cárstica de los afloramientos carbonatados del Cretácico y a los procesos de disección fluvial de los arroyos Lontanares y Navalmaillo (afluentes por la margen derecha del río Lozoya). Estos yacimientos presentan abundante fauna de vertebrados e industria lítica (Alfárez *et al.* 1982; Márquez *et al.*, 2004).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: hidrología y paleontología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Areal, Panorámica.

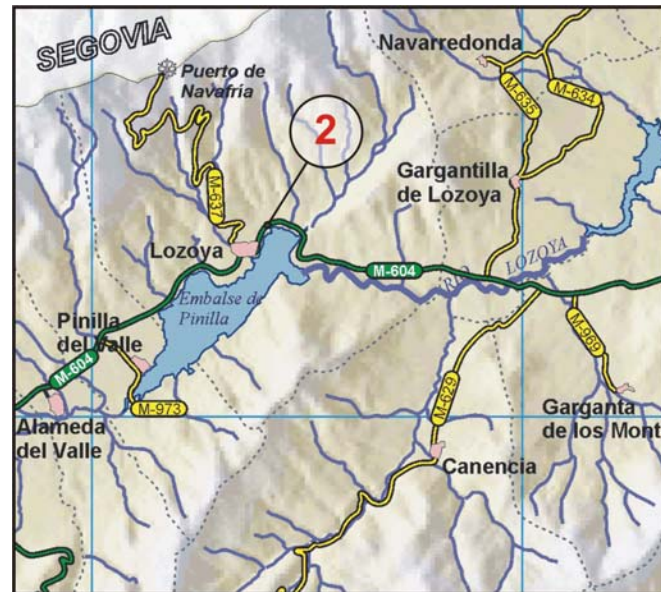


Figura 4: Situación del PID 2.



Figura 5: Embalse de Pinilla.

### ***PID- 03. El meandro del Lozoya en Buitrago***

Situación: Bordeando por el norte el núcleo urbano de Buitrago del Lozoya (Figura 6).

Acceso: Por la A-1 tomando el desvío en el punto kilométrico 75 hacia Buitrago del Lozoya. Aparcamiento en el núcleo urbano.

Descripción: En la depresión que ocupa el valle medio del Lozoya, al pie de las estribaciones meridionales de la Sierra de Guadarrama, este río forma un singular meandro que bordea casi todo el núcleo urbano, condicionado por la intersección de dos fracturas que favorecen la erosión fluvial.

En este sector el sustrato está compuesto por ortoneises bandeados biotíticos, localmente con glándulas de feldespatos, que pueden observarse aflorando en los cortados de la margen izquierda del río (Figura 7) que también afloran siguiendo el curso del río en la misma margen.

Se observa, además, diferencias en la cobertura vegetal. En algunos tramos quedan restos de bosques de galería muy degradados en contraste con la zona de la margen derecha del río, donde crecen pinares repoblados y frondosos perennifolios sin llegar a formar bosques.

Este enclave muestra al visitante interesantes ejemplos de relaciones naturaleza-sociedad a través de la historia, basta un corto recorrido por el casco antiguo para observar como se conserva íntegro su antiguo recinto amurallado, que cumple las características de las fortalezas musulmanas, aunque no se puede evidenciar, por la ausencia de vestigios materiales que lo avalen. Entre los principales monumentos está el Alcazar (construido entre los siglos XIV-XV); la iglesia Santa María del castillo (siglo XIV); y la muralla, de una longitud en torno a los 800 m.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, litología; Biología: ecología; Arquitectura: historia de la Arquitectura.

Tipo de observación: Areal, Panorámica.



Figura 6: Situación del PID 3.



Figura 7: El meandro del Lozoya en Buitrago.

#### ***PID-04. Garganta del Lozoya en la presa del Villar***

Situación: En la Presa del Villar (Figura 8).

Acceso: Desde El Berrueco, por la M-127 en dirección a Manjirón, tomando el desvío hacia la Presa del Villar. Hay aparcamiento pasando el muro de presa.

Descripción: La garganta que forma el río Lozoya en este entorno, destaca como elemento geomorfológico de carácter erosivo, asociado a fenómenos fluviales. Corresponde a formas de incisión lineal, estrechas, cuyo desarrollo vertical (encajamiento) es mayor que su anchura, pudiendo tener condicionantes tectónicos. Aquí el sustrato corresponde a rocas metamórficas prehercínicas, cuya disposición general es subparalela a la garganta; más concretamente son ortoneises bandeados biotíticos, en los que la estructura dominante es un bandeo metamórfico (foliación de segunda fase hercínica, S<sub>2</sub>), compuesta por bandas oscuras con predominio de biotita y sillimanita, y bandas claras compuestas por feldespatos, plagioclasa y cuarzo.

Visto desde el muro de la presa (Figura 9), el cañón revela la acción erosiva del río, que se encaja en busca de su perfil de equilibrio, exponiendo en ambos márgenes paredes escarpadas y con un desnivel considerable desde la zona más elevada; aproximadamente a cota 960 m; hasta el lecho del río (cota 900 m). Es precisamente en esta zona donde se estriba el muro de presa, construido en 1879, con una altitud de 50 m sobre la base y capacidad de embalse de 22,4 Hm<sup>3</sup>.

Tapizando el entorno se puede observar un predominio de matorrales en parches, donde no aflora la roca, con variados elementos de frondosas perennifolias y en algunos tramos pinares repoblados.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, litología e hidrología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Areal, Puntual.

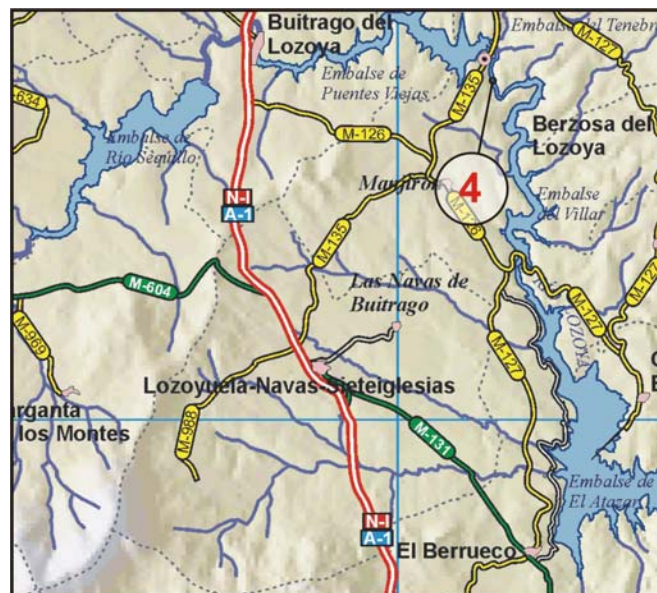


Figura 8: Situación del PID 4.



Figura 9: Cañón del Lozoya en El Villar.

### ***PID-05. Los “bolos” de granito***

Situación: En un desmonte al oeste de la carretera M-127, en un arenero abandonado (Figura 10).

Acceso: Desde El Berrueco por la carretera M-127 en dirección a Manjirón, en el punto kilométrico 10,5. Es posible aparcar doscientos metros más adelante, en un camino que sale a la izquierda.

Descripción: Aquí es fácil observar la formación de los bloques esferoidales en granitos “bolos”, que dan lugar a los característicos berrocales de esta región, como evidencia de los procesos de alteración física y química del granito, que producen estas formas peculiares.

En el pequeño desmonte se puede observar como existe una alteración diferencial de la masa granítica, con zonas muy alteradas y zonas poco alteradas (bloques redondeados). La zona de alteración más intensa se produce en superficie y en las intersecciones de las diaclasas de la roca. Las masas graníticas están atravesadas por sistemas de diaclasas con diferentes orientaciones que se originan por enfriamiento de la masa magmática, por descompresión de las rocas (cuando las rocas suprayacentes son erosionadas) y por deformación tectónica; estas diaclasas dan lugar a bloques de granito y van a condicionar su alteración.

La alteración comprende un conjunto de procesos físicos y químicos que ocurren a la vez; en superficie la vegetación es un coadyuvante de esos procesos físicos y químicos, que actuando a lo largo del tiempo genera grandes cambios en el aspecto de las rocas.

La alteración física da lugar a cambios en la textura de la roca, tiende a separar las partículas minerales y hace que la roca sea más deleznable y fácilmente desagregable. Estos procesos ayudan a que el agua y el aire penetren en la roca, favoreciendo la alteración química, que va a cambiar las especies minerales presentes mediante hidrólisis; primero los minerales micáceos (biotita) y, en menor medida, los feldespatos, permaneciendo los cuarzos inalterados.

Estos procesos originan la arenización del granito y su disposición en capas concéntricas en torno a las zonas inalteradas (bolos), lo que se puede observar con claridad en la figura 11. A partir de estos materiales alterados, se inicia el desarrollo

de suelos (parte superior de la figura 11). Si los materiales alterados, son erosionados, quedarían los bolos apoyados unos sobre otros dando unas morfologías características conocidas como “berrocales”.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología y petrología.

Tipo de observación: Puntual.



Figura 10: Situación del PID 5.



Figura 11: Los "bolos" de granito.

### ***PID-06. Encinar del Atazar***

Situación: Al Oeste del embalse de El Atazar, próximo a la localidad El Berrueco (Figura 12).

Acceso: Por la M-127 a 2 km de El Berrueco en dirección a Manjirón. Aparcamiento en el camping de El Picachuelo.

Descripción: En la depresión de tipo corredor donde se ubica esta localidad, bordeando el embalse de El Atazar, sobre un sustrato granítico compuesto por granitos y ortoneises bandeados biotíticos en los que se intercalan afloramientos de rocas filonianas, se conservan algunas extensiones de bosques que constituyen extraordinarios encinares (*Quercus ilex*), ejemplo de lo que fueron los bosques de la zona.

Al amparo de este cerrado encinar (Figura 13), crecen algunos melojos (*Quercus pyrenaica*), mejorando aún más su imagen e igualmente es posible observar la cornicabra (*Pistacia terebinthus*), arbusto cuyas raíces se expanden por suelos rocosos, aprovechando la debilidad de pequeñas diaclasas (Ortuño, 2000).

Destacan en el enclave, las desembocaduras de los arroyos Recombo y Jóbalo, por la permanencia de sus constantes caudales durante gran parte del año y en cuyo entorno conviven poblaciones de alisos (*Alnus glutinosa*).

Interés por áreas del conocimiento: Biología: ecología.

Tipo de observación: Regional, Panorámica.



Figura 12: Situación del PID 6.



Figura 13: Encinar de El Atazar.

### ***PID-07. Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) El Berrueco***

Situación: Se sitúa muy próxima al núcleo urbano El Berrueco (Figura 14).

Acceso: Saliendo de El Berrueco por la M-131 hacia Torrelaguna, a 500 metros se toma un desvío hacia la izquierda. La EDAR se encuentra a 1,5 km del desvío.

Descripción: Esta EDAR se sitúa en un área de superficie tipo pediment en forma de rampa cuyo sustrato es de naturaleza granítica con permeabilidad de baja a media por alteración y/o fracturación. Sus alrededores están tapizados por bolos graníticos que forman un paisaje de berrocal (ver PID-05).

En esta depuradora, construida en el año 1991, se puede observar un tratamiento mediante lechos bacterianos (Figura 15) en el que la depuración se realiza cuando el agua residual, sometida a un tratamiento físico previo, circula a través de una masa de material de gran superficie específica que sirve de soporte a los microorganismos encargados de oxidar la materia orgánica, formando sobre ésta superficie una película de mayor o menor espesor.

Esta película biológica contiene en superficie bacterias heterótrofas y en el interior bacterias autótrofas nitrificantes. Frecuentemente se observa en las capas superiores la presencia de hongos y en la superficie de algas verdes (Díaz, 1988).

La aireación se consigue generalmente por tiro natural y tiene por finalidad aportar a la masa del lecho el oxígeno necesario para el mantenimiento en aerobiosis de los microorganismos. La contaminación orgánica contenida en el agua residual y el oxígeno del aire, son asimilados por los microorganismos, mientras que los subproductos y el gas carbónico, o bien son recogidos en las fosas clarificadoras colocadas con posterioridad o bien se desprenden y son evacuados a la atmósfera.

Interés por áreas del conocimiento: Tecnología ambiental.

Tipo de observación: Puntual.

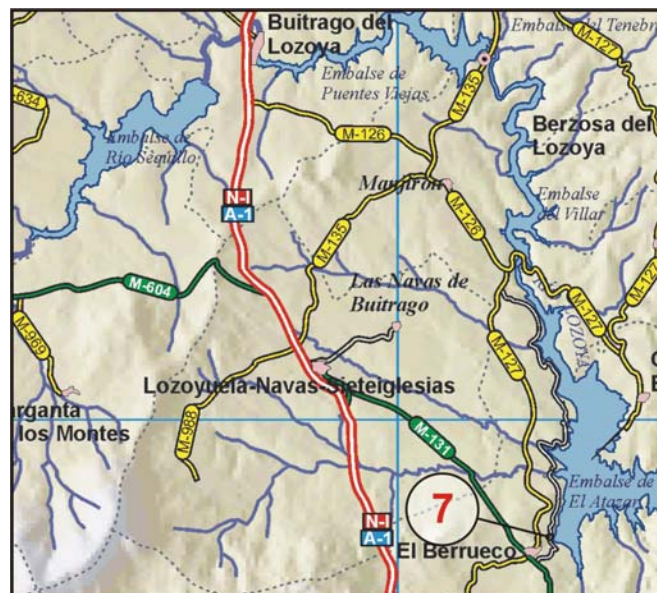


Figura 14: Situación del PID 7.



Figura 15: EDAR de El Berrueco.

### ***PID-08. Esquistos de El Berrueco***

Situación: A lo largo de los taludes de la carretera, preferentemente en su margen E o NE (Figura 16).

Acceso: Por la carretera M-131, en el punto kilométrico 56 entre El Berrueco y Torrelaguna, en las inmediaciones del cruce con la carretera a El Atazar. Es posible estacionar en caminos aledaños.

Descripción: Aunque más hacia el SE la presencia de esquistos suele ser común, esta no es una roca muy abundante en una región donde predominan los granitos (La Cabrera y El Berrueco) o las pizarras (El Atazar).

En este sitio aflora localmente una banda de esquistos (Figura 17) como “huella” de un importante accidente tectónico producido durante las etapas finales de la orogenia Hercínica, la falla de La Berzosa. Como elemento de especial interés destaca el hecho de que mediante esta falla se ponen en contacto las rocas graníticas y metamórficas de medio y alto grado (al oeste) con las rocas metamórficas de bajo grado (al este).

Los esquistos que aquí afloran son resultado del metamorfismo regional hercínico y presentan minerales micáceos de cierto tamaño normalmente visibles a simple vista (micaesquistos); pueden contener intercalaciones de cuarcitas oscuras (grafitosas). Su edad es pre-ordovícica (posiblemente Neoproterozoico), son equivalentes a los materiales que afloran en la antiforma de El Cardoso (más al oeste), donde el Ordovícico inferior se sitúa discordante sobre ellos. Son rocas muy oscuras, con brillos metalizados; la biotita es el mineral más abundante, apareciendo orientada en relación con la esquistosidad principal de la roca (esquistosidad  $S_2$ ), que corresponde a la de la segunda fase de deformación Hercínica ( $F_2$ ), que en este punto tiende a ser subparalela a la falla de La Berzosa, posiblemente condicionada por el desarrollo de esta.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: tectónica y petrología.

Tipo de observación: Areal.



Figura 16: Situación del PID 8.



Figura 17: Esquistos de El Berrueco.

### ***PID-09. Proximidades de la Atalaya de El Berrueco***

Situación: En una zona elevada próxima al límite sureste del término municipal (Figura 18).

Acceso: Por la carretera M-133 desde El Berrueco a Torrelaguna se toma el desvío a El Atazar, a unos 2 km de dicho desvío. Hay espacio para aparcar a ambos lados de la vía.

Descripción: Este punto constituye un interesante observatorio en el que se pueden diferenciar paisajes característicos de la Sierra Madrileña (Figura 19). Al Oeste los berrocales típicos de la “Sierra rica” (por contraposición a la denominada “Sierra pobre”), donde se observa la presencia de bolos graníticos como resultado del proceso de alteración de esta roca ígnea (ver PID-05). Se identifican, además zonas algo parecidas donde afloran los gneises, rocas metamórficas con un patrón de alteración muy similar al granito y una misma composición mineralógica. Ambos tipos de rocas originan un paisaje homogéneo, con suelos evolucionados y abundante agua por la baja permeabilidad. Ello facilita la presencia de una vegetación de mayor porte y un mejor aprovechamiento del suelo, como las dehesas.

Observando hacia el Norte y Este, predominan las pizarras, en las que puntualmente se intercalan cuarcitas. Estas rocas constituyen la denominada “Sierra pobre” que originan una gran homogeneidad en el paisaje, caracterizado por la poca evolución de sus suelos, la escasez de agua y por tanto, un aprovechamiento económico casi nulo.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Panorámica.

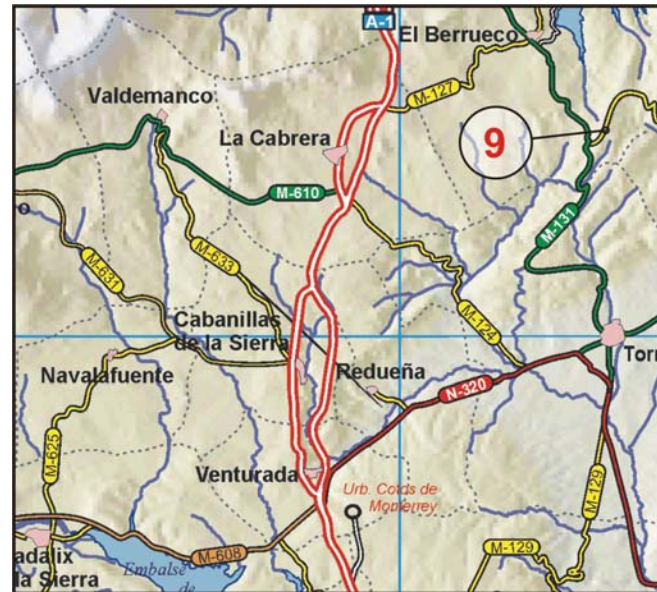


Figura 18: Situación del PID 9.



Figura 19: Proximidades de la Atalaya del Berrueco.

## ***PID-10. Presa de El Atazar***

Situación: En el extremo Este del embalse (Figura 20).

Acceso: Por la M-133 hacia El Atazar, tomando el desvío hacia Patones. Hay espacio para aparcar a ambos lados de la carretera.

Descripción: El embalse que lleva el mismo nombre (El Atazar) se sitúa en una zona fronteriza entre varios municipios del sector noreste de Madrid. Su presa, construida en 1972 sobre pizarras, constituye el sistema de abastecimiento más importante de toda la Comunidad.

Las rocas que aflora en este punto son pizarras negras, cuya edad es Ordovícico medio, caracterizadas por su gran homogeneidad y una marcada esquistosidad de fractura (vertical a subvertical), con orientación N-S, que corresponde a la primera fase de deformación Hercínica local (IGME, 1990a). Se interpretan como depósitos de plataforma siliciclástica abierta, relativamente profundos, por debajo del nivel de base del oleaje, con fondos localmente anóxicos. Los minerales que la forman son fundamentalmente micas y cuarzo de tamaño microcristalino, en general imposibles de observar a simple vista. Su alteración origina la presencia de arcillas de tonos marrones y el desarrollo de un suelo incipiente de apenas unos centímetros de espesor, lo cual también es visible en este punto.

Como consecuencia de estas características geológicas, durante la construcción de la presa, se presentaron complicaciones en ambas laderas. En la ladera derecha al ser el diaclasado principal paralelo a esta, se crearon problemas de inestabilidad a los empujes de la presa, por lo que fue necesario reforzarla mediante nueve vigas de hormigón armado fuertemente tensadas contra la ladera mediante anclajes de 230 Tm y 50 m de longitud. La ladera izquierda también presentaba problemas de inestabilidad por la existencia de una falla prácticamente vertical y paralela al cauce, que se resolvió con un drenaje mediante cuatro galerías excavadas según la dirección del río y con vigas de hormigón armado con anclajes pretensados; la consolidación de esta obra se realizó construyendo una retícula de hormigón armado fuertemente anclado en profundidad (M.O.P.U., 1972).

A su alrededor se puede observar un paisaje árido, escabroso con escaso arbolado en sectores de la depresión y pinares de repoblación en las laderas de la Sierra, ubicados en el borde sur del embalse.

