

2016

# Recursos patrimoniales de la cuenca Neógena de Rubielos de Mora



Autor: Adrián Aladrén Pérez

Tutora: Beatriz Azanza Asensio

Trabajo Fin de Grado de Geología

# ÍNDICE

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Planteamiento.....	1
1.2. Objetivos.....	4
1.3. Metodología.....	4
<b>2. CONTEXTO GEOLÓGICO.....</b>	<b>7</b>
2.1 La cuenca de Rubielos de Mora.....	7
2.2. Estratigrafía.....	8
2.3. Lugares de interés paleontológico: .....	8
2.3.1. Yacimientos de mamíferos.....	9
2.3.2. Afloramientos de niveles “Konservat Fossil-Lagerstätten”.....	10
2.3.3. Muestreos y sondeos palinológicos.....	11
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
3.1 Criterios de valoración y diseño de la ficha base.....	11
3.2 Valoración y evaluación de los recursos patrimoniales de la cuenca.....	13
3.3 Valoración integral de la cuenca.....	18
<b>4. DISCUSION Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>5. CONCLUSIONS.....</b>	<b>21</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>22</b>
<b>ANEXO I.</b>	

## **ABSTRACT**

Lower and middle Miocene rocks of the Rubielos de Mora lacustrine basin (Teruel province, Spain) have extensive outcrops. These deposits have been the subject of numerous geological and paleontological studies, mainly due to the discovery of oil shales and organic-rich ritmites, which have yielded fossils of plants, insects and amphibians characterized by an excellent preservation. Also mammal sites of biostratigraphical interest are preserved in the basin-fill successions. However studies on the heritage values and conservation state have received little attention so far despite the excellence of the outcrops, the fossil abundance of these deposits and the general interest of their protection. This work intends to fill this gap with an evaluative analysis of this paleontological heritage, with the hope that it can help to incorporate the heritage resources of Rubielos de Mora basin in land planning and development policies by regional or local authorities.

The valuation and evaluation of the paleontological heritage are not simple tasks due to its complex nature (fossils have a double dimension because they have characteristics of both natural and cultural heritage) and the number of conflicts related to its legal protection and scientific uses (fossils are non renewable scientific resources) and other potential socio-cultural or socio-economical interests (for instance, fossils that make up mineral energy such as coal). Also, paleontological resources can be impacted by illicit trafficking or can be vulnerable to natural or antropic processes. The evaluation of heritage for the present work has been carried out in the most objective manner possible. At least two actions are required: compiling a detailed knowledge of the sites and outcrops (in which a field work is necessary) and assessment. A methodological proposal is developed in order to assess the relative importance of paleontological sites or outcrops based on precisely defined criteria (adapting those previously used for vertebrate fossil sites and taking in consideration the methodology for geosites developed by the Instituto Geológico y Minero de España (IGME) The methodological proposal have been validated by applying them to a emblematic site of the Cultural Heritage of Aragon.

In the present work the conservation, the nature and the potential didactic and geotouristic uses of the Miocene paleontological resources of the Rubielos de Mora basin are discussed. On the other hand, an attempt is made to estimate the heritage value of the deposits of the Rubielos de Mora basin, to evaluate the potential threats and to propose the possible management and geoconservation policies.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

### **1.1 PLANTEAMIENTO.**

La paleontología es más que el estudio de los yacimientos y de los fósiles que estos contienen. Existe una demanda social que reclama información y divulgación así como una integración de esta ciencia y sus resultados en los canales habituales de comunicación, incluyendo aspectos culturales, didáctico-turísticos y de cara a que esto tenga una validez en el futuro, también se reclaman actuaciones en cuanto al estado patrimonial (deterioro y riesgo de la integridad de los yacimientos). Últimamente lo estamos viendo en el auge de centros de interpretación paleontológicos, que entre otras cosas sirven de promoción de pueblos pequeños atrayendo al público a la zona. Pese a todo esto, Alcalá 1999, nos recuerda que las actividades paleontológicas están siendo reguladas sin una valoración y evaluación apropiadas.

En la cuenca neógena de Rubielos de Mora existen numerosos afloramientos de materiales del Mioceno inferior y medio. Estos materiales han sido ampliamente tratados en la bibliografía hasta la fecha, debido tanto a su importancia paleontológica como a su interés económico, principalmente de la explotación de las pizarras bituminosas (oil shales). Los antecedentes se resumen en la tabla 1.

Autor/es y año	Descripción
FERNÁNDEZ-NAVARRO, 1914; GAVALA, 1921	Realizan estudios geológicos relacionados con la minería para la extracción de petróleo en los lignitos y pizarras bituminosas del Cerro Porpol.
HERNÁNDEZ-SAMPELAYO y CINCÚNEGUI, 1926	Aportan los primeros datos paleobotánicos.
CRUSAFONT ET AL. (1966)	Localizan el primer yacimiento de mamíferos miocenos.
AGUIRRE Y MOISSENET (1972)	Describen un rinoceronte y otros mamíferos.
BRUIJN Y MOLTZER (1974)	Estudian los micromamíferos del nuevo yacimiento RM 2 y citan niveles con insectos.
GIBERT (1975)	Define el insectívoro <i>Desmanella fejfari</i> en RM 2.
SANCHIZ (1977)	Cita en RM2 los anfibios <i>Chelotriton paradoxus</i> (Salamandridae) y <i>Rana pueyoi</i> (Ranidae).
ANADÓN (1983), GODOY Y ANADÓN (1986), ANADÓN ET AL. (1988A Y 1988B), PRADO ET AL. (1988) y Anadón et al. (1989 y 1991)	Estudios geológicos. Señalan la disposición asimétrica de los depósitos lacustres como consecuencia de su estructura de semi-graben. Interpretan las secuencias cíclicas en los depósitos de un lago meromictico.
ÁLVAREZ SIERRA Y DAAMS (1987).	Revisan la lista de los mamíferos de RM 2 y restringen la distribución de <i>Pseudotheridomys fejfari</i> (Eomyidae) al Aragoniense Inferior.
FERNÁNDEZ-MARRÓN y ÁLVAREZ-RAMIS, 1988; ÁLVAREZ-RAMIS FERNÁNDEZ-MARRÓN, 1994.	Estudian el polen y deducen el paleoclima.
LÓPEZ-MARTÍNEZ (1989).	Estudia los lagomorfos y establece que la edad de RM 1 y 2 es Aragoniense inferior.
MARTÍNEZ-DELCLÓS ET AL. (1989,1991).	Descubren el yacimiento de Rio Rubielos y estudian los insectos por primera vez.
FERNÁNDEZ- RUBIO ET AL. (1991).	Describen el insecto <i>Zygaena? turolensis</i> .
ROIION (1992).	Incluyen a Rubielos en su estudio de la macroflora del Neógeno del Sur de Francia y del Noreste de España.
MONTOYA ET AL. (1996).	Síntesis de la paleobiodiversidad. Descubren los yacimientos de Alto de Ballester de edad Ramblense y estudian de forma preliminar los mamíferos.
PEÑALVER ET AL. (1996), PEÑALVER (1997, 1998), PEÑALVER Y MARTÍNEZ-DELCLÓS (1997).	Tafonomía y estudio de la interacción insecto-planta. Mostró que orugas de Lepidoptera (mariposas en general) se alimentaban de <i>Zelkova</i> , <i>Salix</i> o <i>Myrica</i> en los alrededores del lago.
BARRÓN ET AL. (1996). FERRER ET AL. (1998).	Aparecen otras síntesis del contenido paleobotánico de Rubielos de Mora.
ALCALÁ (1997).	Estudia el polen de los afloramientos Alto de la Venta y Río Rubielos.
BARRÓN (1997). BARRÓN Y SANTISTEBAN (1999). BARRÓN Y DIÉGUEZ (2001).	Estudios paleobotánicos de la cuenca y evolución paleoclimática. Estudian los niveles nuevos de Barranco de Aguarroya.
HEIE Y PEÑALVER (1999). PEÑALVER (1998).	Describen nuevos taxones y profundizan en la tafonomía y paleoecología de los insectos.
ROIION ET AL. (1999).	Estudio de polen y reconstrucción paleoambiental en el afloramiento de Rio estrecho.
PEÑALVER Y BAENA (2000). HERZECK ET AL. (2000).	Nuevas citas de insectos. Describen <i>Aragocylapus miocaenicus</i> .
RUBIO ET AL. (2000A Y 2000B), RUBIO (2001),	Nuevas aportaciones de macroflora en la cuenca de Rubielos de Mora.
VILLANUEVA (2006-2007).	Palinología del nuevo afloramiento La fuente del Rull.
JIMÉNEZ MORENO ET AL (2007 A Y B), URBAN ET AL 2010.	Palinología del sondeo Rubielos de Mora 1, isotopos de granos de polen y reconstrucción paleambiental.
DEMIGUEL ET AL 2010, 2012	Infieren la dieta los ciervos de Alto de Ballester y reconstrucción paleambiental.

Tabla 1. Resumen de los estudios geológicos y paleontológicos de la cuenca de Rubielos de Mora publicados hasta la fecha.

Son aún escasos los estudios sobre el interés patrimonial de esta cuenca neógena, a pesar de la excelencia de sus afloramientos y de sus fósiles, y las medidas encaminadas a su protección o puesta en valor son inexistentes. En 1998 se celebraron en Rubielos de Mora las I Jornadas sobre el Patrimonio paleontológico de la provincia de Teruel, un congreso donde se trató de la importancia patrimonial de la cuenca de Rubielos de Mora y se presentó una valoración del estado patrimonial de los yacimientos de manera muy general sin incidir en cuestiones específicas. Por otra parte, la explotación desde un punto de vista geoturístico de esta cuenca se ha iniciado con instalación de la subsección Región Ambarina del Territorio Dinópolis en Rubielos de Mora, ya que si bien se centra en el interés de los fósiles de insectos cretácicos conservados en ámbar, también se exponen los restos de mamíferos miocenos, entre ellos del calicotérido encontrado en la cuenca.

Este trabajo pretende contribuir a valorar adecuadamente estos yacimientos y afloramientos miocenos. Valorar desde un punto de vista patrimonial se hace indispensable para poder gestionar y proteger un lugar determinado, y así salvaguardar su interés científico, didáctico, cultural etc. Con ello, pretendemos conferirles una mayor proyección de la que hasta el momento poseen, y convertirlos en puntos sobre los que se haga necesaria la aplicación de algunas medidas que eviten su degradación y deterioro o incluso su puesta en valor.