Si se mira hacia el embalse se puede distinguir la presa (Figura 21), una impresionante obra de 134 m. de altura y una longitud de coronación de 484 m. Es una presa de doble bóveda y en su interior tiene una amplia red de más de 8 km de galerías de inspección. Embalsa un total de 425 Hm<sup>3</sup>, lo que supone casi un 50% del agua acumulada en la red de abastecimiento a Madrid.

Existe en la zona una riqueza faunística considerable, donde habitan conejos (*Oryctolagus cuniculus*), liebres (*Lepus europaeus*), jabalíes (*Sus scrofa*), perdices (*Alectoris rufa*), corzos (*Capreolus capreolus*), etc. Igualmente se pueden realizar actividades deportivas y de ocio en áreas del embalse, concertadas con el club náutico que allí radica.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: litología, hidrología, geomorfología, tectónica; Biología: ecología.

Tipo de observación: Puntual, Panorámica.

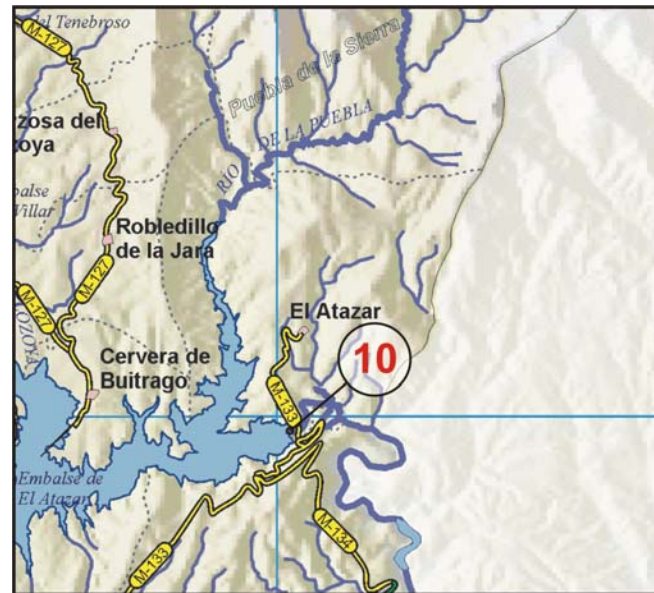


Figura 20: Situación del PID 10.



Figura 21: Presa El Atazar.

### ***PID-11. Meandro abandonado del Río Lozoya***

Situación: Próximo al embalse de El Atazar, en el límite provincial entre Madrid y Guadalajara (Figura 22).

Acceso: Punto de observación en la carretera que va de Patones de Abajo al extremo oriental del embalse de El Atazar, junto al poblado del embalse.

Descripción: Destaca como elemento geomorfológico en un sector cuyo basamento esta constituido por pizarras del Ordovícico (ver PID-10), recubiertos por depósitos cuaternarios de cantos poligénicos, gravas, arenas y arenas limoarcillosas.

Su visualización desde cotas elevadas respecto al nivel del río Lozoya, permite la observación de su cauce en forma curvilínea (meandriforme, figura 23) y facilita una interpretación muy clara de la dinámica fluvial (IGME, 1988).

Los ríos meandriformes son de cauce y canal único, en este caso el canal está encajado en su cauce, con pendientes longitudinales escasas. El meandro está compuesto por dos arcos sucesivos unidos por un tramo recto y corto, donde la circulación del agua adquiere un marcado carácter helicoidal, erosiona el lado externo de un arco y deposita el sedimento en la cara interna del siguiente, lo que origina el crecimiento de barras en forma de media luna (point bars), que se puede observar como una zona plana con abundante vegetación adosada al cauce. La dinámica erosiva provoca el estrangulamiento o corte del meandro, recuperando el río un trazado más corto entre las dos crestas, dando lugar al meandro abandonado.

En este cauce abandonado, se encuentran pequeñas lagunas con forma de media luna (lagos de oxbow), que pueden estar rellenas de agua estacionalmente.

Desde este punto, también se pueden observar hacia el SE, si las condiciones meteorológicas lo permiten, los relieves en cuesta del Cretácico apoyados sobre las pizarras y por encima los materiales detríticos del Terciario (Neógeno) con formas acarcavadas.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología e hidrología.

Tipo de observación: Areal, Panorámica.

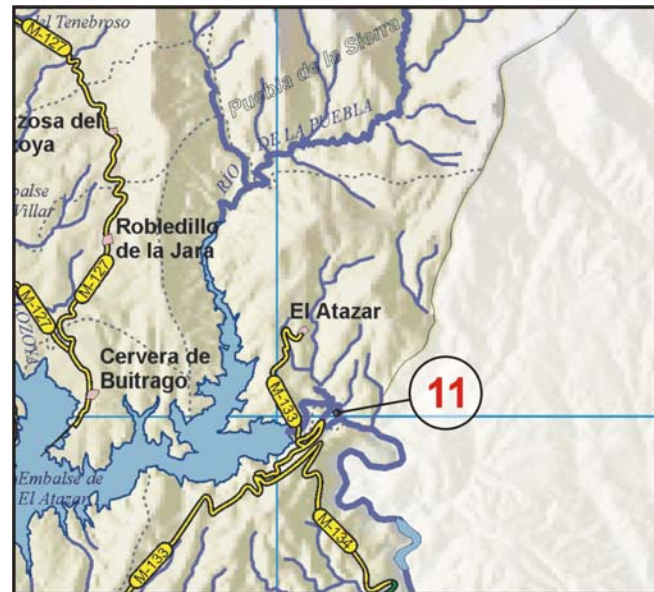


Figura 22: Situación del PID 11.



Figura 23: Meandro abandonado del río Lozoya.

### ***PID-12. Pontón de la Oliva***

Situación: En el extremo Este del término municipal de Patones, coincidiendo con los límites entre Madrid y Guadalajara (Figura 24).

Acceso: Por un camino que sale por la derecha de la carretera M-128, 500 m después de pasar el desvío hacia Valdepeñas de la Sierra. Hay aparcamiento señalizado.

Descripción: En este punto el río Lozoya corta la banda de calizas cretácicas, que aflora en la región con dirección NE-SO y que presenta un buzamiento de unos 25-35° hacia el SE, con una disposición característica de relieve en “cuesta”.

Aquí el conjunto calcáreo cretácico presenta un aspecto más compacto y homogéneo que en Patones (PID-19) y en el Barranco de las Cuevas (PID-17), por la desaparición de pequeñas intercalaciones margosas (debida a procesos erosivos).

Las paredes verticales recuerdan a las de los típicos cañones calizos (como el del río Duratón) y ello se debe a que la mayoría de los cañones calizos del centro de España se desarrollan siempre sobre las formaciones calcáreas del Cretácico Superior, que adquirieron un gran desarrollo y extensión durante este periodo de tiempo. Las características litológicas de estas rocas serán tratadas en detalle en la descripción del Barranco de las Cuevas (PID-17) y sus características geomorfológicas y paisajísticas serán tratadas con mas detalle en el PID-14, que corresponde a esta misma localización, pero situada en una posición de mayor cota y mejor visibilidad de los aspectos regionales.

En este sitio es evidente, la actividad humana desde siglos pasados, un ejemplo de ello es la presencia de la presa más antigua de la Comunidad de Madrid, el Pontón de la Oliva, construida para abastecer por medio de aguas superficiales a la Capital. Las obras se iniciaron en 1851 bajo el reinado de Isabel II y concluyen siete años más tarde, llegando por primera vez las aguas del río Lozoya a Madrid el 24 de junio de 1858. El problema de esta presa (que solo embalsa agua cuando se produce la apertura del El Atazar, figura 25) radica en que fue construida sobre el sistema cárstico desarrollado en las calizas del Cretácico y el agua se pierde a través de los conductos y cuevas (aunque en la época se intentó su relleno con mampostería).

Son de gran interés también los contrastes que se observan en la vegetación que ocupan los cortados calizos y la ribera, así como el yacimiento paleontológico del área, como el más antiguo del Cuaternario en la región (Cabra *et al.*, 1983), cuyos

fósiles aportan información de diversas especies que vivían en esta comarca a finales del Pleistoceno (Arribas *et al*, 1998).

Interés por disciplina: Geología: geomorfología, paleontología e hidrología.

Tipo de observación: Areal.

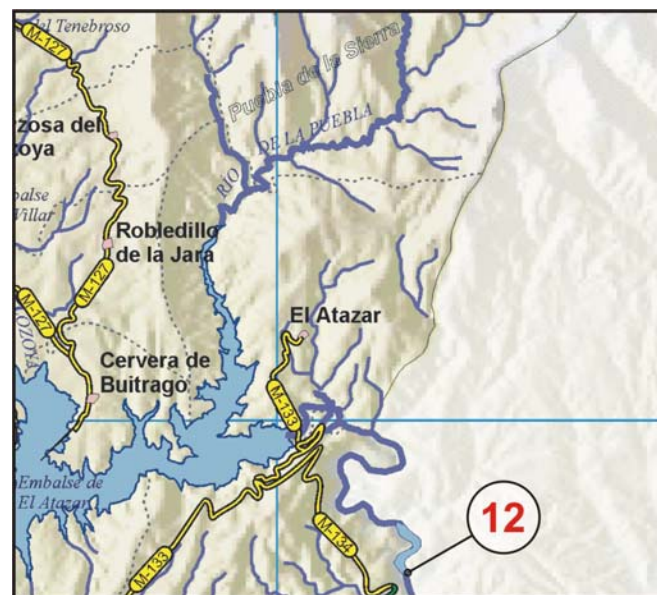


Figura 24: Situación del PID 12.



Figura 25: Pontón de la Oliva.

### ***PID-13. Cueva del Reguerillo***

Situación: En el cerro de la Oliva, entre el arroyo de Valdentaes y el río Lozoya (Figura 26).

Acceso: Por la carretera M-128 pasado el desvío hacia Valdepeñas de la Sierra y continuar en dirección hacia la presa de El Atazar. En el collado del Cerro de la Dehesa de la Oliva a la derecha aparece el camino de servicio del Canal de Isabel II. Unos metros antes de un puente sobre los tubos del Canal se sitúa la entrada al primer piso de la Cueva del Reguerillo. Hay sitio para aparcar.

Descripción: Es la cavidad de mayor desarrollo en la Provincia. Se encuentra en la banda cretácica que bordea la Sierra Norte de Madrid formada por calizas y calizas margosas, con estructura monoclinal de dirección NE-SO y buzamientos entre 30 y 40° hacia el SE, lo que origina un típico relieve en cuestas que ha condicionado el desarrollo del carst sobre estos materiales y sus formas asociadas. Las formas exocársticas son escasas, pero las formas endocársticas aparecen bien desarrolladas, siendo su máximo exponente la cueva del Reguerillo, con tres pisos y cerca de 10 km de desarrollo (Sánchez *et al.*, 2003).

La dirección de la caverna es SW-NE y presenta una ligera inclinación que a veces se acentúa hasta igualar a la del terreno. Es bastante amplia (Figura 27) aunque en los últimos conductos se dificulta el paso por su estrechez.

Contiene, además, abundantes 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. Aun cuando hidrológicamente es una cueva casi inactiva, también constituye un importante patrimonio paleohidrológico (Duran *et al.*, 1998) al que por su actual estado de degradación el acceso está restringido.

En superficie también existen restos de este sistema cárstico. Los afloramientos calcáreos en el camino, especialmente donde este cruza sobre los tubos de abastecimiento de agua a Madrid, muestran pequeñas cavidades abiertas o rellenas de sedimentos fruto de este desarrollo cárstico. En la ladera, al otro lado del arroyo Valdentaes, presentan formas de disolución características; estos materiales calcáreos, por otro lado, son rocas duras, resistentes a la erosión superficial directa. Ambos hechos, roca dura pero soluble, originan paisajes característicos de cañones en estas rocas sobre todo

cuando estas rocas están horizontales (río Lobos, río Duratón, etc.); en nuestro caso, el buzamiento de las rocas hace que los semicañones que se desarrollan sobre ellas tengan una extensión muy limitada.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, paleontología.

Tipo de observación: Puntual.

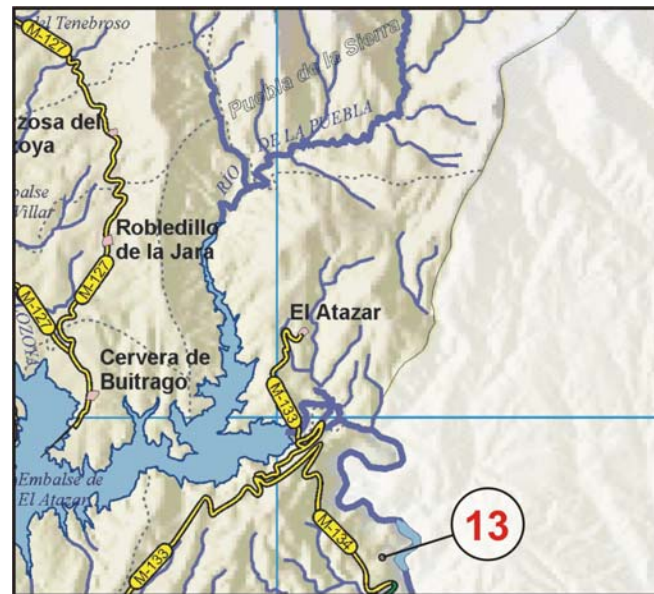


Figura 26: Situación del PID 13.



Figura 27: Cueva del Reguerillo.

### ***PID-14. Travesía de las Cuestas***

Situación: En el extremo Este del término municipal de Patones, sobre la banda de cuestas cretácicas (Figura 28).

Acceso: Por la carretera M-128 en dirección a la presa de El Atazar hasta la intersección con el camino del Canal de Isabel II, donde se recomienda aparcar en un ensanchamiento al este de la carretera. Este es un punto donde se pueden realizar múltiples y variadas observaciones geológicas (paisajísticas, estructurales, estratigráficas, etc.). Se pueden realizar en los alrededores del aparcamiento y por el camino que bordea la ladera.

Descripción: En el lado oeste de la carretera afloran las pizarras del Ordovícico (ver PID-10); su gran homogeneidad litológica y estructural dan un paisaje con un relieve relativamente uniforme, con cimas redondeadas y valles en uve, más o menos abiertos; en estos cerros predominan las tonalidades grisáceas a gris oscuras propias de los afloramientos de las pizarras. Presentan suelos pobres, poco desarrollados con escasa cobertera vegetal.

Mirando hacia el sur, los cerros que están en primer plano, presentan una serie de crestones de rocas coronando los mismos, con tonalidades ocre y manchas negruzcas típicas de las series calcáreas. El encajamiento del arroyo Valdental a través de estos cerros, origina localmente escarpes muy verticales con aspecto de semicañones.

Estos cerros, en conjunto presentan un típico relieve en cuesta estructural que se asocia a formas monoclinales con buzamientos suaves (menores de 45°), en alternancias de rocas consistentes e inconsistentes. La estructura en cuesta se desarrolla sobre materiales del Cretácico, formado por dos conjuntos de diferente resistencia a la erosión. El conjunto que forma la mitad inferior de la ladera, es más blando y fácilmente erosionable por lo que suele estar cubierto de colusiones, originando valles alargados o formas de relieve más bajas que tienden a orientarse paralelos a la dirección de los estratos; por encima se sitúan los crestones calcáreos, más resistente a la erosión y se pueden observar como crestas asimétricas, mucho más escarpadas en el frente de la cuesta, con una inclinación menor en el dorso de la cuesta, que suele coincidir con el buzamiento de los estratos.

Si nos desplazamos a lo largo del camino de servicio del Canal de Isabel II, en el cerro al Este de la carretera, se puede reconocer parte de la sucesión cretácica y aunque no es su mejor punto de observación (que sería el Barranco de las Cuevas, PID-17), si es el de mejor acceso.

En la zona del aparcamiento se puede observar la discordancia entre las arenas de la base del Cretácico y las pizarras del Ordovícico. La discordancia es una superficie planar que separa ambas rocas y se forma por deformación y erosión de los materiales infrayacentes, durante largos periodos de tiempo; en este punto las rocas por debajo de la discordancia tienen unos 450 m.a. de antigüedad y las arenas suprayacentes tienen unos 100 m.a.

De muro a techo, en la dirección de avance del camino, podemos encontrar muy completa la serie cretácica. Sobre la discordancia aparece una unidad basal formada por conglomerados y areniscas que, en otros puntos de esta área presentan huellas de raíces y restos microfósiles marinos (Gil *et al.*, 2001); la mezcla de fauna marina y raíces sugiere que estas rocas se formaron en ambientes costeros.

A continuación las rocas quedan cubiertas por coluviones (una mezcla de fragmentos de rocas y arcillas, con espesor muy variable) y por un suelo de escaso espesor; localmente aparecen estratos de areniscas dolomíticas algo más resistentes.

Por último, llegamos a las rocas que forman los crestones de los cerros, donde es más patente la presencia de planos de estratificación. Son dolomías, aunque en origen eran calizas y estaban formadas por fragmentos de organismos marinos (Rudistas y Foraminíferos); se interpretan como sedimentos de un mar somero de aguas cálidas que cubrió gran parte de la Península Ibérica durante el Cretácico Superior (entre 100 y 80 m.a. en esta zona).

Al final del camino podemos observar una vista del valle de Jarama y la confluencia del río Lozoya (PID-15), y el campo de pozos de abastecimiento de Torrelaguna (en el azud de Valdetales, PID-16). Desde este punto se puede observar también

los rasgos que caracterizan en este sector al Valle del Jarama; su forma de artesa con fondo plano y no encajado (Figura 29). Observando el paisaje hacia el sur, se pueden apreciar distintas superficies horizontales y escalonadas (relieve tabular) que corresponden a diferentes niveles de terraza del río Jarama (ver PID-24).

En toda esta región las laderas son más suaves y los relieves alomados. Es un paisaje característico de rocas sedimentarias detríticas, de tonos rojizos o anaranjados, en el que se pueden identificar cambios en la cobertura vegetal asociados a la litología y a la actividad humana. La formación vegetal más destacada es el bosque de ribera asociado al cauce del río Jarama.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: estratigrafía, geomorfología, tectónica, hidrogeología.

Tipo de observación: Puntual, Regional, Panorámica.

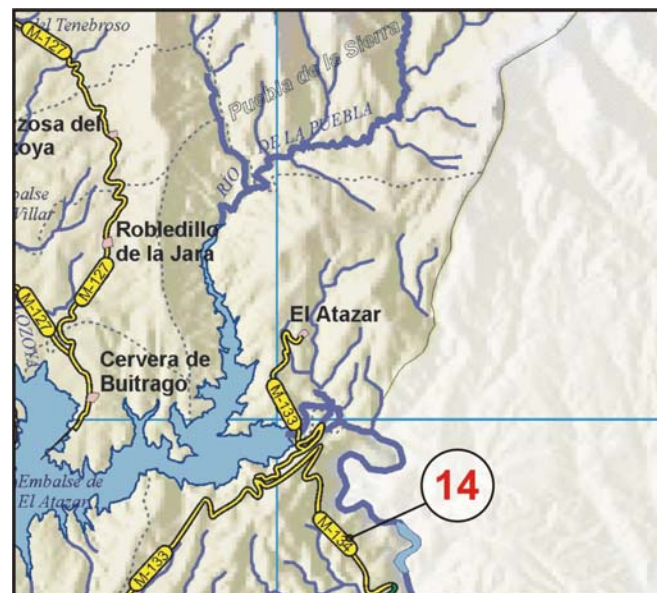


Figura 28: Situación del PID 14.



Figura 29: Travesía de Las Cuestas.

### ***PID-15. Confluencia de los Ríos Lozoya y Jarama***

Situación: Bordeando la carretera M-102 antes de su desviación hacia Valdepeñas de la Sierra (Figura 30).

Acceso: En la misma carretera, hay sitio para aparcar en el lateral derecho, yendo desde Patones.

Descripción: Además de la unión de dos ríos (Figura 31), se observa la formación de isletas sedimentarias en un cauce anastomosado, destacando la presencia de granulometrías gruesas y angulares típicas de derrubios aluviales cercanos a la cabecera (Bernal *et al.*, 1995).