## 1.2 OBJETIVOS

Los objetivos específicos de este trabajo son:

1. Valorar desde un punto de vista patrimonial los bienes inmuebles de carácter paleontológico de la cuenca de Rubielos de Mora,
2. Además se pretende realizar una evaluación global de los recursos patrimoniales de la cuenca a través de los posibles usos potenciales (científico y didáctico-turístico) y estado patrimonial de sus bienes.
3. Como objetivo final se pretende identificar la necesidad de la instauración de medidas estructurales activas y/o pasivas, además de medidas de protección necesarias (a corto, medio, largo plazo) para garantizar la conservación y difusión del patrimonio paleontológico de la cuenca de Rubielos de Mora.

## 1.3 METODOLOGIA

Para la realización de este trabajo se han seguido las siguientes fases:

### 1. Fase previa. Documentación.

Se ha recabado toda la información relacionada con los estudios previos sobre la cuenca, ya sean de patrimonio, geología, sedimentología, paleontología, industria minera, etc. así como sobre procedimientos para valorar y evaluar el patrimonio. Para ello se han utilizado diferentes medios de búsqueda bibliográfica a través de diversas páginas webs, como la de la biblioteca de la Universidad de Zaragoza (<http://biblioteca.unizar.es/>) a través de su plataforma Alcorze, y la del Instituto Geológico y Minero de España, o de otros motores de búsqueda como Google, en su versión académica (<https://scholar.google.es/>).

Otra forma que se ha utilizado para acceder a la documentación, ha sido la consulta a expertos en el tema a través de entrevistas cara a cara y correspondencia digital. Juan Carlos García Pimienta, técnico de patrimonio y paleontólogo del Departamento de Patrimonio, cultura y deporte del Gobierno de

Aragón, proporciono la información que poseía la administración sobre el patrimonio paleontológico de la cuenca. El Dr. Javier Ferrer nos facilitó información sobre los afloramientos que estudió.

## 2. Fase primera: Inventario y valoración del patrimonio.

Se han identificado los distintos elementos patrimoniales (yacimientos o afloramientos) a considerar como bienes inmuebles y se ha recabado la información geográfica, geológica y paleontológica correspondiente a cada uno de ellos.

El “valor” de los elementos del patrimonio se enfrenta al problema de que ese valor es el reflejo de la importancia que la sociedad (público en general, expertos, etc.) asigna a dichos elementos y ésta puede ser variable. Se han desarrollado métodos semicuantitativos que intentan objetivizar este valor. Consisten en utilizar diversos criterios de índole científica, cultural y socioeconómica, que requieren ser definidos y cuantificados.

Con el objetivo de adecuar una metodología que pueda servir para los diferentes tipos de lugares de interés paleontológico, se ha realizado una adaptación de los criterios de valoración utilizados en yacimientos de mamíferos (inicialmente publicados en Morales y Alcalá, 1994), combinando con los criterios que propone el IGME para los Lugares de Interés Geológico (LIGs). Estos criterios se detallan en el apartado 3.1, y su cuantificación se detalla en el Anexo I.1. Como norma general esta cuantificación incluye cuatro valores: 0- nulo o escaso; 1-medio; 2- alto; 4- excepcional.

Con todo ello se ha confeccionado una base de datos en File Maker Pro y se ha rellenado un registro para cada yacimiento o afloramiento (Ver en Fig. 3, apartado 3.1)

## 3. Fase segunda: Trabajo de campo.

Consistente en la visita a la zona de estudio y sobre todo a los yacimientos/afloramientos contenidos en ella. Se trata de tomar nota exacta de su ubicación, de su estado actual y documentación

		Criterios	Uso científico	Uso Didáctico-Turístico	Estado Patrimonial
VALOR CIENTIFICO	Naturaleza de los fósiles	20	5	0	
	Edad Geológica	5	0	0	
	Localidad tipo	15	5	0	
	Preservación	10	5	0	
	Asociación con restos arqueológicos	10	5	0	
	Paleobiodiversidad	10	5	0	
	Información tafonomica	10	0	0	
	Interes Bio- Cronoestratigráfico	10	0	0	
	Sitio de interés Geológico	5	5	0	
Sitio de interés Científico futuro	5	0	0		
RIESGO A LA CONSERVACION	VALOR SOCIOCULTURAL	Fragilidad	0	0	10
	Vertederos	0	0	25	
	Vulnerabilidad ante el expolio	0	0	20	
	Erosión	0	0	15	
	Otros	0	0	5	
CRITERIOS QUE APORTAN VALOR	Situación geográfica	0	15	5	
	Valor histórico	0	10	0	
	Interes didáctico	0	15	0	
	Interés turístico	0	10	0	
	Valor complementario	0	10	0	
VALOR SOCIO-ECONOMICO	Valor urbano (Desarrollo)	0	5	0	
	Desarrollo ligado a la explotación mineral	0	0	5	
	Obras públicas	0	0	15	
	Valor económico	0	5	0	
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<i>Tabla 2. Valores del factor de ponderación según los usos potenciales considerados y el estado patrimonial del yacimiento/afloramiento.</i>					

fotográfica. Con estos datos se ha completado la base de datos especificada en la Fase Primera. Descartamos para la realización del trabajo de campo, los yacimientos Barranco de Aguarroya, Rubielos de Mora 3 y el área de localización del sondeo palinológico (descritos en el apartado 2.3) ya que no ofrecían las suficientes garantías en cuanto a su ubicación o interés patrimonial).

## 4. Fase tercera: Evaluación del interés patrimonial.

El interés patrimonial de cada yacimiento/afloramiento depende del uso potencial del mismo, y del estado patrimonial, que se refiere a la situación de riesgo en el que se encuentra actualmente. En este trabajo se han considerado como

usos potenciales: el científico y el didáctico-turístico. El valor del yacimiento/afloramiento obtenido en cada uno de ellos es diferente, y se obtiene aplicando un factor de ponderación (ver tabla 2) a la valoración numérica obtenida aplicando los criterios definidos en la fase primera. El interés patrimonial se cuantifica como el valor total obtenido por cada yacimiento/afloramiento una vez aplicadas las ponderaciones señaladas.

Se ha realizado una validación para comprobar la efectividad del método descrito, comparando con otro yacimiento ajeno a la zona de estudio. Para realizar esta validación se ha elegido el yacimiento de mamíferos de Concud (Teruel), que está considerado como Bien de Interés Cultural (Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés), e incluido en el inventario de LIGs del IGME (IB218: Yacimiento de mamíferos del Mioceno), cuya valoración se muestra en la Tabla 3 y en el anexo I.3.

Yacimiento de concud (Teruel)							
Valor científico	Valor didáctico	Valor turístico	Susceptibilidad degradación natural	Susceptibilidad degradación antrópica	Riesgo degradación natural	Riesgo degradación antrópica	Prioridad de protección
7 (Muy alto)	5.5 (Medio)	4 (Medio)	2.5 (Baja)	4.1 (Media)	1.8 (Bajo)	2.89 (Medio)	Media

*Tabla 3. Interés patrimonial del yacimiento de Concud (Teruel), según el Inventario de Lugares de Interés Geológico del IGME.*

Para realizar una valoración global de la cuenca, se ha realizado una media aritmética de cada uno de los criterios que definen los usos y el estado patrimonial de los yacimientos/afloramientos. Además, se han realizado diversas gráficas que nos ayudan a comparar los datos entre los distintos lugares, se pueden ver en el anexo I.2 y en el apartado 3.2.

#### 5. Fase Cuarta: Análisis de los resultados y propuesta de actuación.

Una vez que los yacimientos/afloramientos han sido valorados, pasamos a la fase cuarta, en la que tras evaluar su interés patrimonial y analizar los resultados, se tratará de proponer medidas de actuación (apartado 4).

Para el caso de los usos potenciales, la suma de los valores arrojados estará ubicada en una escala entre 0 y 4. De manera general dividiremos esta escala en rangos, 0-1 (nulo-escaso), 1-2 (medio-alto), 3-4 (excepcional). Con valores inferiores a 2 se deberían tener en cuenta estos yacimientos/afloramientos para realizar acciones pasivas como la inclusión en inventarios de yacimientos/afloramientos por parte de la administración, y con valores superiores a 2, se deberían tener en cuenta para acciones activas como campañas de excavación, musealización, adecuación para establecer recorridos turísticos etc.

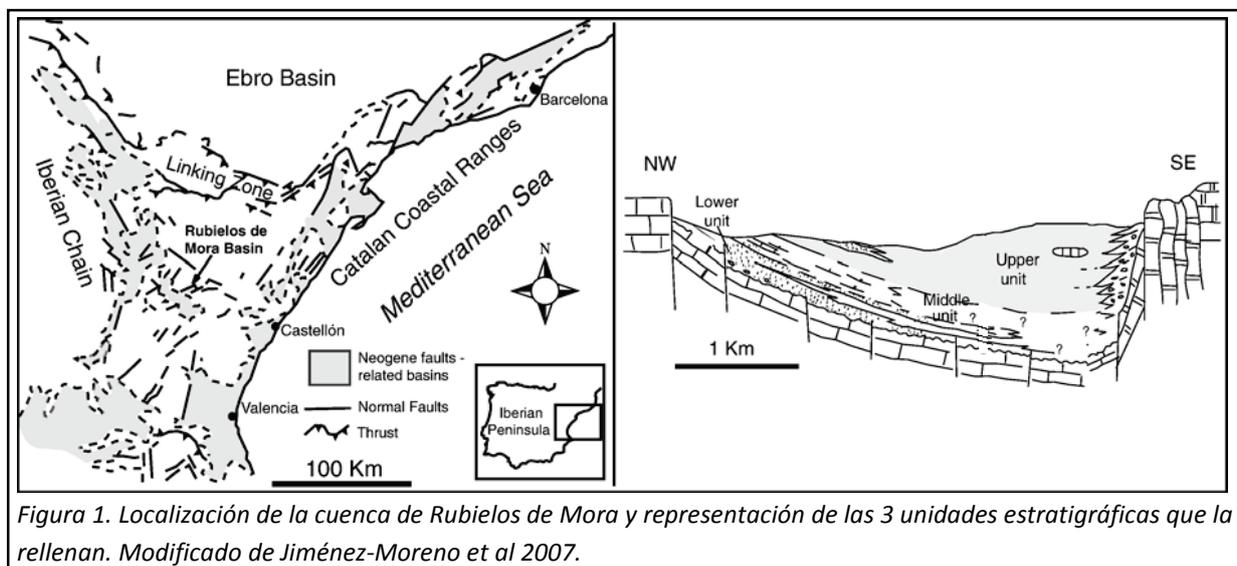
Para el Estado Patrimonial esta escala se tiene que interpretar de manera inversa (los valores más bajos se interpretan como más positivos, con lo cual, a la hora de establecer la suma total, estos deberán ser restados a los criterios que aportan valor), de manera que los rangos quedarían establecidos como, 0-1 (nula-escasa afección), 1-2 (afección media-alta), 3-4 (en peligro inminente). Con valores superiores a 2 los yacimientos/afloramientos deberían ser objeto de medidas de protección urgentes (alto riesgo de degradación), los que presentan valores de Estado Patrimonial comprendidos entre 1 y 2 deberían ser objeto de medidas de protección a corto plazo (riesgo de degradación medio), mientras que los que presentan valores de Estado Patrimonial entre 0 y 1 podrían ser objeto, a criterio de los gestores, de medidas de protección a más largo plazo (riesgo de degradación bajo) o no necesitarla (riesgo de degradación no significativo). Además dependiendo de las características intrínsecas de cada yacimiento/afloramiento, observadas en el campo, podremos elegir entre medidas estructurales o no estructurales (en la Tabla 7 se resume los tipos de medidas para cada yacimiento/afloramiento según su valoración).