Este lugar constituye un escenario ideal para la realización de actividades de campo dirigidas a interpretar las diferencias químicas del agua de los ríos Lozoya y Jarama, en función de los materiales que atraviesan y realizar análisis sencillos *in situ*. Estas diferencias se pueden detectar determinando la conductividad eléctrica del agua. Así, las aguas del río Jarama presentan conductividades por encima de los 650  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que las del Lozoya no superan los 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; esto es debido que mientras que el Jarama discurre por formaciones sedimentarias mas o menos solubles (yesos, calizas y dolomías) que aportan abundantes iones a las aguas, el Lozoya lo hace por materiales metamórficos poco solubles (pizarras, esquistos, y cuarcitas) (Temiño *et al.*, 1991)

Resalta en el entorno una vegetación que aun conserva características de un bosque de galería y como parte de la infraestructura hidráulica se encuentra la estación de bombeo de aguas subterráneas de Torrelaguna.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: hidrología y geomorfología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Puntual.

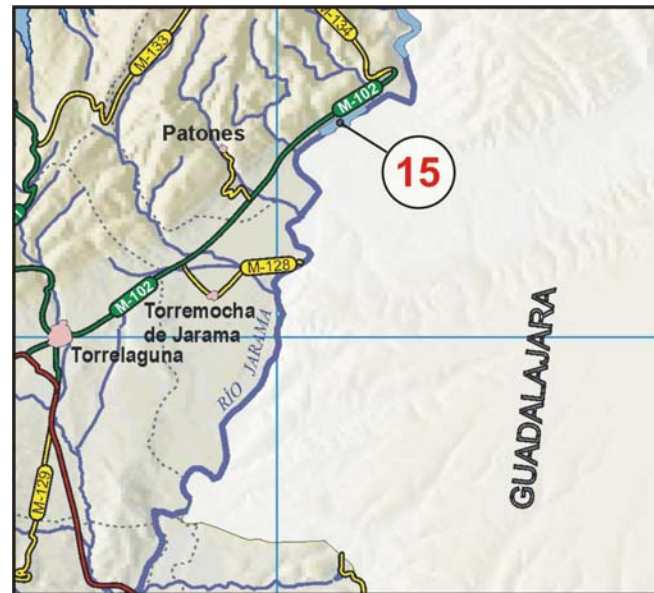


Figura 30: Situación del PID 15.



Figura 31: Confluencia de los ríos Lozoya y Jarama.

### ***PID-16. Campo de pozos de Torrelaguna***

Situación: Se ubica en áreas que administrativamente corresponden a los términos municipales de Torrelaguna, Torremocha de Jarama y Patones (Figura 32).

Acceso: En la carretera M-102, hay sitio para aparcar en el lateral derecho de la carretera, yendo desde Patones.

Descripción: Desde comienzos de los años setenta, entra en funcionamiento éste campo con un total de 10 pozos, cuya profundidad media es de 180 metros y su caudal teórico de 1.000 L/s, explotando el acuífero carbonatado cretácico en la zona comprendida entre San Agustín de Guadalix y el Pontón de la Oliva. La unidad hidrogeológica tiene una superficie de unos 75 km<sup>2</sup> y la recarga estimada en unos 25 hm<sup>3</sup>/año (López-Camacho e Iglesias, 1996).

Los materiales carbonatados quedan recubiertos en algunas zonas por materiales del Terciario (arcillas y yesos), y estos a su vez por las terrazas del propio río.

El grupo principal de pozos se ubica en las inmediaciones del río Jarama, aguas abajo de la presa del Pontón de la Oliva, junto al azud de Valdetales (Figura 33).

En general la explotación de este campo permite aportar entre 5 y 12 Hm<sup>3</sup> en un año de funcionamiento, al sistema general de abastecimiento del Canal de Isabel II, vertiendo sus aguas a los canales de la Parra y Bajo, para mantener el equilibrio con el medio (Canal de Isabel II, 2004).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: hidrogeología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

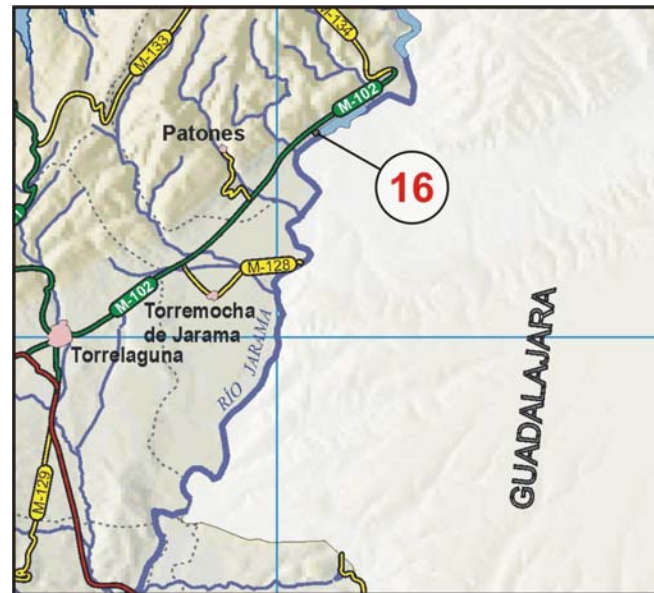


Figura 32: Situación del PID 16.



Figura 33: Campo de pozos de Torrelaguna.

### ***PID-17. Barranco de las Cuevas***

Situación: A 1 km al este de la localidad de Patones, muy próximo al límite entre las provincias de Madrid y Guadalajara (Figura 34).

Acceso: Se aparca a la entrada del núcleo urbano de Patones de Arriba. Al Barranco se accede andando por la pista que sale a la izquierda a 100 metros desde el mismo aparcamiento, con un recorrido aproximado de 1,5 km. La pista discurre por la ladera y permite una buena observación del valle del Jarama y su entorno.

Descripción: La sucesión cretácica existente, presenta excelentes condiciones de afloramiento (Figura 35) y constituye el registro sedimentario más completo para el período Cretácico dentro del territorio de la Comunidad de Madrid (Calvo y Ruiz, 1998). Es la sección estratigráfica de referencia, en la que mejor se puede describir la sucesión de unidades litoestratigráficas; además, para el conjunto superior calcáreo es un punto donde los procesos de dolomitización han sido menos intensos y en el se pueden reconocer con mayor claridad las características primarias de los sedimentos (Gil *et al.*, 1999).

La base de todos los estudios estratigráficos es la descripción detallada de columnas estratigráficas locales. La columna del Barranco de la Cuevas es muy completa y se emplea como referencia en la mayoría de los trabajos especializados.

En ella se reconocen 6 unidades litoestratigráficas, de muro a techo: Miembro Atienza de la Formación Utrillas, Formación Castro de Fuentidueña, Formación Caballar, Formación Hortezielos, Formación Hontoria del Pinar y Formación Burgo de Osma.

El Miembro Atienza tiene aquí 4 m de espesor, pero hacia el E se hace mucho más potente. Está compuesto por arenas arcósicas heterométricas, de tonos blancos, presenta escaso espesor y se interpretan como depósitos de llanura aluvial arenosa; su edad es Cenomaniense Medio-Superior.

La Formación Castro de Fuentidueña tiene 60 m de espesor; es una unidad heterolítica, estando compuesta por arcillas, limos, arenas, areniscas dolomíticas y dolomías tableadas rojas, se interpretan como depósitos marinos de plataforma somera de carácter mixto, terrígeno-carbonatado, con facies mareales; su edad es Cenomaniense Superior-Turonense Inferior.

La Formación Caballar tiene 17 m de espesor y está compuesta por dolomías en bancos de espesor relativamente homogéneo que le dan un aspecto tableado característico; se interpretan como depósitos de llanuras mareales carbonatadas. Se sitúa por encima de los típicos crestones cretácicos de la región; su edad es Turonense Superior-Coniacense Inferior.

La Formación Hortezielos con 32 m de espesor, está constituida por dos conjuntos de calizas y dos tramos margosos intercalados. Los niveles calcáreos están compuestos, principalmente, por calizas biocásticas con Rudistas y calizas micríticas con Foraminíferos, que se interpretan como depósitos de plataforma carbonatada somera en la que existían episodios de tormenta; mientras que los niveles margosos están compuestos por margas y calizas margosas con restos vegetales, que corresponden a facies de lagoon restringido o litorales de baja energía.

Dentro de esta unidad, los estudios más recientes han revelado la presencia de fósiles de Rudistas con un aceptable estado de conservación (Segura *et. al*, 2000). Para estos autores, la importancia científica de la identificación de *Bournonia gardonica* (Toucas, 1907) en el Barranco de la Cuevas, se concreta en cuatro elementos fundamentales: a) Constituye la primera identificación en España de una especie fósil descrita con anterioridad en otras sucesiones estratigráficas peritethysianas, por lo que podría contemplarse como localidad de referencia. b) Es el primer fósil marino Mesozoico, con gran valor bioestratigráfico, determinado a nivel de género y especie en la Comunidad de Madrid, muy importante para datar las sucesiones cretácicas; de hecho indica que la Formación Hortezielos debe tener una edad Coniacense Superior. c) Permite realizar consideraciones paleogeográficas sobre la posición de la línea de costa y ayudan a precisar la edad de estas floras fósiles, dada su proximidad a otros yacimientos

paleobotánicos contemporáneos. d) Aporta valiosa información que complementa y mejora el conocimiento geológico del afloramiento ya propuesto como Punto de Interés Geológico. Ello unido a los criterios de considerar este sitio como un Punto de Especial Interés Paleontológico (Segura *et al.*, 2000), le confieren también, un indudable valor como recurso didáctico.

Por encima de la Formación Hortezielos se sitúa la Formación Hontoria del Pinar, con un espesor de unos 38 m, y que está compuesta por calizas y dolomías bioclásticas y calcareníticas en grandes bancos con estratificaciones cruzadas; alternan con dolomías lajasas y margas con abundantes fragmentos vegetales, que se interpretan como depósitos de barras de plataforma que se movían debido a la acción de corrientes y/o tormentas, con depósitos de menor energía entre las barras; se le asigna una edad Santoniense por correlación.

Por último, la Formación Burgo de Osma tiene 25 m de espesor y está compuesta por dolomías y calizas dolomíticas muy recristalizadas, en bancos de cierto espesor separados por interestratos margosos finos; se interpretan como depósitos de plataforma carbonatada interna, somera, tipo lagoon en el que alternan episodios de alta y baja energía; su edad es Santoniense Superior-Campaniense Inferior.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: estratigrafía, paleontología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

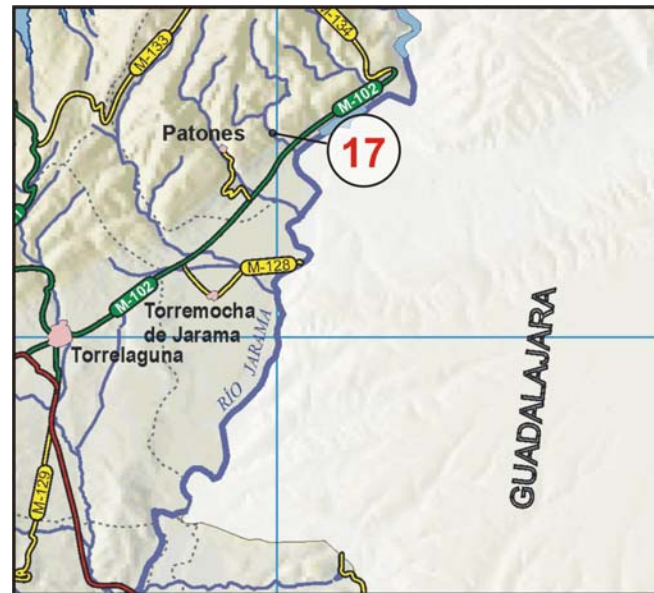


Figura 34: Situación del PID 17.



Figura 35: Barranco de las Cuevas.

### ***PID-18. Cementerio de Patones de Arriba***

Situación: Localidad de Patones de Arriba (Figura 36).

Acceso: Se accede por la carretera M-128 tomando en Patones de Abajo el desvío hacia Patones de Arriba. Aparcamiento a la entrada del pueblo. Ascender a pie por el sendero que llega al antiguo cementerio.

Descripción: En las inmediaciones del cementerio se encuentra el contacto entre las arenas cretácicas y las pizarras ordovícicas. Por debajo de las arenas del Cretácico aparecen las pizarras afectadas por una ferruginización (costras ferralíticas) y paleoalteradas (las pizarras en el contacto con las arenas están, prácticamente, transformadas en arcillas caoliníferas).

Una vista panorámica de este fenómeno, se aprecia al otro lado del pueblo: al fondo el perfil del frente de las cuevas cretácicas; en el punto más bajo del collado el mismo contacto antes descrito; las superficies ferruginosas de alteración se pueden observar detalladamente en el camino que asciende hasta el collado (Figura 37).

El pueblo de Patones de Arriba, por su naturaleza, valores paisajísticos, su situación geológica y principalmente por su arquitectura, constituye uno de los núcleos de población más pintorescos de Madrid.

El asentamiento humano principal ha ido variando con el tiempo; parece ser que inicialmente, hasta el siglo XVII, estaba en el paraje de Los Pedrales o San Román; posteriormente pasó a ocupar el actual Patones de Arriba en el terreno llamado Las Cabrerizas y desde los años sesenta el centro religioso y administrativo se encuentra en el valle, en el actual Patones de Abajo (De Villota *et al.*, 1996).

Lo más importante e interesante del núcleo urbano de Patones de Arriba, es la gran coherencia constructiva que tiene, integrándose perfectamente en el medio natural y utilizando técnicas autóctonas totalmente autogestionables, tradicionales y sencillas, con criterios muy claros sobre total aprovechamiento del medio físico, sin deteriorarlo, y con buenos conceptos constructivos utilizando una gran economía de esfuerzos (CAM, 1985; De Villota *et al*, 1996):

- el casco urbano se coloca en lugares en los que la insolación diaria en invierno es al menos de 6 horas
- se sitúa en ladera orientada al sur, de modo que el ángulo de incidencia de los rayos solares es mayor, mejorando la insolación
- está al abrigo de los vientos
- se coloca sobre la zona semipermeable de las pizarras
- aprovecha el pequeño acuífero que se organiza bajo la capa superficial de las pizarras muy diaclasadas
- se sitúa junto al arroyo de Patones, aprovechando sus aguas para construir una fuente lavadero
- el propio arroyo patones riega las pequeñas huertas que se plantan en su ribera, única superficie apta para este tipo de cultivos
- se limita la ocupación por el caserío a pendientes inferiores al 40%

Debido a su aislamiento no sólo físico sino también histórico, este núcleo se ha conservado sin apenas influencias y puede ser aprovechado como ejemplo y estudio de tipos de construcción alternativa a la industrializada y autoconstrucción.

Actualmente está poco habitado, debido al abandono de las tradiciones del lugar, especialmente la ganadería, no obstante hay evidencia de una creciente actividad turística en la que se vinculan la gastronomía y venta de productos típicos como principales fuente de ingresos (Bernal *et al.*, 1995).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: estratigrafía, petrología y tectónica; Arquitectura.

Tipo de observación: Puntual, Panorámica.

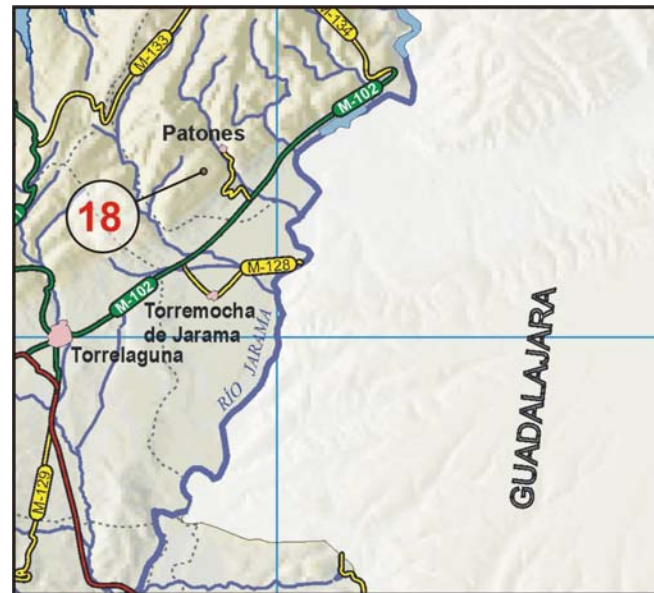


Figura 36: Situación del PID 18.



Figura 37: Cementerio de Patones de Arriba.

### ***PID-19. Presa colmatada de Patones de Arriba***

Localización: En el sector Oeste del casco urbano de Patones de Arriba (Figura 38).

Acceso: Se accede por la carretera M-128 tomando en Patones de Abajo el desvío hacia Patones de Arriba. Aparcamiento a la entrada del pueblo. Ascender a pie por el curso del arroyo.

Descripción: La presa se sitúa en la garganta del Arroyo de Patones a su paso por el Oeste del pueblo. Aquí es fácil distinguir la presencia de un sustrato antiguo (Paleozoico) formado por pizarras que conforman las laderas de la Sierra. La cobertura vegetal no es muy densa y está dominada principalmente por jarales.

Otro aspecto interesante es el proceso de colmatación de la presa, donde se evidencia la acumulación de materiales provenientes de las pizarras (Figura 39), resultantes de la fuerte erosión que afecta al entorno.

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 arrasar con cualquier obstáculo.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: hidrología, geomorfología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

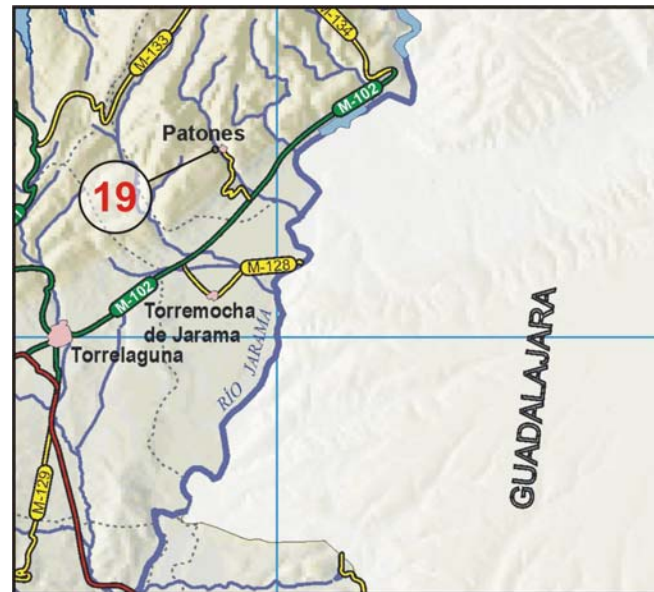


Figura 38: Situación del PID 19.



Figura 39: Presa colmatada de Patones de Arriba.

## ***PID-20. Barranco de Patones***

Situación: En las localidades de Patones de Arriba y Patones de Abajo (Figura 40).

Acceso: Por la carretera M-128 tomando en Patones de Abajo el desvío hacia Patones de Arriba. Su acceso se puede realizar desde varios puntos: a) desde el núcleo urbano de Patones de Arriba, con aparcamiento a la entrada del pueblo, se puede acceder a la zona de cabecera del torrente y posteriormente descender hacia Patones de Abajo siguiendo una senda que bordea el barranco por la izquierda. b) Desde el núcleo urbano de Patones de Abajo, con aparcamiento a la salida del pueblo; hay que tomar una senda que sale a la derecha de la carretera bordea un pequeño parque y nos lleva a la salida del barranco, se puede ascender hacia Patones de Arriba por la misma senda que en el caso anterior.

Descripción: Es uno de los barrancos que presentan las cuestas cretácicas entre el Pontón de la Oliva y Torrelaguna. Se dispone perpendicularmente a los materiales cretácicos y 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 (Figura 41).

La parte alta del barranco, en los alrededores de Patones de Arriba, se labra sobre las pizarras del Ordovícico cuya homogeneidad litológica y estructural origina el desarrollo de una red de drenaje dendrítica, que converge en un canal único, rectilíneo, de acusada pendiente que atraviesa y se encaja en los materiales cretácicos siendo el cauce principal es el arroyo de Patones.

A la salida del barranco, el cauce se ensancha, disminuyendo la velocidad del agua, lo que facilita el depósito de los sedimentos transportados, que han ido formando el cono aluvial (cono de deyección) sobre el que se asienta Patones de Abajo; este cono está compuesto principalmente por fragmentos de pizarras.

Actualmente el cauce funcional del arroyo está ligeramente encajado sobre el cono, lo que deja al descubierto sus características.

La disposición de los elementos del medio físico en este lugar facilita la interpretación de procesos asociados a la acción geológica de las aguas: erosión, transporte y sedimentación. Si se asciende andando por el barranco se puede apreciar la

clara estratificación de los materiales del Cretácico Superior y su buzamiento, así como la deposición de cantos en el cauce del arroyo.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, hidrología.

Tipo de observación: Puntual.

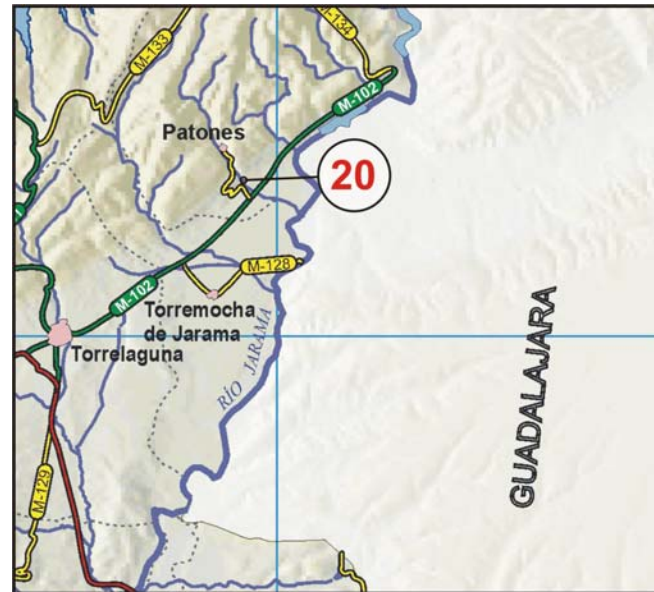


Figura 40: Situación del PID 20.



Figura 41: Barranco de Patones.

### ***PID-21. EDAR de Torrelaguna***

Localización: Muy próxima al casco urbano de Torrelaguna en el extremo Sur, en el punto kilométrico 332 de la N-320 (Figura 42).

Acceso: Es posible aparcar en el camino de acceso a la depuradora. Para su visita es necesario contactar previamente con el Canal de Isabel II.

Descripción: Esta depuradora se ubica en una zona baja, sobre un cono de deyección compuesto por bloques cantos y arenas, muy cerca del arroyo de Vaquerizas, al cual se vierte el agua después de sometida al proceso de depuración.

La observación de esta instalación permite conocer una técnica de depuración de aguas residuales no convencional, basada en el uso de lechos de turba (Figura 43), que se fundamenta en las cualidades absorbentes y de formación de complejos con respecto a sustancias disueltas y coloidales. Este fenómeno se completa con una retención mecánica de las materias en suspensión y con una depuración biológica.

Aquí el lecho descansa sobre una delgada capa de arena, soportada a su vez por una capa de grava.

Mediante un tratamiento físico previo, que elimina los sólidos gruesos, las grasas y gran parte de los sólidos en suspensión, se facilita el tratamiento químico y biológico en el propio lecho de turba. Se obtienen rendimientos muy satisfactorios en la depuración de las aguas a partir de un proceso simple que apenas consume energía y no emplea mecanismos con piezas móviles sujetas a desgaste.

Interés por áreas del conocimiento: Tecnología ambiental; Hidrología.

Tipo de observación: Puntual.

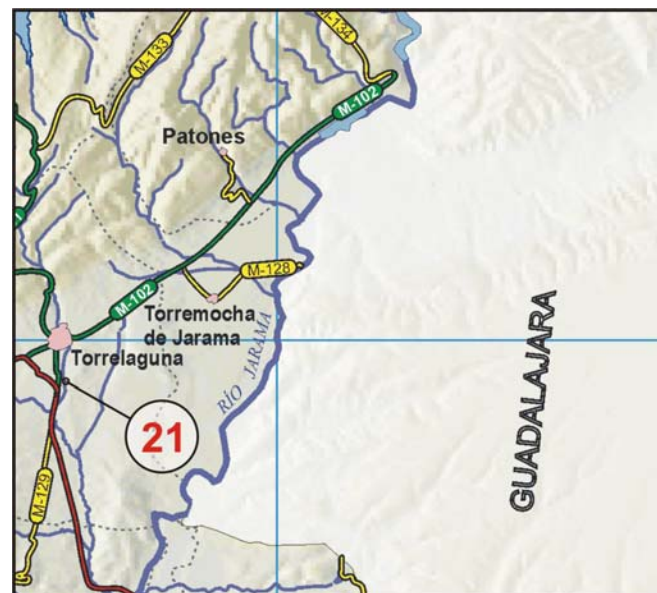


Figura 42: Situación del PID 21.



Figura 43: EDAR de Torrelaguna.

## ***PID-22. Central Hidroeléctrica de Santa Lucía***

Localización: Al Oeste de Torrelaguna próximo al límite con el término municipal de Redueña (Figura 44).

Acceso: Desde Torrelaguna por la carretera N-320 tomando el desvío hacia La Cabrera por la M-124. Aproximadamente a 400 metros del desvío a la izquierda de la carretera. Hay espacio para aparcar. Es necesario concertar previamente las visitas con el Canal de Isabel II.

Descripción: Una singular edificación del siglo pasado, acoge en su interior a la estación Hidroeléctrica de Santa Lucía, acompañada de una infraestructura hidráulica que muestra una obra de ingeniería de gran interés.

Se trata de un edificio de dos naves perpendiculares entre sí (Figura 45). La más corta pero más alta da acceso al conjunto y está dividida interiormente por una entreplanta desde donde se controlaba la actividad de la maquinaria. La de mayor longitud era un gran espacio diáfano que albergaba la sala de máquinas propiamente dicha y está rodeada por los tres lados de un canal de agua que conduce la misma hasta las turbinas y la recoge hacia el depósito inferior.

El jardín histórico enlaza la antigua casa de máquinas, actualmente un museo, con las modernas instalaciones y el embalse. Un nuevo jardín engloba todo el conjunto en clara armonía con el paisaje natural del enclave. Esta instalación entró en funcionamiento en el año 1912 como parte del proyecto primitivo de “Aprovechamiento hidroeléctrico del río Lozoya”. Hasta el año 1992 la central estuvo funcionando con su equipamiento original y, a pesar de la rehabilitación, se mantienen las viejas máquinas en su singular entorno arquitectónico, lo cual proporciona un marco inigualable del desarrollo hidroeléctrico desde sus orígenes.

Interés por áreas del conocimiento: Tecnología ambiental; Hidrología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.



Figura 44: Situación del PID 22.



Figura 45: Central hidroeléctrica de Santa Lucía.

### ***PID-23. Filtro verde de Redueña***

Situación: En el término municipal de Redueña, próximo al casco urbano (Figura 46).

Acceso: En el Km 50 de la A-1 (Autovía del Norte), se toma la N-320 hacia Torrelaguna. La entrada de Redueña se encuentra a 3 Km. Al filtro verde se accede por un camino que sale a la derecha avanzando unos 100 metros desde el desvío. Aunque el acceso al interior es restringido, las instalaciones se observan perfectamente desde el exterior. Es necesario concertar previamente las visitas con el Canal de Isabel II.

Descripción: A lo largo del fondo de valle del arroyo de las Huertas, se sitúa el Filtro Verde de Redueña (Figura 47), una Estación Depuradora de Aguas Residuales no convencional. La observación de esta instalación revela los aspectos esenciales de un sistema de depuración en el que se integra la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos, cuyas ventajas se centran en: *la depuración del efluente, la producción maderera y la reutilización del agua residual, sin impactos visuales negativos* (De Bustamante *et al.*, 1998).

Al arroyo de las Huertas se asocia un depósito fluvio-palustre de edad Pleistoceno Medio (serie de Redueña) con importantes restos fósiles, que se presenta tectonizado y un glacis de cobertera, a techo, erosionando parte del mismo (Cabra *et al.*, 1983). A su paso deja un depósito aluvial de arenas y gravas gruesas con abundantes cantos de cuarcitas y granitoides, que yacen mediante discordancia erosiva sobre el substrato cretácico, mientras que las laderas y gran parte del fondo de valle presentan recubrimientos constituidos por limos areno-arcillosos con cantos dispersos y angulosos de calizas (De Bustamante *et al.*, 1998).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: litología, estratigrafía, paleontología, hidrogeología; Tecnología Ambiental.

Tipo de observación: Areal.



Figura 46: Situación del PID 23.



Figura 47: Filtro verde de Redueña.

## ***PID-24. El río Jarama y sus terrazas***

Situación: Cruce de la N-320 sobre el río Jarama, entre las localidades de Torrelaguna y Talamanca del Jarama (Figura 48).

Acceso: Por la N-320 desde Torrelaguna hacia Guadalajara. Inmediatamente después de pasar el puente sobre el Jarama, se toma el camino de la derecha que baja hasta una zona recreativa en las proximidades del cauce del río. Aparcamiento en la zona recreativa.

Descripción: En el curso medio del río del Jarama, se pueden describir procesos geológicos relacionados con la dinámica fluvial. Esta parada consta de tres puntos de observación: a) Al borde de la carretera (panorámica general); b) cauce del río Jarama (sedimentos: composición y tamaños relativos) (Figura 49); c) escarpe al borde norte de la carretera (terraza: composición y tamaño relativo de los sedimentos; comparación con los de cauce; inferencias sedimentarias).

- a) sobre un punto elevado se observa el perfil transversal del valle medio del río Jarama. El valle del río es asimétrico, mientras que la margen derecha es más escarpada con cerros irregulares compuestos de materiales terciarios de tonos rojizos, la margen izquierda está formada por grandes zonas planas separadas por pequeños escarpes con una cierta pendiente. Esta margen está compuesta por arcillas y arenas terciarias de tonos rojizos, cubiertas por cantorales de cuarcitas (Cuaternario).
- b) debajo del puente se observan los sedimentos actuales del río. La ribera fluvial (canal mas llanura de inundación) está cubierta fundamentalmente por cantos de cuarcita con bordes redondeados (tamaños variables, entre 5 y 30 cm) y cantos de gneises y de granitos, mucho más redondeados de menor tamaño (5-15 cm). Si se remueve la primera capa de cantos, aparece una mezcla de cantos y arenas de tamaño mucho más variable, en donde también son muy abundantes los cantos de pizarras con formas discoidales (con tamaños de hasta 7-8 cm). Las arenas están compuestas por una mezcla de cuarzo, cuarcita, feldespatos y pizarras (García-Hidalgo *et al*, 2004).
- c) Si volvemos hacia la carretera y observamos el escarpe, situado en la margen izquierda del río, más próximo a ella, situado a unos 10 m de cota por encima del cauce actual, se pueden observar unos sedimentos con características idénticas a las de los sedimentos que hemos observado en el cauce, tanto en tamaño de los cantos, como en su composición (predominan cuarcitas, gneises, granitos y pizarras); el tamaño de grano y composición de los materiales arenosos asociados a estas gravas es también similar al que hemos observado en el cauce bajo la primera capa de cantos. Es evidente, aplicando principios actualistas que ambos sedimentos fueron dejados por procesos similares. En este caso, como podemos observar los depósitos fluviales, los depósitos de la terraza se deben interpretar también como fluviales. Puesto que es improbable que el río deposite actualmente

sedimentos a esa cota topográfica, y puesto que esos sedimentos son fluviales; hay que pensar que un río (paleo-Jarama) debió circular a esa cota en algún momento del pasado, antes de que se excavara totalmente el valle que vemos actualmente, y debió depositar esos sedimentos (terrazza fluvial). Así pues, se puede concluir que los ríos excavan los valles por los que circulan.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, hidrología.

Tipo de observación: Areal.

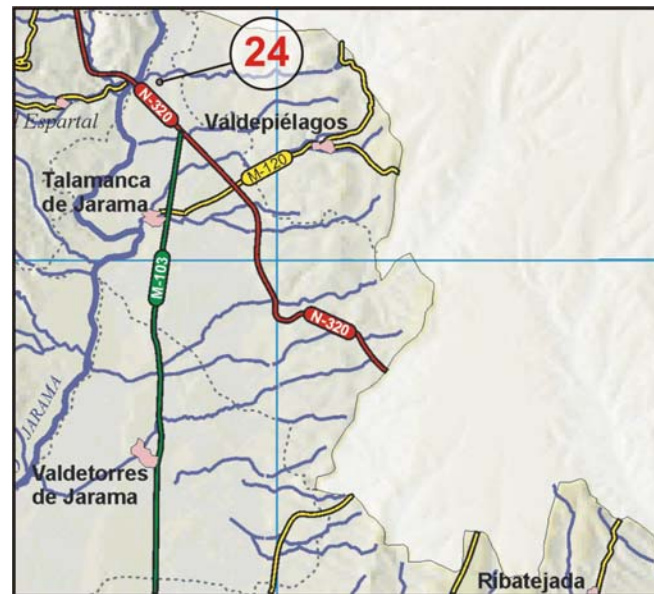


Figura 48: Situación del PID 24.



Figura 49: En el cauce del Jarama.

### ***PID-25. Puente Romano de Talamanca del Jarama***

Situación: Muy próximo al núcleo urbano de Talamanca del Jarama (Figura 50).

Acceso: En Talamanca del Jarama, por la N-320 desde Torrelaguna hacia Guadalajara, tomando el desvío hacia Alcalá de Henares. En la primera rotonda del pueblo, se atraviesa el núcleo urbano estacionando antes de llegar a la zona recreativa próxima al río. A esta se accede precisamente por el Puente Romano.

Descripción: En este punto el valle del Jarama, sus sedimentos asociados y el entorno fluvial no cambian significativamente respecto a lo descrito en el PID-24. Muy próximo a la chopera que cubre el entorno podemos observar un puente de origen romano (Figura 51). El actual cauce del río Jarama ya no discurre bajo él (aunque aún existe un pequeño canal de regadío), sino que lo hace aproximadamente unos 500-1.000 m hacia el N y algo encajado (1 a 2 m) bajo la llanura aluvial (llanura de inundación) en la que se construyó el puente. Es evidente que en el momento de construcción el río circulaba bajo el puente, pero que la dinámica fluvial ha desplazado lateralmente el cauce varios cientos de metros (además de encajarse).

El área donde se realiza esta visita está transformada en una zona de ocio en la que se puede pasar un rato agradable dependiendo de la época del año (en la época veraniega el acceso de vehículos puede estar restringido por la capacidad del aparcamiento).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, hidrología.

Tipo de observación: Areal.

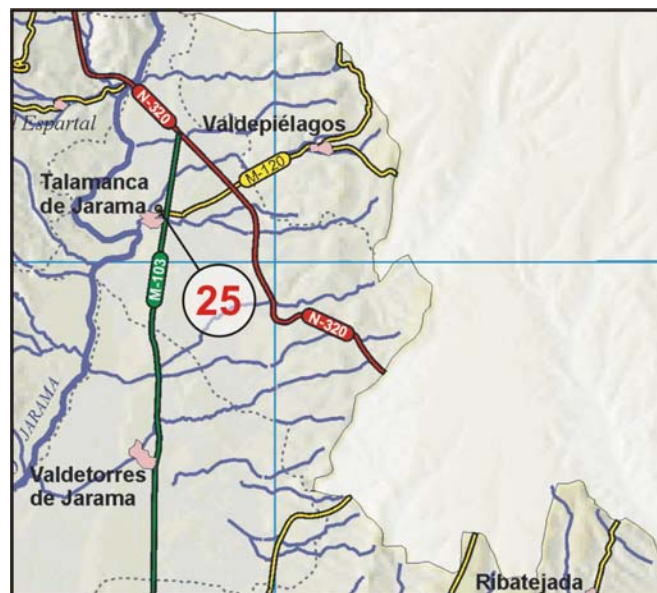


Figura 50: Situación del PID 25.



Figura 51: Puente Romano de Talamanca del Jarama.

## ***PID-26. Laderas del Sacedón***

Situación: En las laderas arroyo del Sacedón a su paso por el Este del núcleo urbano de Cabanillas de la Sierra (Figura 52).

Acceso: Por la A-1 en el K.50 tomando el desvío hasta Cabanillas de la Sierra. El punto de observación se encuentra detrás del cementerio de esta localidad. Hay aparcamiento.

Descripción: Las laderas del arroyo del Sacedón constituyen los mejores puntos de observación de un pequeño sinclinal asimétrico definido por los materiales mesozoicos y cenozoicos, donde se exponen claramente rasgos típicos de las deformaciones alpinas que afectan al Sistema Central (González-Casado y De Vicente, 1996).

En la parte visible de esta estructura se distingue su flanco norte invertido (Figura 53) y afectado por varias fallas inversas, una de las cuales limita el bloque elevado situado inmediatamente al norte, mientras que el flanco sur está muy tendido y se apoya discordantemente sobre el basamento. Las relaciones discordantes entre las series sedimentarias del límite Cretácico-Paleoceno y las paleógenas, así como las existentes entre éstas y los abanicos aluviales miocenos, pueden observarse en el núcleo del pliegue (González-Casado, 1998).

Desde el punto de vista geomorfológico y paisajístico, en este enclave se distinguen dos unidades homogéneas de laderas (PNCTA, 1996b): laderas y lomas de sustitución de los piedemontes y frente de relieve estructural. En las laderas, la vegetación dominante es el matorral representado indistintamente por tomillos (*Thymus spp.*), cantuesos (*Lavandula stoechas*) y retamas (*Cytisus scoparius*), dando paso a una fresneda en las proximidades del arroyo al arroyo pasa a una fresneda (*Fraxinus excelsior*).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: tectónica, estratigrafía, geomorfología.

Tipo de observación: Puntual.

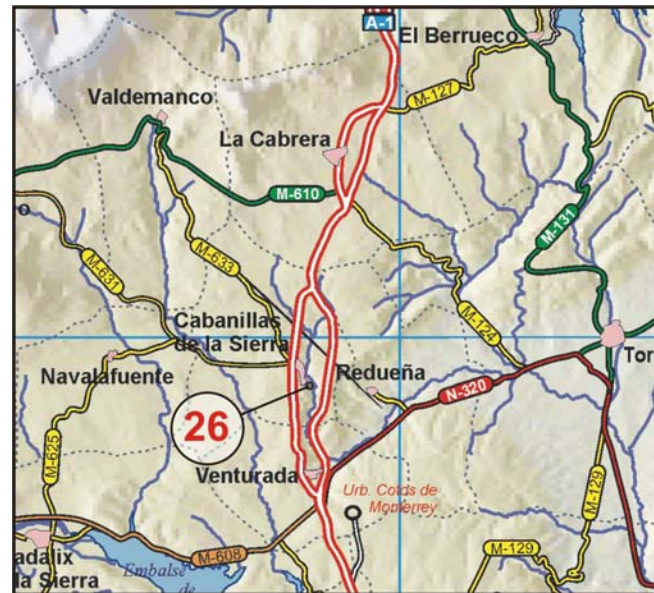


Figura 52: Situación del PID 26.



Figura 53: Laderas del Sacedón.

### ***PID-27. Cascada de la Carguera***

Situación: Próxima al núcleo urbano de Navalafuente (Figura 54).

Acceso: Por la A-1, tomando el desvío hacia Cabanillas de la Sierra y posteriormente en dirección a Navalafuente por la M-625. En el punto kilométrico 21,200 entrar por un camino a la derecha. Hay sitio para aparcar en el camino.

Descripción: Esta cascada formada en el curso del Arroyo de Carguera (Figura 55), se ubica en una ladera de sustitución de piedemontes, cuyo sustrato, de naturaleza prehercínica, está compuesto fundamentalmente por ortoneises bandeados con glándulas dispersas (IGME, 1990b), destacando en el paisaje, la presencia en su entorno de poblaciones de enebros (*Juniperus communis*) y sabinas (*Juniperus phoenicea*) con matorrales de jara pringosa (*Cistus ladanifer*), (jarales). Se recomienda la visita en primavera.

Aunque no son muy abundantes en la Comunidad de Madrid, las cascadas constituyen importantes puntos singulares de las redes fluviales por su belleza paisajística (Durán *et al.*, 1998). Para el caso de la Carguera, su significativa atracción turística y la categoría de Espacio Natural de Interés de influencia local, así lo demuestra (PNCTA, 1996a).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, hidrología, ecología.

Tipo de observación: Puntual.



Figura 54: Situación del PID 27.