Las medidas propuestas podrán ser utilizadas en futuros planes de ordenación del territorio o para adoptar medidas de protección priorizadas ahorrando costes y procurando que las medidas sean las más eficientes posibles, dependiendo de la administración autonómica o local que las lleve a efecto.

## 2. CONTEXTO GEOLÓGICO

### 2.1 LA CUENCA DE RUBIELOS DE MORA

Geográficamente la Cuenca terciaria de Rubielos de Mora se haya al SE de Aragón, en la comarca de Gúdar-Javalambre, perteneciente a la provincia de Teruel. Geológicamente es una cuenca lacustre de reducidas dimensiones (unos 15 km<sup>2</sup>) y forma alargada (Fig.1), que está bordeada por fallas normales con orientación ENE-WSW (Anadón et al.1989). Está situada en el sector SE de la Cordillera Ibérica. En la última etapa de estructuración de la Cordillera Ibérica (distensión y sedimentación postorogénica), durante el Paleógeno y Mioceno inferior, la cadena se deformó por esfuerzos compresivos transmitidos desde los bordes pirenaico y bético. A partir del Mioceno medio el sector sureste de la Cordillera Ibérica se vio sometido a una tectónica extensional generando un sistema de horst y fosas de orientación NE-SW (Godoy en Anadón, 1986). Coincidiendo con esta etapa durante el Mioceno inferior-medio se forma la cuenca de Rubielos de Mora. Se trata de una fosa tectónica de tipo semigraben, que, durante este periodo, es controlada por la formación de una cubeta sinclinal en el substrato del Cretácico Inferior (Anadón et al. 1988). El relleno sedimentario de la cuenca ocurre durante el Mioceno inferior-medio y Mioceno superior.



### 2.2 ESTRATIGRAFIA.

Tres unidades principales caracterizan el relleno sedimentario mioceno de la cuenca de Rubielos de Mora (Fig.2):

1. **Unidad inferior (A):** Esta unidad tiene más de 300m de potencia y consiste en areniscas con intercalaciones de arcillas. Esta unidad es discordante con el Cretácico Inferior y en su mayor parte está formada por depósitos aluviales (Anadón et al 1991).

2. **Unidad media (B):** Esta unidad tiene más o menos 100m de potencia, en el sector este de la cuenca consiste en depósitos lacustres formados por calizas bioclásticas con intercalaciones de lutitas, areniscas y lignitos bituminosos (Fernández-Navarro, 1914; Gavala, 1921). Esta unidad experimenta un cambio entre áreas del este de la cuenca y áreas del oeste, donde las facies aluviales son dominantes y los depósitos lacustres son escasos.
3. **Unidad Superior (C):** Esta unidad tiene unos 400m de potencia y muestra una gran variedad de facies. Aluviales, lacustres marginales, y facies lacustres abiertas. (Anadón 1983). Esta unidad registra un sistema lacustre profundo con permanente estratificación de las aguas. En la zona este de tener facies aluviales y de depósitos gravitacionales subacuáticos (Debris Flows y Olistolitos) se pasa lateralmente a otros conjuntos de facies:
  - I. Carbonatos lacustres marginales. (Anadón et al 1991) o Facies lacustres terrígeno-carbonáticas. Se distinguen por su variedad litológica: carbonatos, conglomerados y areniscas con interestratificados de margas. (E. Barrón y C. Diéguez, 2001).
  - II. Areniscas lacustro-aluviales de transición y rocas pelíticas. (Anadón et al 1991) o Facies lacustro-fluviales y Facies fluviales (E. Barrón y C. Diéguez, 2001).
  - III. Facies lacustres abiertas compuestas de pizarras laminadas y carbonatos. En la zona más occidental, dependiendo del ciclo, las facies lacustres son (Fig. 2, Derecha):
    - Facies no laminadas (a) (Anadón et al 1988b) o carbonáticas (E. Barrón y C. Diéguez, 2001).
    - Facies laminadas (b). (Anadón et al 1988b) o anóxicas (E. Barrón y C. Diéguez, 2001).

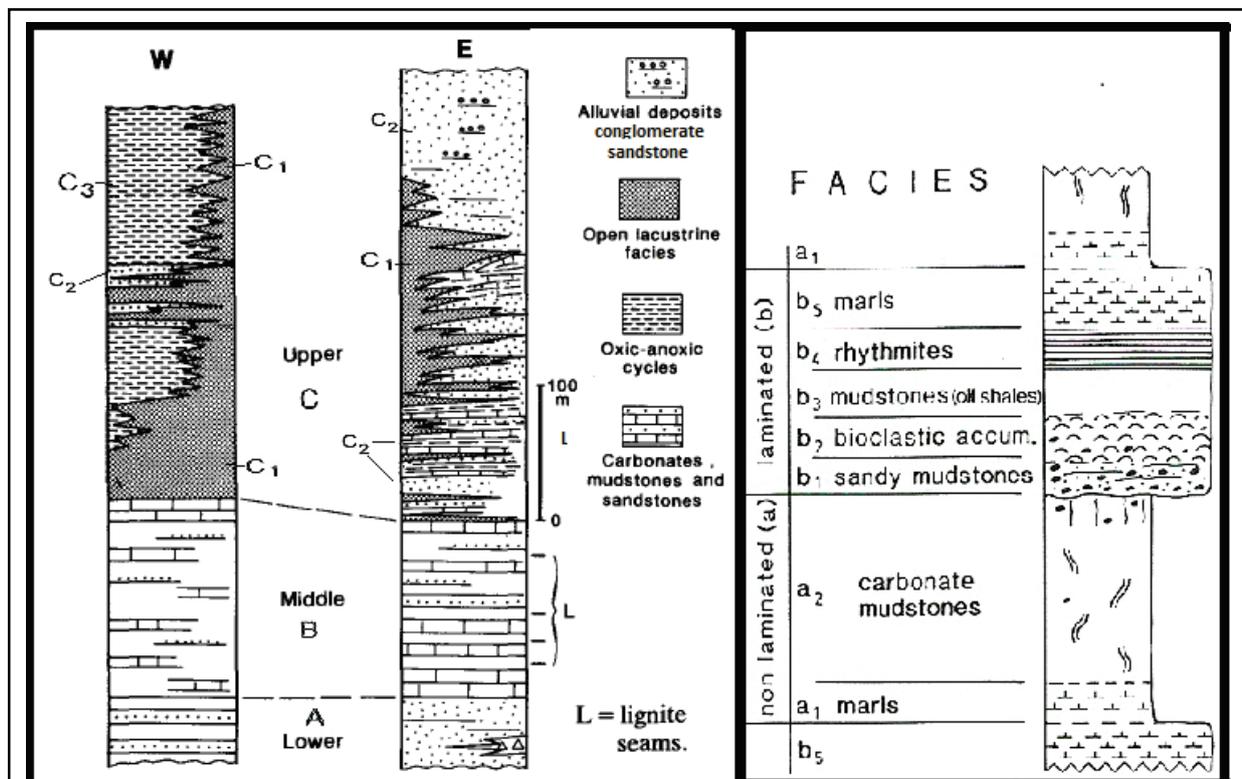


Figura 2. Izda. Columna estratigráfica general de la cuenca de Rubielos de Mora. Dcha. Síntesis de los ciclos laminados (anóxicos) y no laminados (óxicos), modificado de Anadón et al 1991 y Anadón et al 1988.

### 2.3. Lugares de interés paleontológico:

De forma general se entiende por lugar de interés paleontológico, aquel lugar que permite la observación de estratos que conservan en sus rocas restos fosilizados de la actividad biológica del pasado. Pero dependiendo de las dimensiones espaciales y estratigráficas, el lugar se califica como afloramiento o como yacimiento. Los yacimientos son puntos concretos donde los fósiles se localizan en uno o en unos pocos estratos, habitualmente sin diferencias temporales importantes entre ellos. Esto es así, si por ejemplo los fósiles contenidos en el yacimiento son de vertebrados terrestres. En otras ocasiones los fósiles se encuentran a lo largo de toda una formación geológica, unidad, facies etc. de una determinada cuenca, estableciéndose una extensión regional por lo que el lugar se tendrá que entender como un afloramiento, ocurriendo este hecho cada vez que dicha formación, unidad, facies, etc. se observe en la superficie. Esto ocurre en Rubielos de Mora, con los yacimientos de plantas y organismos invertebrados (insectos). La localización se puede ver en el anexo I.4 y I.5.