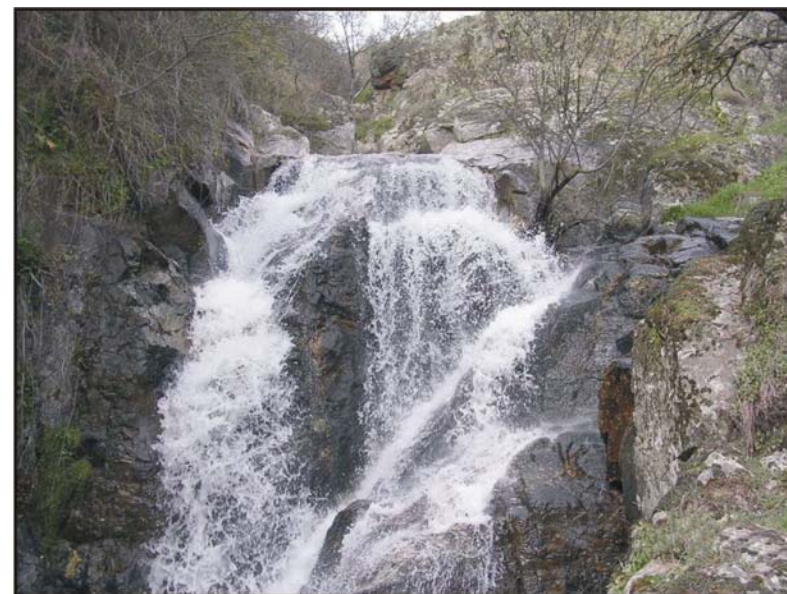


Figura 55: Cascada de la Carguera.

### ***PID-28. Pliegue Zalesky***

Situación: Entre la localidad de El Molar y el acceso a la urbanización Cotos de Monterrey (Figura 56).

Acceso: Por la carretera A-1, en el PKm 48,700, entrar por el desvío hacia Cotos de Monterrey y estacionar en un camino que sale a la derecha inmediatamente después de tomar el desvío.

Descripción: existe una gran bóveda orlada de materiales cretácicos con presencia de gran variedad de tipos de gneises con numerosas estructuras e intrusiones filonianas (IGME,1988).

En el punto kilométrico 48,3 de la carretera A-1, pasado el desvío a Pedrezuela, se localiza un espectacular pliegue tumbado, conocido como “*pliegue Zalesky*” (Figura 57). En él se observan rocas metamórficas, principalmente migmatitas, cuarcitas y gneises, cruzadas por abundantes filones de pegmatitas.

Aquí, el notable grado de deformación observable, contrasta con la rigidez de los materiales presentes, evidenciando la ocurrencia de procesos de deformación en profundidad y su consecuente fracturación en superficie (Bernal *et al.*, 1995).

Más adelante, en el punto kilométrico 49,1 aparecen gneises replegados, y atravesados por numerosos diques y filones de pegmatitas que se cruzan entre sí. En la zona de calizas y arenas se presentan canteras a cielo abierto que suponen un impacto ambiental importante.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, tectónica.

Tipo de observación: Puntual.



Figura 56: Situación del PID 28.



Figura 57: El pliegue Zalesky.

### ***PID-29. El Vellón-Espartal***

Situación: Tramo comprendido entre ambas localidades en el término municipal de El Vellón (Figura 58).

Acceso: Por la A-1 tomando la M-122 hasta El Vellón. El recorrido más interesante comienza a un kilómetro pasando el núcleo urbano de El Vellón y se prolonga hasta El Espartal, por lo que se sugiere realizar la observación desde el propio vehículo circulando a velocidad moderada, siempre que sea posible.

Descripción: Las características y peculiaridades del entorno a lo largo de la carretera que une a El Vellón con El Espartal, facilitan una interpretación integradora de diversos elementos naturales y sociales.

De Oeste a Este, se presenta: una zona alterada con predominio de pastizales en la que se intercalan encinares (*Quercus ilex*) con enebros (*Juniperus communis*), sobre un sustrato precámbrico constituido por leucones con glándulas y ortoneises glandulares metagraníticos (IGME, 1990b), que forman parte de la ladera principal de frente de sierra (Figura 59).

En la misma dirección, pero sobre un sustrato básico formado por materiales terrígenos y carbonatados de edad cretácica, se desarrollan espegares (*Lavandula angustifolia*) y retamares (*Cytisus spp.*) asociados a un relieve estructural cuyas pendientes varían entre 20 y 50 % con manifestación de procesos kársticos de escasa intensidad que resaltan la presencia de lapiaz semicubierto discontinuo.

Más próximo a El Espartal predominan en el sustrato materiales terciarios, que en este sector forman parte de la campiña detrítica de interfluvios redondeados dedicados principalmente a cultivos.

Interés por áreas del conocimiento: Geología, Geomorfología, Ecología.

Tipo de observación: Areal.



Figura 58: Situación del PID 29.



Figura 59: El Vellón - Espartal.

### ***PID-30. Falla de El Molar***

Situación: En el kilómetro 41,800 de la Carretera A-1 (Figura 60).

Acceso: Por la citada carretera justo cuando empieza el carril de vehículos lentos, después de pasar la gasolinera, sale un camino a la derecha y hay una explanada para aparcar. Subir a pie (unos 100 m) hasta el desmonte.

Descripción: Constituye uno de los puntos clásicos en la geología de la Comunidad de Madrid, ampliamente conocido y visitado. Su visibilidad está asociada a las obras realizadas para la construcción de la A-1, muy próximas al núcleo urbano de El Molar (Figura 61).

Considerada como deformación alpina, en ella se observa un afloramiento de materiales cretácicos discordantes sobre las rocas graníticas y metamórficas del zócalo, a los que se superponen materiales miocenos, igualmente discordantes (González-Casado, 1998). El Cretácico está constituido por niveles de arenas en la base y sobre ellos se ha sedimentado una alternancia de margas y calizas que en conjunto están afectados por una falla normal que elimina parte de la serie (IGME, 1988).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: tectónica, estratigrafía.

Tipo de observación: Puntual.



Figura 60: Situación del PID 30.



Figura 61: Falla de El Molar.

### ***PID-31. Garganta del Río Guadalix***

Situación: En el curso alto del Río Guadalix en el término municipal de Pedrezuela (Figura 62).

Acceso: Por la A-1 se toma el desvío hacia Guadalix de la Sierra y aproximadamente a 1 Km. la M-627, bordeando el embalse del Vellón durante 6 Km. hasta llegar al muro de presa. Hay sitio para aparcar.

Descripción: Es una de las típicas formas de incisión originada por las aguas de escorrentía durante el cuaternario, caracterizada por sus paredes escarpadas de considerable desarrollo vertical con respecto al plano horizontal, con suficiente amplitud en su fondo como para albergar una pequeña llanura aluvial (Bardají *et al.*, 1990).

El encajamiento del Guadalix al originar esta garganta (Figura 63) dispuesta en dirección N-S, con pendientes entre 30-70%, atraviesa un variado mosaico geológico, donde afloran en primer lugar esquistos y gneises, cortando posteriormente materiales metamórficos y cretácicos (IGME, 1990b).

Igualmente la cobertura vegetal, en función de las características del sustrato, expone una variada fisionomía compuesta esencialmente por alisedas (*Alnus glutinosa*), encinares (*Quercus ilex*) con enebros (*Juniperus communis*) y coscojares (*Quercus coccifera*).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, hidrología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Areal.



Figura 62: Situación del PID 31.



Figura 63: Garganta del río Guadalix.

### ***PID-32. Cerro de San Pedro***

Situación: En la confluencia de los términos municipales de: Colmenar Viejo, Miraflores de la Sierra y Guadalix de la Sierra (Figura 64).

Acceso: El cerro es perfectamente visible en distintas perspectivas, desde las carreteras M-606, M-625 y M-608 en el tramo entre la Nacional I y Guadalix de la Sierra (desde donde está tomada la foto de la figura 65)

Descripción: se trata de un cerro o relieve residual, tipo inselberg, localizado sobre la zona de Rampa que une la Sierra con la Depresión Terciaria (Pérez, 1988), ocupando parte del núcleo de la estructura antiformal del Molar.

Está formado por materiales de naturaleza prehercínica que se disponen de manera diferenciada: en la base ortoneises glandulares y en la parte más elevada, evidenciando una mayor resistencia a los procesos erosivos, leuconeises con o sin glándulas y ortoneises glandulares IGME. (1990b).

En los diques, de probable origen metamórfico, se encuentran los famosos cristales de berilo, de unos 5-6 cm, de color azulado o verdoso, turmalina (chorlo) y cordierita, que han hecho de esta localidad un punto de interés mineralógico en la zona (Mirete y Gumiel, 1998).

Su cobertura vegetal, está representada por matorrales bajos con dominio de jarales (*Cistus spp.*) (Izco, 1984).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, mineralogía.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

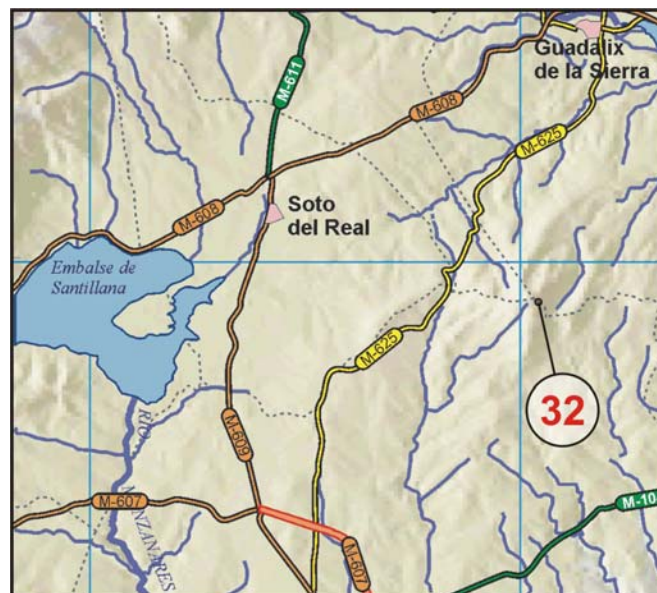


Figura 64: Situación del PID 32.



Figura 65: Cerro de San Pedro.

### ***PID-33. Macizo de La Pedriza***

Situación: Al sur de Cuerda Larga, al Este del valle alto del río Manzanares (Figura 66).

Acceso: Por M-608 hasta Manzanares El Real. Desde la parte alta del propio núcleo urbano se pueden obtener diversas visuales.

Descripción: Actualmente forma parte del Parque Natural de la Cuenca Alta del Río Manzanares y un elemento geomorfológico destacado único en España, con extraordinarios ejemplos de modelados en rocas graníticas (Figura 67) y de fragmentación de bloques debido a fallas alpinas (Pérez, 1998).

Es característico en su fisionomía granítica, la presencia de domos, berrocales, canchales, pilancones o marmitas de gigante; y oquedades por alteración, como taffonis o alvéolos y estrías (Pedraza *et al.*, 1986).

En sus faldas pueden contemplarse encinares (*Quercus ilex*) con enebros (*Juniperus communis*) próximos al embalse de Santillana, así como formaciones arbustivas de matorrales (jarales, *Cistus spp.*) y pinares en su mayoría repoblados, dando paso, en cotas más altas, a una vegetación rupícola con presencia de gayubares (*Arctostaphylos uva-ursi*) con brezo blanco (*Erica arborea*), como únicos exponentes de este tipo de matorrales en toda la región de Madrid (Izco, 1984).

Destaca además, al Este de este macizo, la cantera de rocas filonianas (pórfidos graníticos) ubicada en el Cerro de Jaralón, actualmente de mayor valor didáctico que propiamente minero. (PNCTA, 1996a).

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, petrología; Biología: botánica.

Tipo de observación: Areal.

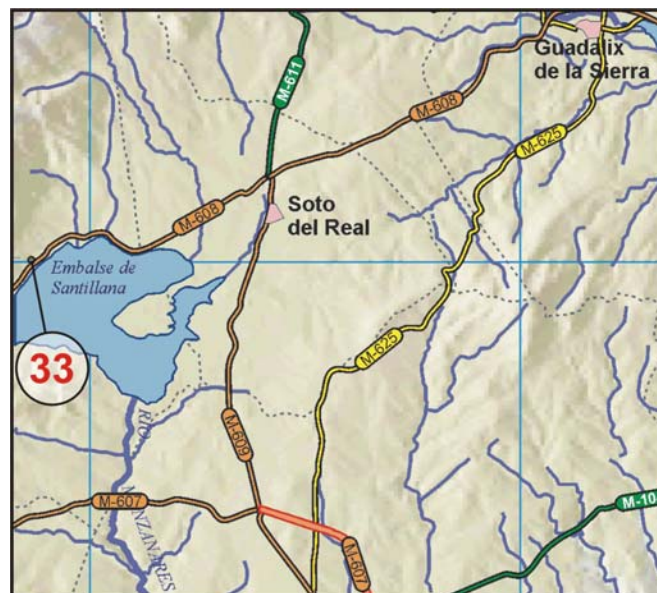


Figura 66: Situación del PID 33.

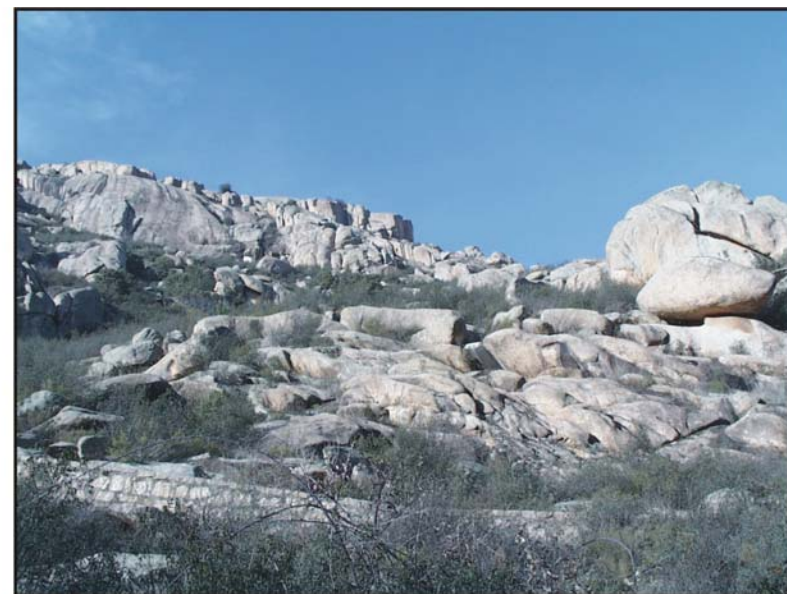


Figura 67: Macizo de La Pedriza.

### ***PID-34. Cerro de Najarra***

Situación: En el extremo Este de La Cuerda Larga, alcanzando los 2106 m de altitud (Figura 68).

Acceso: Desde el Puerto de La Morcuera en la M-611 hacia Rascafría. Hay aparcamiento en Fuente Cossío en el punto kilométrico 10.

Descripción: Destaca como unidad geomorfológica representativa de la superficie tipo penillanura en cumbres (Figura 69), en la que se encuentran signos de actividad periglacial de distinta intensidad: suelos estructurados, guirnaldas, rosetones y céspedes almohadillados; como consecuencia de la altura en que aparece (Bardají *et al.*, 1990 y Fernández *et al.*, 1991).

El sustrato, está dominado por ortoneises glandulares con un alto grado de metamorfismo (Martín *et al.*, 1990) y escasa cobertera vegetal en gran parte de los afloramientos. No obstante, en las laderas y ocupando una franja comprendida entre los 1.400 y 1.750 m, se establece una comunidad de piornos (*Cytisus purgans*) en la que se mezclan, de forma numerosa, abundantes enebros rastreros (jabinos, *Juniperus nana*; Ortuño, 2000) y cuya riqueza florística es bastante insignificante, dadas las extremas condiciones ambientales del lugar (Izco, 1984).

Un interesante observatorio faunístico se improvisa en éste Cerro, especialmente en primavera, donde se pueden distinguir, según Ortuño (2000), numerosos insectos orófilos, escarabajos, lagartijas roqueras, así como apreciar el majestuosos vuelo del buitre leonado (*Gyps fulvus*) y el paso de rebaños itinerantes de cabra montés (*Capra pyrenaica*) recientemente introducidas en los altos de la Pedriza.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Areal.

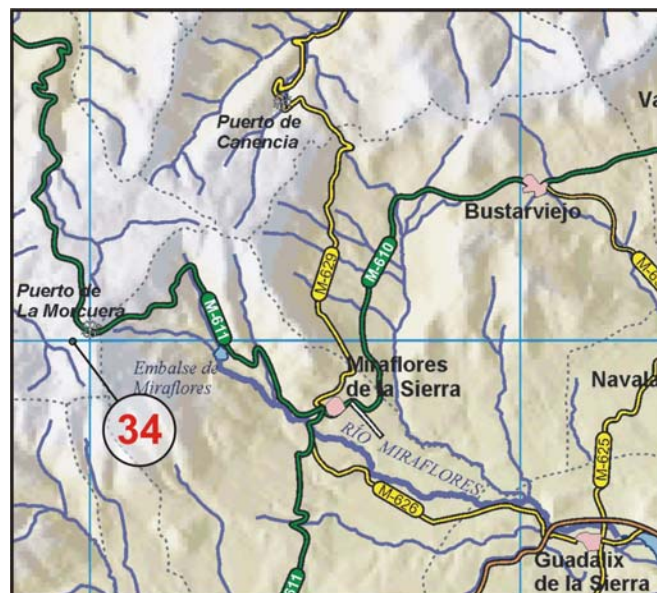


Figura 68: Situación del PID 34.



Figura 69: Cerro de Najarra.

### ***PID-35. Puerto de Canencia***

Situación: Muy próximo al límite entre los términos municipales de Canencia y Bustarviejo (Figura 70).

Acceso: Por la M-629, entre Miraflores de la Sierra y Canencia. Hay sitio para aparcar en el alto del puerto.

Descripción: Formando parte del marco geográfico y geológico de la Sierra de Guadarrama, el Puerto de Canencia destaca como uno de los enclaves madrileños en que la combinación de factores como: altitud, condiciones climáticas y carácter del sustrato, exponen hechos de significativos valores naturales (Figura 71).

En éste entorno, cuyo sustrato es básicamente granítico y por encima de los 1.200 m de altura, se encuentran bosques de melojos (*Quecus pyrenaica*) (melojares guadarrámicos) muy bien conservados, especialmente en las zonas de umbría. Mientras que en cotas inferiores, bordeando el arroyo de Canencia, crece la típica sauceda montana, liderada por diversas especies de sauces (*Salix spp.*) (Izco, 1984).

Interesante resulta, también, la presencia de ejemplares de tejo (*Taxus baccata*), como un árbol singular que se ha rarificado en el último siglo y de abedulares (*Betula spp.*), considerados uno de los máximos representantes higrófilos de los relieves carpetanos, que dependen para sobrevivir, de ambientes muy fríos y húmedos como el que se manifiesta en las umbrías de este enclave (Izco, 1984; Ferreras y Arozena, 1987).

A lo anterior cabe añadir, la existencia de importantes depósitos de turba asociados a depresiones locales de escasa extensión en la ladera norte del Puerto de Canencia, cuya información polínica ha permitido, entre otras cosas, estudiar la dinámica de la paleovegetación en este sector durante el Holoceno, relacionando los cambios sucedidos en el tiempo como consecuencia de factores tanto climáticos como antrópicos (Gil, 1992).

Interés por áreas del conocimiento: Biología: ecología, botánica, palinología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

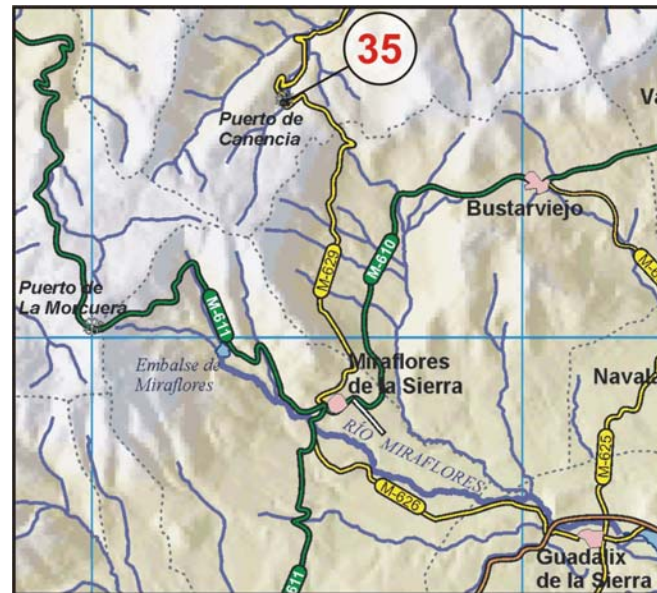


Figura 70: Situación del PID 35.



Figura 71: Puerto de Canencia.

### **PID-36. Sierra de la Cabrera**

Situación: Se extiende por los municipios de La Cabrera, Valdemanco y Lozoyuela (Figura 72).

Acceso: Por la A-1 entrando hacia La Cabrera por el punto kilométrico 60. Hay aparcamiento en el Hostal Cancho del Águila.