#### 2.3.1. Yacimientos de mamíferos.

- **Alto de Ballester 1 (AB1):** Actualmente este yacimiento se encuentra inaccesible ya que está situado bajo los cimientos de una casa de campo. Las capas fosilíferas consisten en margas arenosas muy ricas en restos de micromamíferos (*Unidad C1 según Anadón et al 1988*). La presencia exclusiva de restos de glíridos y eomíidos llevo a la inclusión de este yacimiento en el "cricetid vacuum". La presencia de *Pseurlotheridornys fejyari*, junto a la inexistencia de restos de cricétidos modernos indica para este yacimiento una edad anterior al Aragoniense, dentro de la biozona A del Ramblense, según la biozonación de Daams *et al.* (1987). (Montoya et al. 1996). Entre los macromamíferos, destacan en este yacimiento los restos óseos asociados que corresponden a una misma extremidad posterior de un calicotérido (*Perissodactyla*), ya que este grupo es francamente escaso en el registro fósil, y los restos (dientes, huesos y fragmentos de asta) del ciervo *Procervulus cf. ginsburgi* (DeMiguel et al 2010), que se encuentran entre fósiles de rumiantes con apéndices craneales más antiguos. Del género *Anchitherium* se han encontrado varios elementos dentarios y esqueléticos. Además, son frecuentes en este yacimiento los restos óseos de anfibios, reptiles y aves. También hay abundantes gasterópodos (helicidos) así como girogonitos de caráceas.
- **Alto de Ballester 2 (AB2):** Se encuentra a unos 300m hacia el NE del yacimiento anterior, en unas lutitas grises con muchos restos de gasterópodos expuestos en superficie (*Unidad C1 según Anadón et al 1988*), un lavado de sedimento mostro una fuerte similitud en micromamíferos, con el yacimiento anterior (Montoya et al. 1996).
- **Rubielos de Mora 1 (RM1):** Situado en Barranco Casas en unas capas de arenas (*Unidad C3 según Anadón et al 1988*) que constituyen la parte superior del relleno lacustre de la cuenca en su sector centro-occidental, este yacimiento está tapado por un vertedero ilegal que avanza en sentido del yacimiento. Este yacimiento ha dado restos de lagomorfos (*Prolagus vasconensis*, *Lagopsis peñai*), Insectívoros (*Galerix sp.*, *Sorex sp.*, *Talpidae ind.*), Rodentia (*Pseudodryomys aff. Ibericus*, *Pseudootheridomys feifari*), así como restos de macromamíferos como, *Perissodactyla (Anchitherium Aurelianense*, *Dicerorhinus cf. Tagicus*, *Dicerorhinus sp., cf.*) y *Artiodactylos (Palaeomeryx kaupi, Procervulus dichotomus)*.
- **Rubielos de Mora 2 (RM2):** Situado en el Cerro Porpol, en una capa de arcillas arenosas verdes (*Facies b1 en la unidad C3 según Anadón et al 1988*), muy rica en gasterópodos. Actualmente se encuentra en medio de una explotación de ganado taurino de lidia, con lo que es inaccesible,

haciéndose necesario ponerse en contacto con el ganadero de la zona para poder visitarlo, ya que las reses están en régimen de semi-libertad. Sanchiz (1977) encuentra en este yacimiento los anfibios *Chelotriton paradoxus* y *Rana pueyoi*. En cuanto a los mamíferos en este yacimiento podemos encontrar Insectívoros: (*Desmanella feifari*, *Desmanodon daamsi*, especies definidas en esta localidad por Gibert, 1974 y 1975 y Hoek Ostende, 1997 respectivamente, además de *Cordylodon intercedens*), Lagomorfos (*Lagopsis peñai*), Gliridos (*Peridyromys aquatilis* especie definida en este lugar por Bruijn y Moltzer, 1974), Eomyidos, y un perisodactilo (*Anchiterium* sp.) que datan el yacimiento como Aragoniense inferior (Montoya et al 1996).

- **Rubielos de Mora 3 (RM3):** Este yacimiento está situado en niveles arcilloarenosos (*Facies b1 en la unidad C3 según Anadón et al 1988*) pertenecientes al conjunto inferior (Mioceno inferior-medio), más concretamente al Ramblense-Aragoniense inferior según Cerdeño 1989. Es el yacimiento señalado por Aguirre y Moissenet (1972), gracias al descubrimiento de restos de un rinoceronte, que posteriormente fue atribuido a la especie *Brachypotherium aurelianense* por Cerdeño 1989, y de otros mamíferos (Montoya et al 1996).

### 2.3.2. Afloramientos de niveles “Konservat Fossil-Lagerstätten”

Los afloramientos de niveles que pueden ser calificados de conservación excepcional (Konservat Fossil-Lagerstätten), de la cuenca de Rubielos de Mora se restringen a los niveles de ritmitas bituminosas (*Facies b4 en la unidad C3 según Anadón et al 1988*), estos niveles han dado fósiles de plantas, anfibios e insectos los cuales están caracterizados por un bajo grado de descomposición, lo que se traduce en una baja tasa de desarticulación, en la preservación de estructuras blandas y órganos internos, así como de patrones de coloración alar (Montoya et al. 1996).

- **Alto de Ballester 1:** Superpuesto al yacimiento de mamíferos, Montoya et al (1996) señalan el afloramiento de niveles de limos laminados donde se han encontrado restos esqueléticos articulados del anfibio *Chelotriton*, junto a una asociación de vegetales compuesta en su mayoría por semillas del género *Potamogeton*, además de diferentes tipos de hojas. También aparecen en estas facies huevos de crustáceos cladóceros del género *Daphnia*, así como un gran número de ostrácodos.
- **Río Rubielos:** Las ritmitas bituminosas afloran cerca del pueblo de Rubielos de Mora en 8 sitios a lo largo de un barranco del río Rubielos, aunque cabe destacar que en la actualidad se encuentra en un recinto vallado para el ganado vacuno. Este afloramiento destaca por la excepcionalidad de conservación de sus fósiles, así como por la gran diversidad de los mismos. Se han registrado fósiles de 35 familias emplazadas en 12 órdenes de insectos, además de gran número de estados juveniles de anfibios urodelos en perfecta articulación y con impresión de los tejidos blandos (Chica y Peñalver, 1990), un ejemplar de miriápodo de la familia Scutigerae, grupo muy escaso en el registro fósil. También hay representación de huevos de resistencia (efipios) del crustáceo cladóceros *Daphnia*. Río Rubielos es localidad tipo para el lepidóptero *Zygaena? turolensis*, la especie más antigua de la familia Zygaenidae (Fernández-Rubio et al., 1991; Fernández-Rubio y Peñalver, 1994 en Montoya et al 1996).
- **Alto de la Venta.** Se encuentra cerca de las edificaciones de una explotación ganadera, es de fácil acceso y cuenta con un gran número de puntos o sitios donde afloran las ritmitas, Muestra problemas de inundación por alguna crecida del río. En este afloramiento los niveles son ricos en fósiles de insectos y vegetales, de aquí proviene el único ejemplar de hoja roída por oruga hallado

en la cuenca. También se han encontrado en este afloramiento restos de crustáceos, tanto ostrácodos como cladóceros del género *Daphnia*, así como ejemplares de Araneae (Montoya et al 1996).