Descripción: Es un macizo formado por rocas plutónicas (Figura 73) con dos tipos de granito: de grano fino y grueso que han tenido procesos de consolidación rápido y lento respectivamente. En su litología existen además, granodioritas, adamellitas y granitos calcoalcalinos. En general son granitos de emplazamiento post-tectónico (dentro de la orogenia Hercínica), con edades de unos 320 m.a. (Carbonífero superior) (Villaseca, 2003).

Estos granitos aparecen diaclasados y meteorizados, debido a la descompresión de las rocas en su ascenso isostático desde niveles más profundos y su posterior descomposición. Existen dos procesos de alteración principales que actúan sobre esta roca y la descomponen. Por un lado, la alteración mecánica disgrega la roca, separando sus minerales y, por otro lado, la alteración química ataca los propios minerales transformándolos en otros, especialmente de los minerales que se formaron a temperaturas y presiones altas en el interior de la Tierra. Si se compara un fragmento de roca fresco con otro alterado, se observa que en la alterada, las micas presentan unos halos marrones que indican el comienzo de su alteración; además, la mayoría del cuarzo y el feldespato tienden a disgregarse. Finalmente, si se observan los materiales sueltos que se disponen entre los grandes bolos graníticos, se ve que están compuestos por materiales de tamaño arenoso (fundamentalmente cuarzo y feldespato) y por una masa marrón oscura, rica en materia orgánica, que son arcillas procedentes de la alteración micácea.

En las zonas superiores, y sobre superficies de roca relativamente planas, son frecuentes la presencia de pilas o pilancones, depresiones ovoides o esféricas, poco profundas, que comienzan a formarse por retenciones de agua en irregularidades de la roca y que implican un proceso de alteración concentrado en un punto.

El color de la roca, los sistemas de diaclasas y los procesos de alteración originan un paisaje característico: los berrocales y pedrizas graníticas. En las zonas más bajas predominan las formas de berrocales redondeados (rocas de grano grueso), mientras que en las cumbres, predominan las formas más agudas (de grano fino), que tienden a dar crestas con disyunciones poliédricas (IGME, 1988). Por último, en el Pico de la Miel predomina un diaclasado curvo y presenta una forma de domo.

Sobre las partes bajas la fisionomía dominante en la vegetación es de matorrales densos y continuos, de jaras (*Cistus spp.*) con romeros (*Rosmarinus officinalis*), torviscos (*Daphne laureola*) y algún enebro (*Juniperus communis*) (Bernal *et al.*, 1995), que en combinación con

las caprichosas formas de relieve ofrecen un paisaje peculiar para el turismo.

Interés por áreas del conocimiento: Geología: geomorfología, petrología; Biología: ecología.

Tipo de observación: Puntual, Areal.

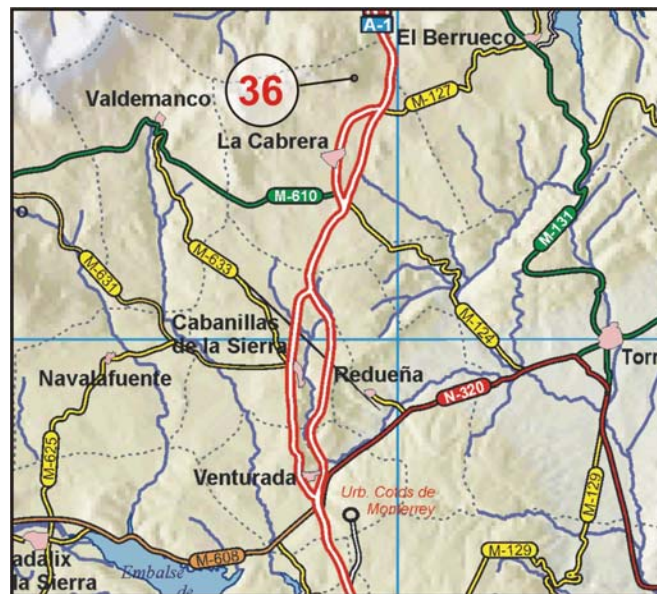


Figura 72: Situación del PID 36.

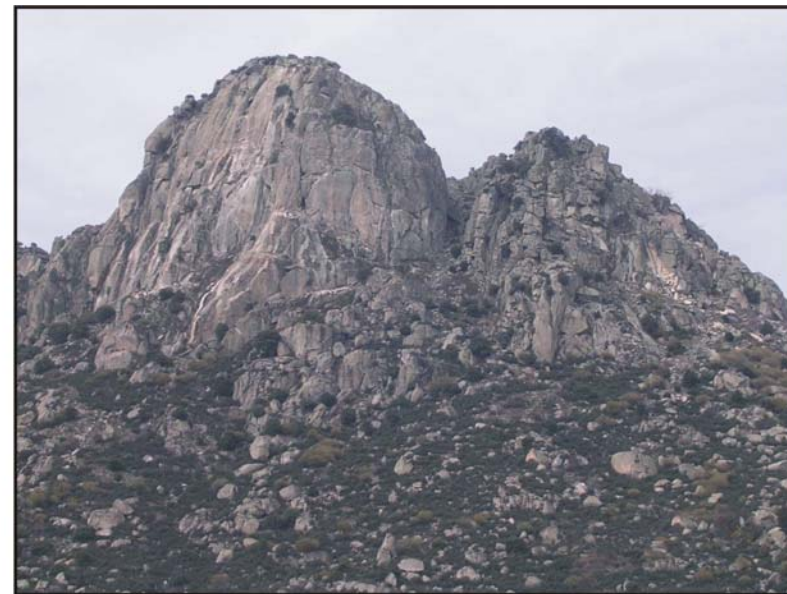


Figura 73: Sierra de La Cabrera: Pico de la Miel.

## PROPUESTAS DE ITINERARIOS DIDÁCTICOS

Se proponen una serie de itinerarios didácticos, para distintos niveles de enseñanza (Tabla 1). Para su organización y/o planificación puede resultar de gran interés la información contenida en la descripción de cada uno de los PID. Igualmente se sugiere la metodología para la selección y descripción de los mismos, así como las consideraciones didácticas correspondientes.

| Nivel de Enseñanza               | Materia                                           | Curso | Contenidos                                                 | Itinerario Recomendado                                        |
|----------------------------------|---------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Educación Primaria               | Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural | 4º-6º | El Agua                                                    | PID: 2, 3, 7, 15, 16, 21, 22, 23 y 27                         |
|                                  |                                                   |       | El relieve de la Comunidad de Madrid                       | PID: 1, 14, 33 y 36                                           |
|                                  |                                                   | 6º    | Las rocas                                                  | PID: 14, 33 y 36                                              |
| Educación Secundaria Obligatoria | Ciencias de la Naturaleza                         | 1º    | La hidrosfera terrestre                                    | PID: 2, 4, 10, 12, 15, 16, 19, 21, 22, 23                     |
|                                  |                                                   |       | La corteza terrestre                                       | PID: 8, 14, 17, 18, 24, 33, 36                                |
|                                  |                                                   | 2º    | Agentes geológicos externos                                | PID: 1, 9, 11, 12, 15, 16, 24, 25                             |
|                                  |                                                   |       | La energía interna del planeta                             | PID: 8, 14, 17, 18, 33, 36                                    |
|                                  | Biología y Geología                               | 3º    | Las rocas                                                  | PID: 5, 8, 14, 18, 24, 33, 36                                 |
|                                  |                                                   | 4º    | El modelado del relieve terrestre                          | PID: 1, 9, 11, 13, 15, 19, 20, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 36 |
|                                  |                                                   |       | Fenómenos geológicos asociados al movimiento de las placas | PID: 1, 8, 10, 14, 18, 26, 28, 30                             |
|                                  |                                                   |       | Los seres vivos y el medio ambiente                        | PID: 1, 2, 6, 15, 27, 29, 33, 34, 36                          |

| Nivel de Enseñanza | Materia                                  | Curso | Contenidos                                   | Itinerario Recomendado                           |
|--------------------|------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Bachillerato       | Biología y Geología                      | 1º    | Los procesos petrogenéticos                  | PID: 5, 8, 14, 17, 18, 28, 32, 33, 36            |
|                    | Ciencias de la tierra y medioambientales | 2º    | Los sistemas internos de la tierra           | PID: 1, 5, 8, 14, 17, 18, 28, 32, 33, 36         |
|                    |                                          |       | Los sistemas fluidos externos                | PID: 2, 4, 10, 12, 15, 16, 19, 21, 22, 23        |
|                    |                                          |       | La dinámica de los sistemas fluidos externos | PID: 1, 3, 9, 11, 13, 19, 25, 26, 27, 33, 34, 35 |
|                    |                                          |       | La Ecosfera                                  | PID: 1, 2, 6, 27, 29, 31, 33, 34, 35, 36         |
|                    |                                          |       | La respuesta del sistema humano              | PID: 1, 9, 14, 15, 18, 27, 29,                   |

## CARTOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

---

### ***Fuentes Cartográficas y escala de trabajo.***

La existencia de una abundante y variada información cartográfica referida al área de estudio, así como la necesidad de agrupar esta a una misma escala de trabajo, han constituido los elementos esenciales para la confección de los mapas que más adelante se explican.

Atendiendo a ello y en correspondencia con la intención de facilitar el manejo de los mapas, con una información agrupada y sintetizada, principalmente con fines didácticos, se determinó el uso de una escala común, cuya base cartográfica es la Hoja de Torrelaguna (10-10) a escala 1:100.000, editada por el Servicio Geográfico del Ejército, en la que está íntegramente representada el área de estudio. La elección de esta escala se justifica porque a la vez que se conserva el detalle, facilita una visión global del territorio.

Así cada elemento o conjunto de elementos cartografiados se presentan en un grupo de mapas fácilmente legibles por su grado de generalización y prácticos por su posible utilidad docente.

### ***Mapas del área de estudio. Particularidades de su elaboración.***

Los mapas elaborados de forma general cuentan con elementos cartográficos comunes: núcleos urbanos, ríos, arroyos y embalses; imprescindibles en algunos casos, por la temática que se representa, y como objetos de referencia en otros.

Igualmente todos los datos complementarios y fuentes utilizadas se enmarcan, con un mismo formato, en el extremo derecho de cada mapa, diferenciándose entre sí por el contenido específico de la leyenda y el tipo de simbología.

### ***Mapa Litológico.***

Este mapa se ha elaborado a partir de la síntesis y generalización de la información litológica contenida en las hojas, 484 (Buitrago de Lozoya, IGME 1991); 485 (Valdepeñas de la Sierra, IGME 1990a); 509 (Torrelaguna, IGME 1990b) y 510 (Marchamalo, IGME 1983) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Serie Magna). En él se representan diversos sectores; que se diferencian entre sí, por los materiales y edad que los componen (Figura 74).

#### ***Mapa de Unidades Hidrogeológicas.***

Tomando como base el mapa anterior, se obtiene un conjunto de unidades en función de la litología, espesores y parámetros hidráulicos (Figura 75), definiéndose siete Unidades Hidrogeológicas.

#### ***Mapa de Dominios Geomorfológicos.***

De acuerdo al grado de generalización que permite la escala de trabajo y en base al Mapa Geomorfológico de la CAM (1997b), para esta zona de estudio, se representan, en un mapa modificado (Figura 76), un total de diez Dominios Geomorfológicos. Éstos se determinan a partir de la agrupación de distintas unidades y elementos geomorfológicos descritos por Bardají *et. al*, (1990) y Fernández *et. al.*, (1991).

#### ***Mapa de Unidades Homogéneas.***

Se ha elaborado a partir de la superposición del mapa de Dominios Geomorfológicos sobre el litológico. En él se representan las áreas que en un mismo Dominio Geomorfológico se diferencian por sus características litológicas, lo cual permite delimitar las Unidades Homogéneas. De acuerdo con el criterio seguido, se obtienen un total de veinticinco Unidades ((Figura 77). En algunos casos agrupadas dada la escala de trabajo e identificadas por un color determinado.

#### ***Mapa de Suelos.***

Si bien la representación de los límites de los términos municipales y de los ríos, como se explica anteriormente, para la mayoría de los mapas es importante como objeto de referencia, en este caso se han suprimido, apareciendo solo los embalses y núcleos urbanos, dada la variedad de colores que identifican cada uno de los subgrupos y asociaciones de suelos representadas y sus respectivos códigos numéricos (Figura 78).

Es importante señalar, además, que la numeración designada corresponde a los códigos de la clasificación usada en el mapa de suelos de la CAM (1995), Soil Taxonomy System (USDA, 1990), con lo cual la leyenda se ordena partiendo del número inferior y así sucesivamente hasta completar únicamente los suelos presentes en el área de estudio. En los casos, de asociaciones de suelos identificadas por dos números, el primero de ellos indica el suelo dominante.

### ***Mapa de Vegetación.***

Se representan aquellas áreas que, de acuerdo a la fisionomía general de su vegetación (Figura 79), se agrupan en las diversas formaciones determinadas en el mapa de Vegetación y Espacios protegidos de la CAM (1997a).

Por otra parte, ante la dificultad para delimitar y/o diferenciar las áreas dedicadas a: urbanizados, actividades industriales, extractivas, vertederos y zonas degradadas, localizadas en el mapa anteriormente citado, en este caso sólo se muestran los principales núcleos urbanos. Igualmente se modifican algunas tramas y colores, no obstante, se logra una representación generalizada y agrupada de las diferentes formaciones vegetales.

### ***Mapa de Unidades Ambientales.***

Se elabora a partir de la superposición del mapa de vegetación sobre el de unidades homogéneas. Con ello se logra integrar diversas unidades que aunque se diferencian por sus características litológicas dentro de un mismo dominio geomorfológico, se distinguen por la vegetación (Figura 80).

### ***Mapa de Recursos Didácticos.***

Este mapa recopila la información cartográfica que complementa la descripción de los distintos puntos de interés didáctico que se describen en esta guía. Se incluyen elementos de referencia como: límites de términos municipales y carreteras de diversas categorías (IGME, 1988; IGN, 1992), para garantizar la adecuada ubicación de dichos puntos (Figura 1).

Cada uno de los puntos se representan mediante diagramas circulares (fuera de escala) que contienen aquellos atributos asignados en función de su caracterización y sus referencias generales se plasman en la leyenda. En los casos donde la ubicación es más exacta, se señalan mediante una línea guía, mientras que en otros, se superpone el símbolo sobre el área a que corresponde (no delimitada cartográficamente).

Por otra parte, en los bordes superior e inferior, se visualizan los extremos de las líneas que indican la zona por donde se trazan los perfiles ambientales integrados que se detallan más adelante.

### ***Perfiles Ambientales Integrados.***

A partir del mapa topográfico del área de estudio, se han realizado dos perfiles ambientales integrados (PAI, Figuras 81 y 82), siguiendo la metodología diseñada por Corvea *et al.*, (2000). Se orientan de N-S y de NNE-SSO, dada la disposición de los cambios que se evidencian en los elementos que contienen los mapas elaborados, y para abarcar las zonas más representativas. En ellos se integra la mayor parte de la información representada en cada mapa y a pesar de mostrar diferencias entre sí, cuentan con una misma escala y una leyenda común.

El objetivo esencial de este tipo de perfiles (PAI), radica en *representar de forma gráfica los elementos del medio ambiente a estudiar de una región o territorio determinado, de manera que proporcionen una visión de conjunto y ayuden a establecer o interpretar las relaciones causa-efecto* (Corvea *et al.* 2000).

Con los PAI no solamente se pretende obtener un gráfico representativo del medio, sino que el estudiante, además, llegue a comprender la ubicación y orden asignado a cada elemento del territorio, los nexos que se establecen entre éstos y la dinámica de muchos fenómenos o procesos, considerando sus relaciones, propiedades, causas y consecuencias.

La metodología usada en los ejemplos que presentamos cuenta con los siguientes pasos:

- a) Señalar en el mapa topográfico del área seleccionada los puntos (A y B) entre los que se desea trazar el perfil y unirlos.
- b) Determinar si la escala horizontal va a coincidir con la del mapa base o se amplía para facilitar la ubicación de los elementos a representar y su adecuada visibilidad.
- c) Determinar la escala vertical: como ésta es la que se utiliza para ubicar la topografía, es conveniente que sea representativa, conservando las proporciones entre las formas de relieve. Establecer intervalos teniendo en cuenta los valores máximo y mínimo de altitud.

- d) Realizar el corte topográfico del área que corta el perfil. Tradicionalmente se usa una tira de papel en la que se marca cada cambio, procedimiento válido para cada elemento que se asocia a la línea del perfil. Si es necesario ampliar la escala horizontal, todos los tramos marcados deben multiplicarse por el mismo factor, de manera que se conserve la relación espacial.
- e) Realizar el corte geológico y a partir de él definir los diferentes tramos en que se dividirá el perfil, para lograr una adecuada integración del resto de los elementos que se quieran representar. Para ello, se coloca una tabla en la parte superior, con las columnas dispuestas de manera que se correspondan con cada tramo y cuantas filas se consideren necesarias para incluir las características de cada elemento con un orden lógico.
- f) Situar los suelos, trazando una línea paralela a la de la topografía y rellenar el espacio entre ambas con colores que los identifique o indicándolos literalmente en la tabla (parte superior del perfil).
- g) Representar la vegetación. Igualmente puede representarse sobre la línea de suelos o en la tabla, según convenga (repitiendo el procedimiento de la tira de papel).
- h) Emplazar los datos climáticos en la misma tabla (literalmente o con escala cromática), siempre teniendo en cuenta la correspondencia con cada tramo del perfil.
- i) Agregar en la tabla (mediante la escala cromática o símbolos) otras características del medio físico y socioeconómico que correspondan a cada tramo, tratando de que mantengan un orden lógico. De acuerdo a los intereses o usos del perfil, puede tenerse en cuenta las características de los acuíferos, pendientes, limitaciones de usos, riesgos gravitacionales, densidad de población, tipo de intervención humana, etc.

La elaboración de la tabla, la inclusión de la escala cromática o de la simbología, facilitará una mejor interpretación y debe estar sujeta a la creatividad de los estudiantes y a la diversidad de elementos a representar, lo cual determinará la complejidad de la leyenda.

Según los resultados obtenidos en la aplicación práctica de esta metodología, la elaboración e interpretación de perfiles ambientales integrados, constituye una vía metodológica eficaz para la realización de actividades prácticas en el aula y su valor didáctico radica principalmente en la integración de conocimientos interdisciplinarios.

Por otra parte, su uso como medio de enseñanza facilita el desarrollo de un conjunto de habilidades prácticas, que permite a los estudiantes razonar y formular sus consideraciones para una adecuada solución a una determinada situación-problema. Lo cual puede aplicarse a cualquier territorio del que se disponga una información semejante, y adaptarse a asignaturas de la enseñanza media.

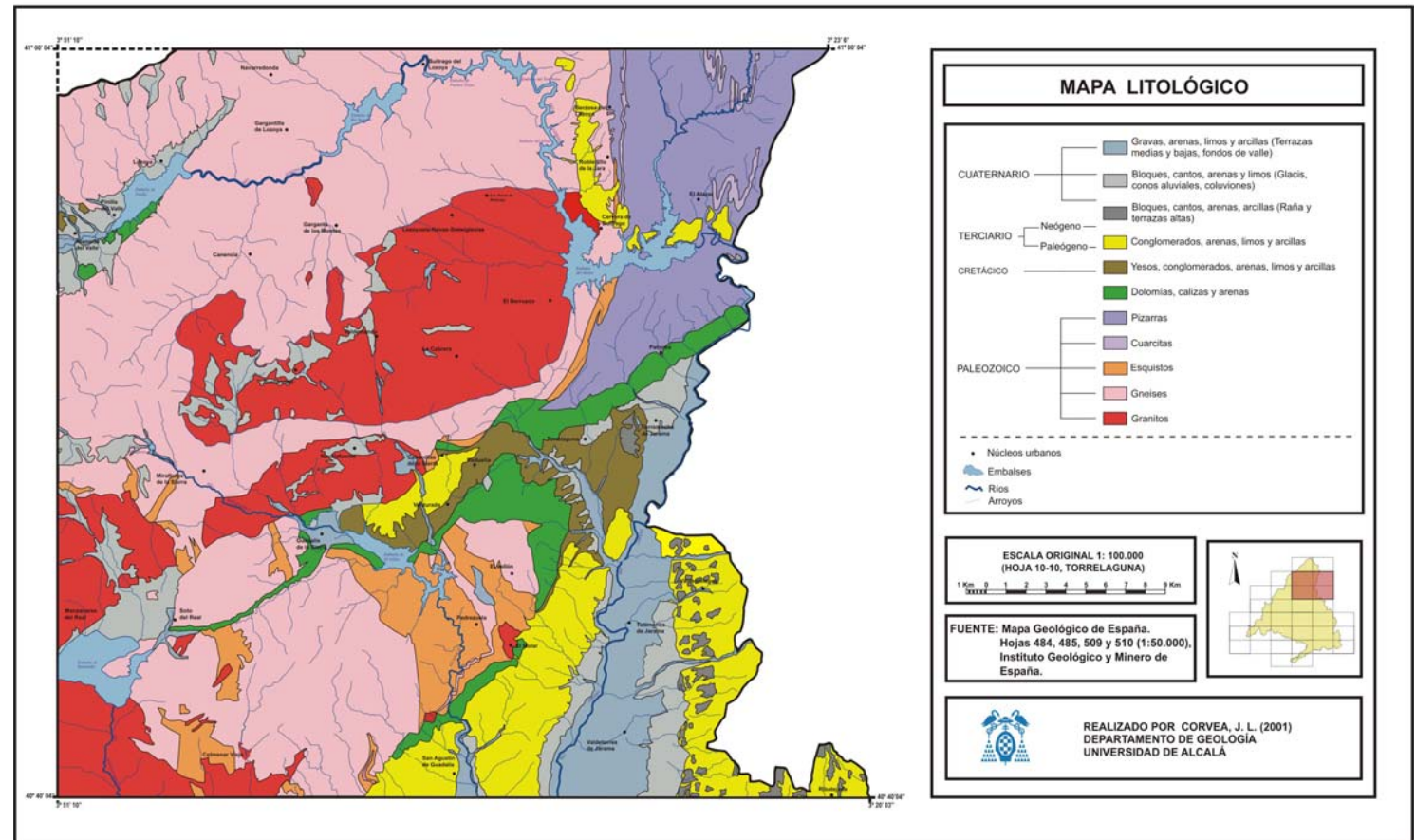


Figura 74: Mapa Litológico.

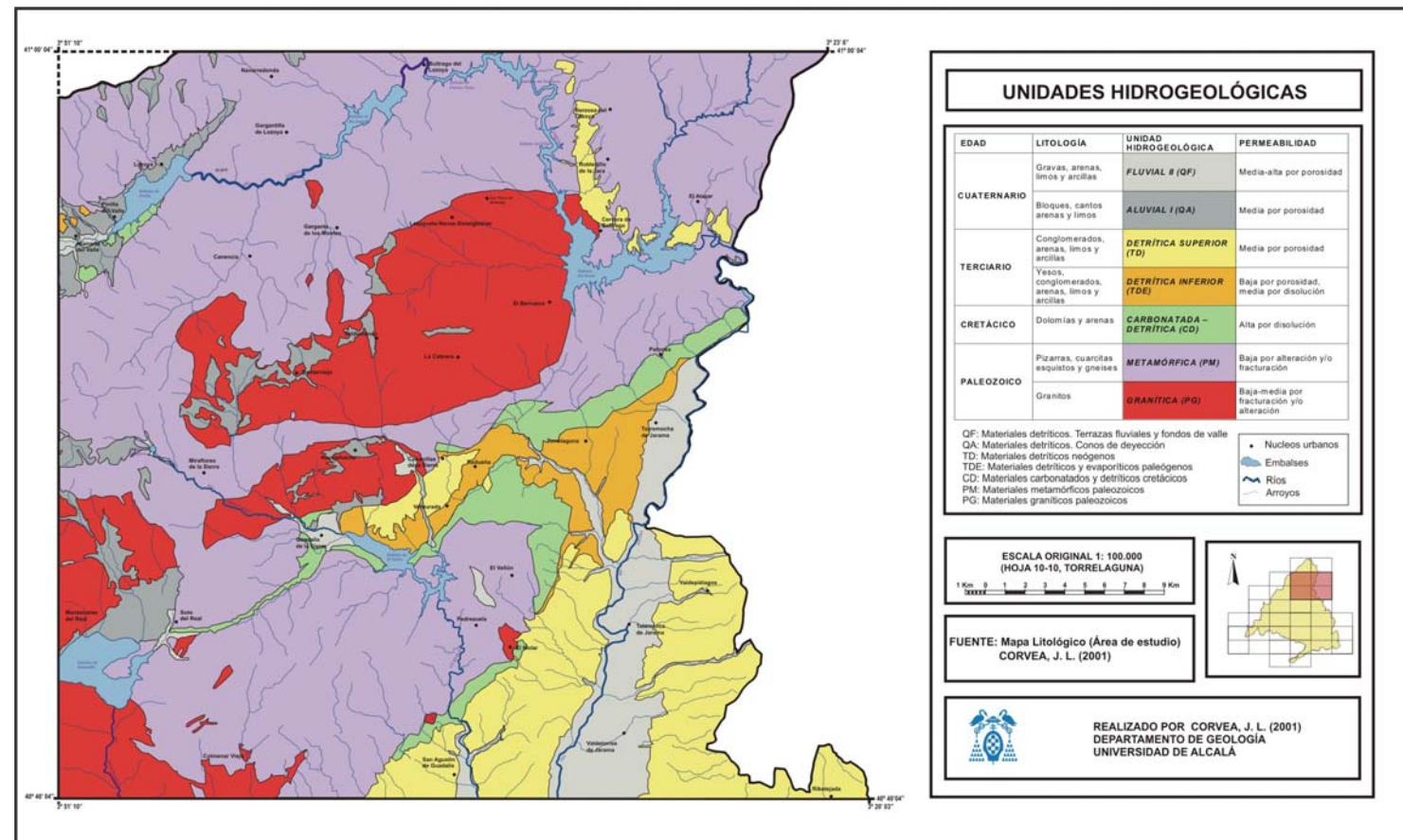


Figura 75: Mapa de Unidades Hidrogeológicas.

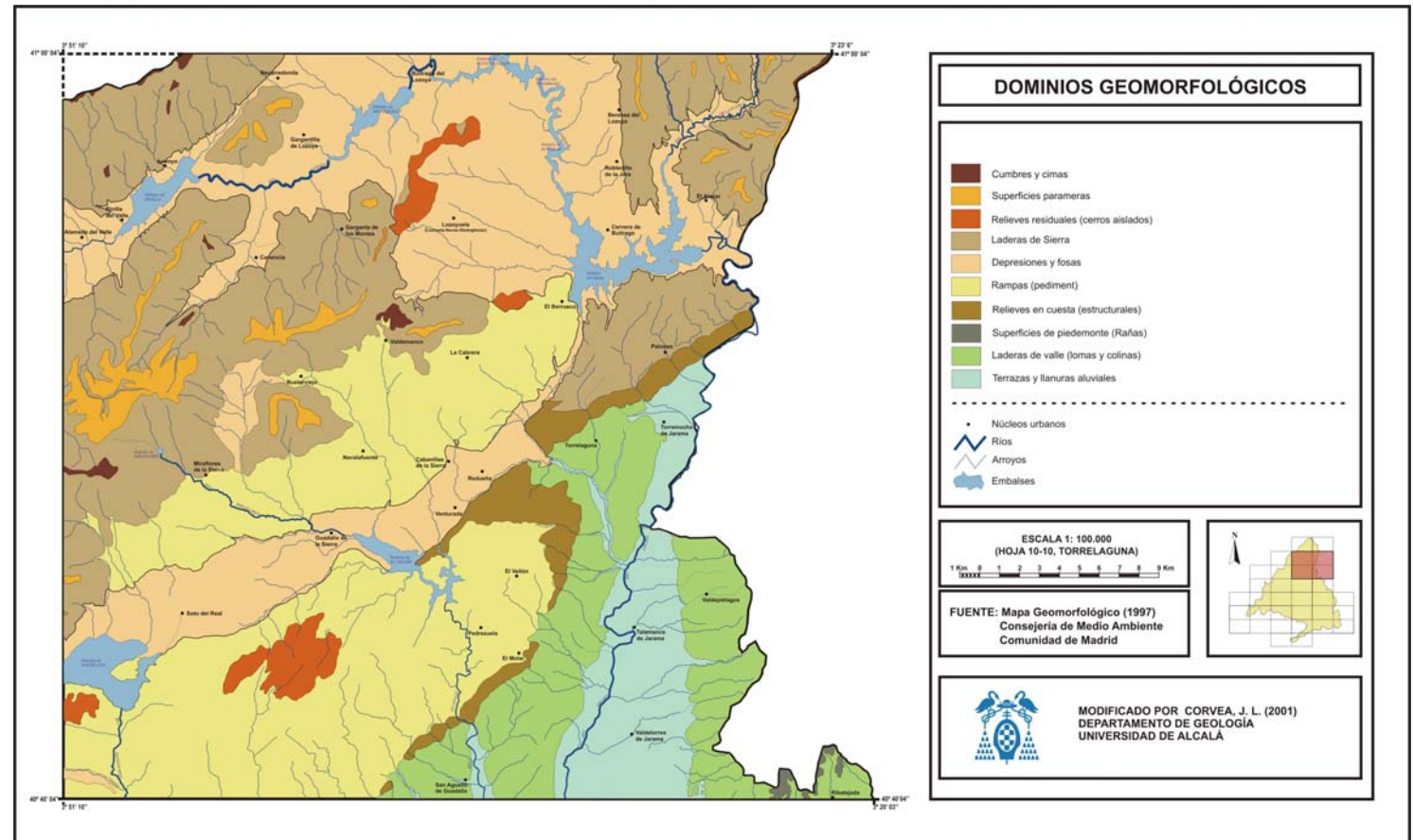


Figura 76: Mapa de Dominios Geomorfológicos.



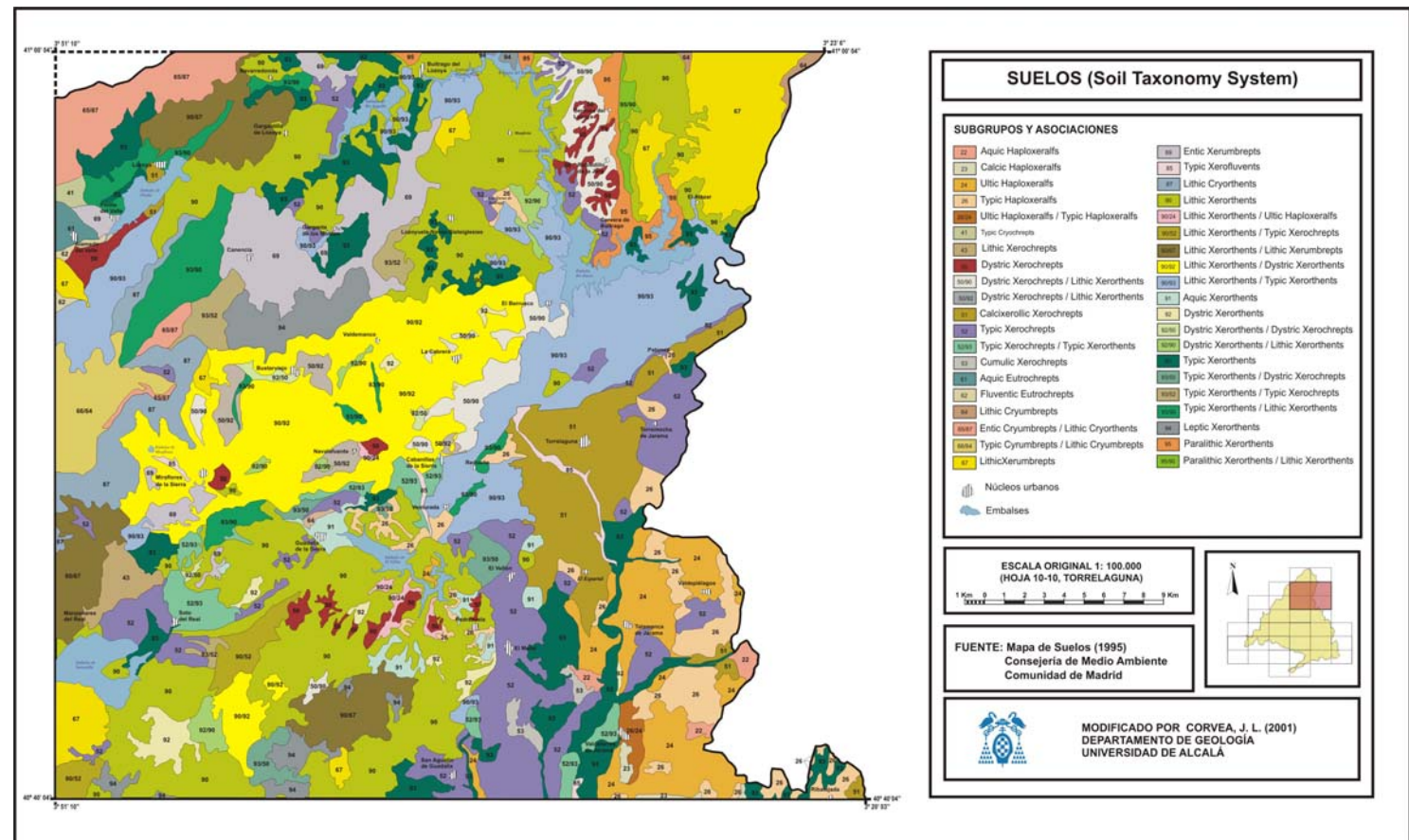


Figura 78: Mapa de Suelos.

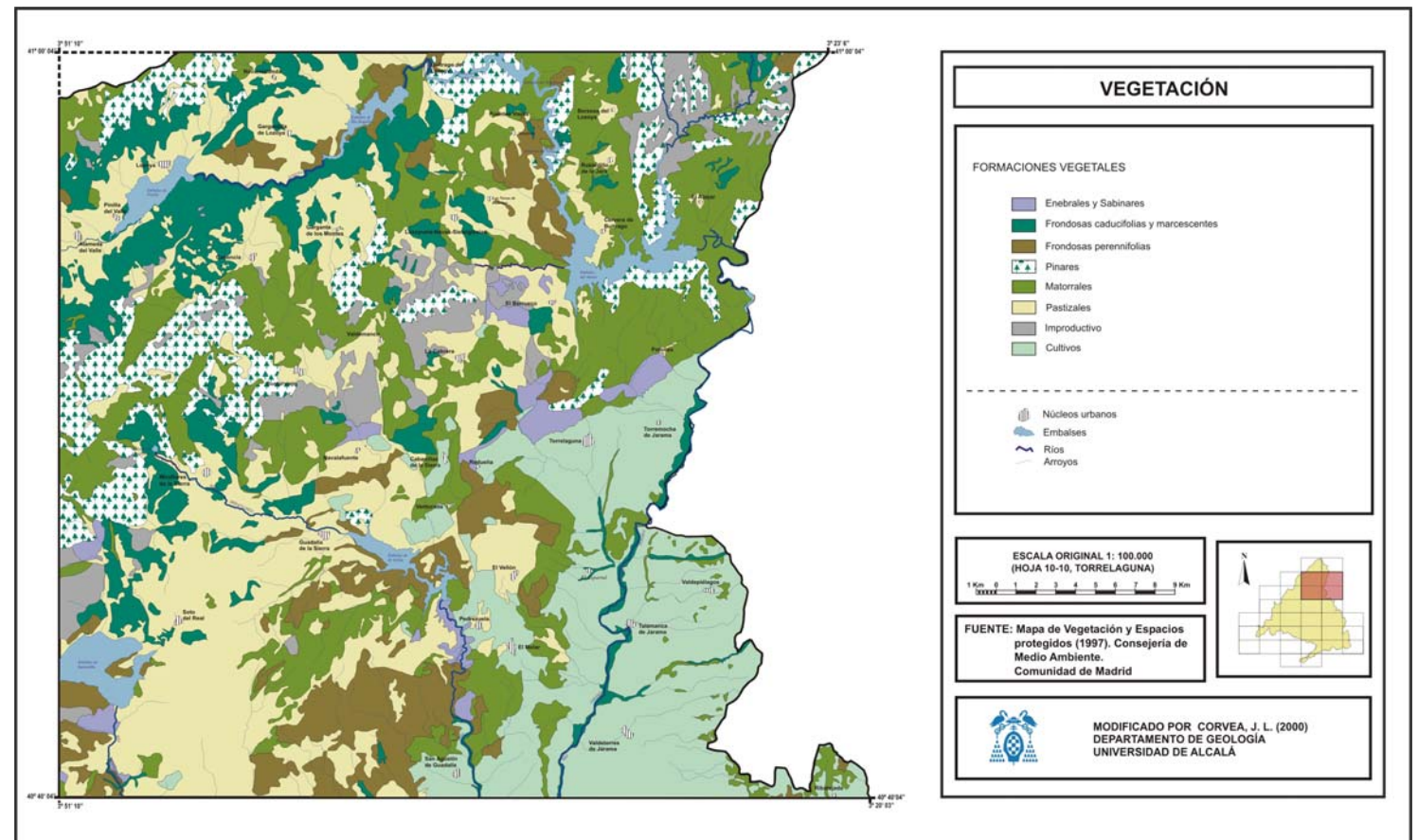


Figura 79: Mapa de Vegetación.

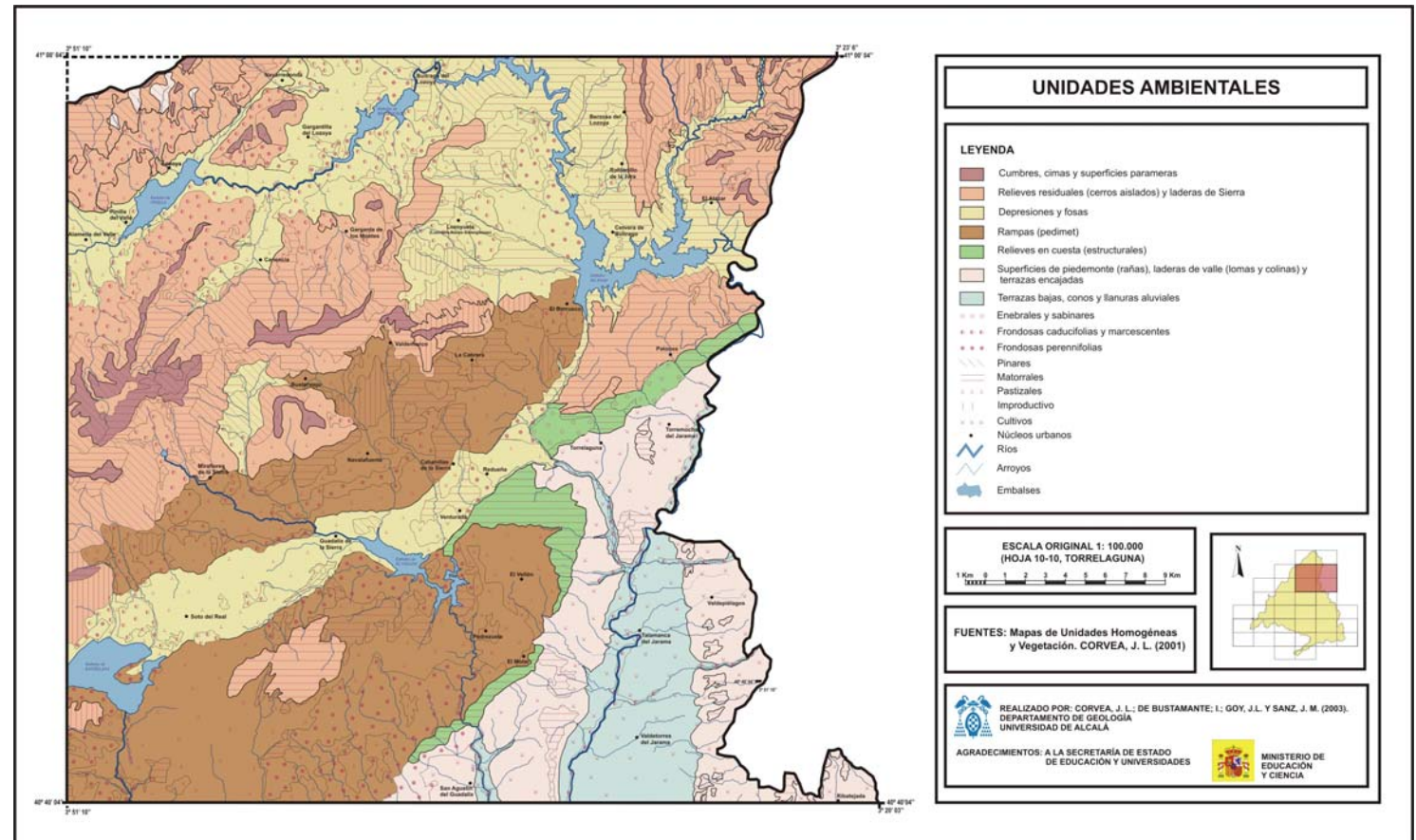


Figura 80: Mapa de Unidades Ambientales.

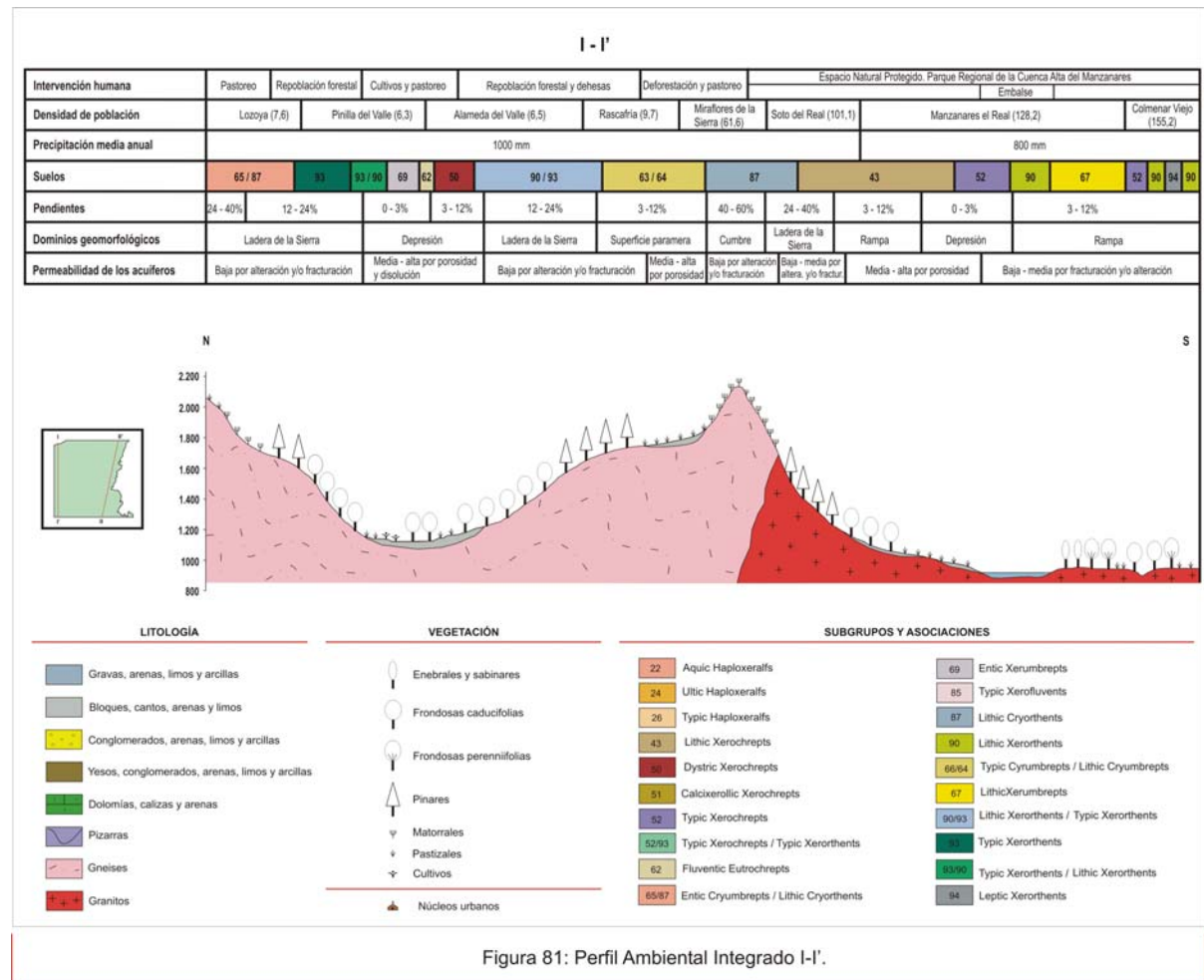


Figura 81: Perfil Ambiental Integrado I-I'.

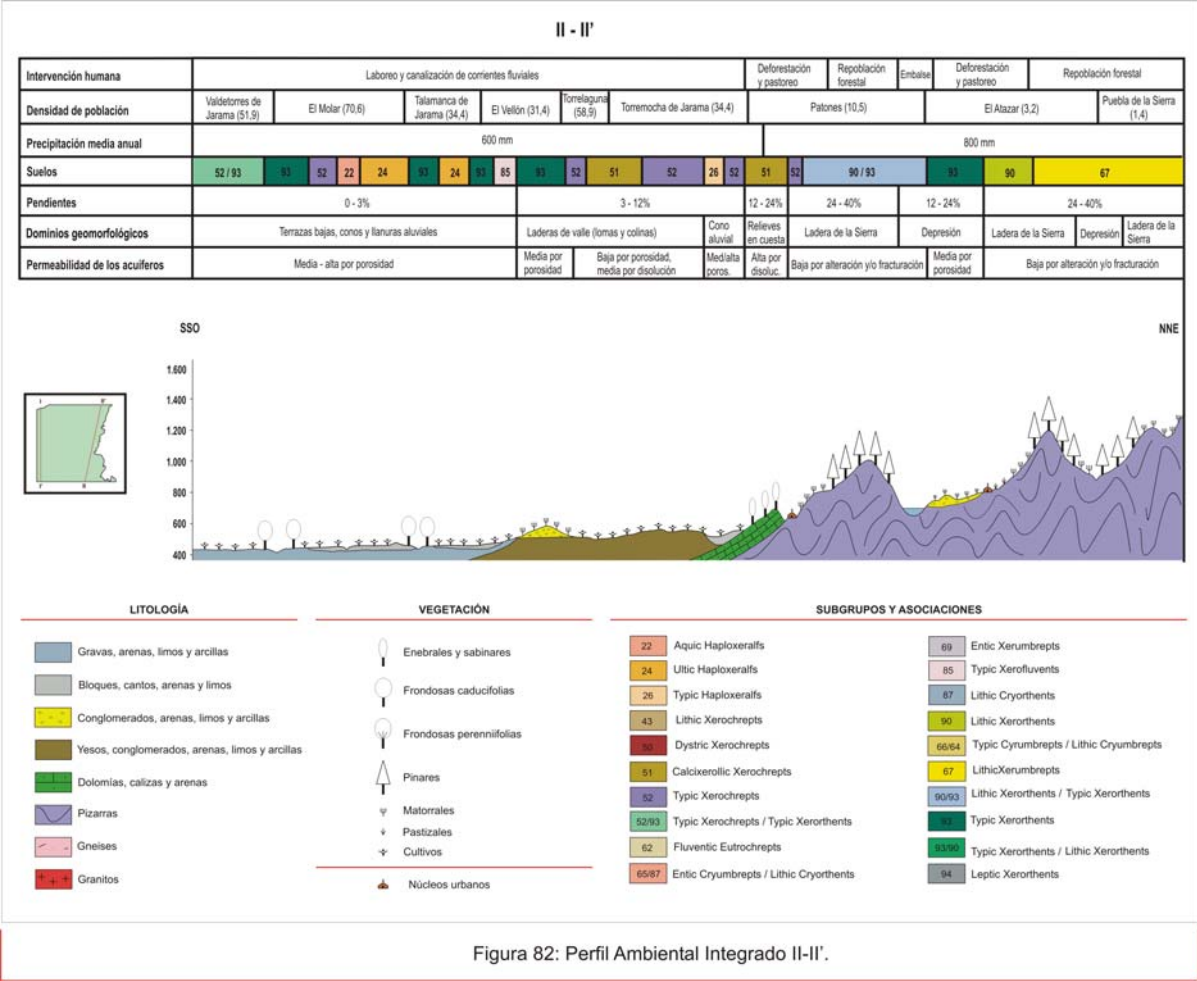


Figura 82: Perfil Ambiental Integrado II-II'.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- ALFÉREZ, F., MOLERO, G., MALDONADO, E., BUSTOS, V., BREA, P., BUITRAGO, A. M. (1982). Descubrimiento del primer yacimiento Cuaternario (Riss-Würm) de vertebrados con restos humanos en la provincia de Madrid. *Col-Pa*, 37: 15-32.
- ARRIBAS, A., RÁBANO, I., GUTÉRREZ-MARCO, J. L. (1998). *El Patrimonio paleontológico de la Comunidad Autónoma de Madrid*. Patrimonio Geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. Ed. J.J. DURÁN. Sociedad Geológica de España, 77-99.
- BARDAJÍ, T., CENTENO, J.D., FERNÁNDEZ, P., PEDRAZA, J. (1990). *Geomorfología*. Memoria del mapa geológico de Torrelaguna (nº 485). Inst. Geol. Min. España, Ministerio de Industria, Madrid, 95-108.
- BERNAL, J., CHAVARRÍAS, B., MEDINA, J., MORALES, C., RUBIO, A. (1995). *Guía audiovisual sobre itinerarios ecológicos por los alrededores de Madrid: La Sierra Norte*. Consejería de Educación y Cultura. Dirección General de Educación. Comunidad de Madrid.
- CABRA, P., GOY, J.L., HOYOS, M., ZAZO, C. (1983). Estudio geomorfológico del Cuaternario y de las formaciones superficiales del sector meridional de la Sierra de Cabrera. *Tecniterrae*, 51: 32-42.
- CALVO, J. P., RUIZ, P. (1998). *Principales lugares de interés estratigráfico y sedimentológico de la Comunidad Autónoma de Madrid*. Patrimonio Geológico de la comunidad Autónoma de Madrid. Ed. J.J. DURÁN. Sociedad Geológica de España, 59-76.
- CAM (1985). *Alternativa al planeamiento de Patones*. Consejería de Ordenación del Territorio Medio Ambiente y Vivienda. Comunidad de Madrid.
- CAM (1995). *Mapa de suelos*. Hojas 484, 485, 509 y 510 a escala 1: 50.000. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de

Madrid.

- CAM (1997a). *Mapa de vegetación y espacios protegidos*. Hojas 484, 485, 509 y 510 a escala 1: 50.000. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid.
- CAM (1997b). *Mapa geomorfológico*. Hojas 484, 485, 509 y 510 a escala 1: 50.000. Consejería de Medio Ambiente. Comunidad de Madrid.
- CORVEA, J.L., ARMAS, S., DE BUSTAMANTE, I., GUMIEL, P. (2000). Los perfiles integrados. Una contribución a la enseñanza de la Geología Ambiental. *Geotemas*. 1(3): 17-19. Sociedad Geológica de España. Madrid.
- CORVEA, J.L. (2001). Utilización didáctica de la cartografía temática ambiental de un sector del Norte de La Comunidad de Madrid. *Tesis Doctoral*. Dpto. Geología. Univ. Alcalá.
- CANAL DE ISABEL II (2004). *Aguas subterráneas. Información Técnica*. Canal de Isabel II. (Disponible en Internet <http://www.cyii.es/www/publico/index.html> con acceso el 10 de febrero de 2004).
- DE BUSTAMANTE, I., DORADO, M., VERA, S., OLIVEROS, C. (1998). Filtros Verdes. Un sistema para la depuración y reutilización de aguas residuales. *Tecnoambiente*, 79: 73-75.
- DE VICENTE, G., VEGAS, R., MUÑOZ MARÍN, A., GONZÁLEZ-CASADO, J.M., CARBÓ, A., ÁLVAREZ, J., CLOETINGH, S., ANDRIESSEN, P., ELORZA, F.J. Y OLAIZ, A. (2004). El Sistema Central. En: J.A. Vera. *Geología de España*. Sociedad Geológica de España. IGME-MEC. Madrid, 621-630.
- DE VILLOTA, I., BARRERA, I., ECHEGARAY, M. (1996). *La relación Medio Ambiente – Arquitectura. El término de Patones*. En Segura, M., de Bustamante, I., Bardají, T.: *Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares*. Universidad de Alcalá, 271-288.
- DÍAZ, J.A. (1988). *Depuración de aguas residuales*. MOPU. Madrid. 160 pp.
- DURÁN, J.J., VALLEJO, M., FERNÁNDEZ, L. (1998). *Patrimonio hídrico e hidrogeológico de la Comunidad de Madrid*.

- Patrimonio Geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. Ed. DURÁN, J.J. Sociedad Geológica de España, 191-218.
- FERNÁNDEZ, P., CENTENO, J.D., BARDAJÍ, T., SANZ, M.A. (1991). *Geomorfología*. Memoria del mapa geológico de Buitrago de Lozoya (nº 484). Inst. Geol. Min. España, Ministerio de Industria, Madrid, 77-88.
- FERRERAS, C., AROCENA, M. E. (1987). *Guía Física de España 2. Los bosques*. Alianza Editorial. Madrid.
- GABRIEL, J., HERRERO, C., CENTENO, J.D., ANGUITA, F., ORTEGA, O., SÁNCHEZ, J. (1997). El seminario sobre metodologías en las prácticas de campo: Rascafrías 96. Resultados y valoración. *Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra*, 5.1: 67-69.
- GALLEGO, E., BASCONES, M., BARETTINO, D. (1998). *Reseña histórica de los espacios naturales protegidos de la Comunidad de Madrid*. Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid. Ed. J.J. Durán. S.G.E, 243-261.
- GARCÍA, A., GARCÍA-HIDALGO, J.F. (2000). Elementos geológicos en la estructura de los paisajes. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural* (sección Geología), 96 (1-2): 99-121.
- GARCIA-HIDALGO, J.F., CORVEA, J.L., SANZ, J.M. (2004). *Torrelaguna: un aula abierta al conocimiento de la Geodiversidad*. Documentos del XIII Simposio sobre Enseñanza de la Geología. Alicante, 144-150.
- GIL, M.J. (1992). *Dinámica de la paleovegetación en el sector oriental del sistema central español durante el Holoceno, en base al análisis polínico. Implicaciones climáticas*. Tesis Doctoral. Dpto. Geología. Univ. Alcalá.
- GIL, J., SEGURA, M., GARCÍA-HIDLAGO, J.F. (1999). Stratigraphic and Sedimentologic Analysis of the Cretaceous to "Barranco de las Cuevas" (Patones, Madrid): a Geological Interest Site in the Community of Madrid. *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millennium*. Sociedad Geológica de España. 459 pp.
- GIL, J., SEGURA, M., GARCÍA-HIDLAGO, J.F. (2001). Rizolitos en el Cenomanense superior de Torrelaguna (Madrid): caracterización, ambientes sedimentarios y significado estratigráfico. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 96 (3-4): 39-47.

- GINER DE LOS RÍOS, F. (1885). *Ensayos menores sobre Educación y Enseñanza*. Obras completas de Francisco Giner de los Ríos, t.I, Espasa-Calpe. Madrid, 27-36.
- GONZÁLEZ-CASADO, J.M. (1998). *Elementos tectónicos singulares de la Comunidad de Madrid*. Patrimonio Geológico de la Comunidad de Madrid. J.J. Durán. Sociedad Geológica de España, 115-128.
- GONZÁLEZ-CASADO, J.M., DE VICENTE, G. (1996). *Evolución alpina del Sistema Central*. Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá, 141-151.
- IGME (1983). *Hoja geológica a escala 1/50.000 de Marchamalo* (nº 510). Inst. Geol. Min. España, Ministerio de Industria, Madrid.
- IGME (1988). *Recursos geoculturales. Atlas Geocientífico del Medio Natural de la Comunidad de Madrid*. Inst. Geol. Min. España, Ministerio de Industria, Madrid, 49-56.
- IGME (1990a). *Hoja geológica a escala 1/ 50.000 de Valdepeñas de la Sierra* (nº 485) y *Memoria*. Inst. Geol. Min. España, Ministerio de Industria, Madrid
- IGME (1990b). *Hoja geológica a escala 1/ 50.000 de Torrelaguna* (nº 509) y *Memoria*. Inst. Geol. Min. España. Ministerio de Industria, Madrid.
- IGME (1991). *Hoja geológica a escala 1/50.000 de Buitrago de Lozoya* (nº 484). *Inst. Geol. Min. España*, Ministerio de Industria, Madrid.
- IGN (1992). *Mapa de la Comunidad de Madrid a escala 1/100.000. Hoja 1, Colmenar Viejo*. Instituto Geográfico Nacional.
- IZCO, J. (1984). *Madrid Verde*. Instituto de Estudios Agrarios, Pesqueros y Alimentarios. Madrid, 517 pp.
- LÓPEZ-CAMACHO, B., IGLESIAS, J.A. (1996). *Las aguas subterráneas en el Canal de Isabel II*. Itinerarios Geológicos desde Alcalá de Henares. Universidad de Alcalá, 207-217.
- MÁRQUEZ, B., BAQUEDANO, E., BERMÚDEZ DE CASTRO, J.M., PÉREZ, A. (2004). *Guía de la excursión. Pinilla del valle*

- (Madrid). XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología. Alcalá de Henares.
- MARTÍN, L., MARTÍNEZ-SALANOVA, J. Y DEL OLMO, A. (1990). *Estratigrafía. Memoria, mapa geológico de España a escala 1/50.000. Hoja 509, Torrelaguna*. Inst. Geol. Min. España.
- MIRETE, S., GUMIEL, P. (1998). *Minerales de Madrid: aportación al patrimonio geológico y minero regional*. Patrimonio Geológico de la comunidad Autónoma de Madrid. Ed. DURÁN, J.J. Sociedad Geológica de España, 129-174.
- MOPU (1972). *Presa de El Atazar sobre el río Lozoya*. Confederación Hidrográfica del Tajo, Canal de Isabel II.
- NIETO, L.M. (2001) Geodiversidad: propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (2): 3-12.
- ORTUÑO, M. (2000). *Las mejores excursiones por la Sierra Norte de Madrid*. El senderista. 267 pp.
- PEDRAZA, J. (1998). *Paisaje geológico del valle de El Pular*. Primeros encuentros científicos del Parque Nacional de Peñalara y del Valle de El Pular. Consejería de Medioambiente, CM. Madrid, 103-119.
- PEDRAZA, J., CENTENO, J., ORTEGA, L. (1986). *Mapa fisiográfico de la Comunidad de Madrid (Escala 1: 200.000)*. Consejería de Agricultura y Ganadería. Comunidad de Madrid.
- PÉREZ, A. (1998). *Elementos geomorfológicos destacados de la Comunidad de Madrid*. Patrimonio Geológico de la comunidad Autónoma de Madrid. Ed. DURÁN, J.J. Sociedad Geológica de España, 175-189.
- PNCTA (1996a). *Mapa de Patrimonio Natural, 1:50.000, Hoja 509 (Torrelaguna)*. Plan Nacional de Cartografía Temática Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- PNCTA. (1996b). *Mapa de unidades homogéneas geomorfológicas, 1:50.000, Hoja 509 (Torrelaguna)*. Plan Nacional de Cartografía Temática Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- RUÍZ, J. (1998). *Estatuto, Educación y Patrimonio Geológico*. Patrimonio Geológico de la Comunidad Autónoma de Madrid. Ed. DURÁN, J.J. Sociedad Geológica de España, 281-290.
- SÁNCHEZ, S., LARIO, J., DE BUSTAMANTE, I., CAÑEVERAS, J.C., ECHEGARAY, M., SANZ, E., SEGURA, M., CUEVA,

- S. (2003). El karst del área del Cerro de la Oliva (Madrid): características hidroquímicas actuales y su relación con el desarrollo de procesos kársticos. *Estudios Geológicos*, 59, en prensa.
- SEGURA, M., GIL, J., PONS, M. (2000). Identificación de *Bournonia gardonica* (Toucas, 1907) en el Cretácico Superior del Barranco de las Cuevas (Patones, Madrid). *Geotemas* 1(2): 321-324.
- TEMIÑO, J.; Muñoz, I.; Bustamante, I. (1991). Propuesta para la caracterización e interpretación de la calidad del agua y el aforo de los ríos. Aplicación a la confluencia de los ríos Jarama y Lozoya. *VII Simp. de Enseñanza de la Geología*: 511-525. Santiago de Compostela.
- TORRES, T. (1974). *El oso de las cavernas de la Cueva del Reguerillo, Torrelaguna (Madrid)*. Resúmenes III Congreso Nacional de Espeleología (Madrid).
- TOUCAS, A. (1907): Études sur la classification et l' évolution des Radiolitidés. Mém. Soc. Géol. France. *Paléontologie*, Mém. 36: 132 pp.
- USDA, (1990). Soil Taxonomy System. United States Department of Agriculture.
- VILLASECA, C. (2003). Sobre el origen del batolito granítico del Sistema Central español. *Bol. R. Soc, Esp. Hist. Nat.* 98(1-4): 23-39.

# NOTAS

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....