- **Campo de Tiro.** Situado en las inmediaciones del punto limpio del pueblo, con una fuerte pendiente y degradado. Se han establecido medidas de reforestación con plantaciones de quercinias con Tubex. En este afloramiento se han encontrado abundantes restos de plantas y de insectos en estado de conservación excepcional.
- **Cerro Porpol.** Está situado en la zona más occidental de la cuenca. Las ritmitas bituminosas afloran en un barranco cercano a las antiguas construcciones mineras de la zona. Está localizado en medio de una explotación de ganado taurino de lidia, con lo que actualmente está inaccesible haciéndose necesario, hablar con el ganadero de la zona para poder visitarlo, ya que las reses están en régimen de semi-libertad. Se han encontrado insectos pertenecientes a los órdenes Odonata, Orthoptera, Homoptera, Heteroptera, Thysanoptera, Coleoptera, Hymenoptera y Diptera. Destacan la abundancia de los fósiles y la similitud con el afloramiento de Rio Rubielos. (Montoya et al 1996).

### 2.3.3. Muestreos y sondeos palinológicos.

- **Barranco de Aguarroya.** Este muestreo se sitúa a unos 500m al norte del yacimiento de Alto de Ballester 1, en unas facies lacustres terrígeno-carbonáticas (C2 según Anadón et al 1991). Este yacimiento ha dado muestras donde se estudiaron los restos de polen, las cuales arrojaron datos sobre la existencia de *Cathaya*, *Picea*, *Pinus*, *Ephedra*, *Carya*, *Engelhardia*, *Myrica*, *Alnus*, *Corylus*, *Rumex*, *Sáliz*, *Ilex*, *Acer* y *Potamogeton*, *Sequoia*, *Taxodium*, *Taxodiaceae-Cupressaceae* y *Sparganiaceae-Typhaceae*; y las familias *Sapotaceae* y *Poaceae*. Con sobrerepresentación de *Pinus* (Barrón y Santisteban, 1999).
- **El Bolaje (= Fuente del Rull).** Muestreo situado en los niveles de ritmitas bituminosas (C3 según Anadón et al 1988) y estudiado por Villanueva (2006-2007). Se encuentra situado cerca de un área extensa de repoblación forestal, lo cual hace que la zona de afloramiento pueda taparse. Se identificaron géneros de granos de esporas y de polen tanto de clima templado como tropicales, aunque se encontró una dominancia de taxa de clima templado. Dentro del conjunto de cálidos-templados eran dominantes las coníferas (*Cathaya*, *Ephedra*, *Glyptostrobus* o *Taxodium*, *Picea*, *Pinus*, y *Sequoia*) junto con angiospermas (*Acer*, *Alnus*, *Buxus*, *Carya*, *Engelhardia*, *Fagus*, *Ilex*, *Salix*, *Quercus*, *Compositae*, *Gramineae* y *Ulmáceas*).
- **Sondeo Rubielos de Mora-1.** Jiménez-Moreno et al (2007) realizaron un estudio palinológico de las muestras del testigo de un sondeo de alrededor de 400m de profundidad que atraviesa las tres principales unidades estratigráficas que describe Anadón et al 1988a, 1988b, del relleno de la cuenca. Este sondeo se sitúa cerca de la localidad de Rubielos de Mora (40°10'60N; 0°39'0W), más concretamente ligeramente al norte de Cerro Porpol. Recuperaron el 72% del material sondeado, las partes no recuperadas corresponden a litologías arenosas mientras que las partes mejor recuperadas se corresponden con los intervalos arcillo-limosos (ciclos laminados y masivos lutítico-lacustres). Destaca la presencia de xerofitas junto a taxones que requieren gran aporte de agua en el espectro polínico que arroja información de contrastes muy marcados entre diferentes paleoambientes, así como una marcada estacionalidad hídrica.

## 4. RESULTADOS.

### 3.1 Criterios de valoración y diseño de la ficha base.

Aguirre (1973) lo resume de la siguiente manera: *Los yacimientos y colecciones de fósiles, aparte de su valor científico, son fundamentales para el ejercicio práctico y la ilustración complementaria en todos los niveles educativos. Pero también hay que considerar su valor estético, cultural y con el turístico y de recreo, y la necesidad de perpetuar estos valores para generaciones venideras*». Esta premisa lanza el trabajo de la búsqueda de un marco general para el establecimiento de los criterios adecuados para la valoración del Patrimonio Paleontológico (Alcalá 1999).

Cada tipo de yacimiento o afloramiento (vertebrados, plantas, invertebrados...) es diferente, pero todos tienen partes comunes que pueden converger. Como base se han adoptado los criterios de valoración utilizados en yacimientos de mamíferos (inicialmente publicados en Morales y Alcalá, 1994), pero combinándolos con los criterios que propone el IGME para los Lugares de Interés Geológico (LIGs). En base a esto, para este trabajo se han definido los siguientes criterios (ver desarrollo de los mismos y cuantificación en el anexo I.1):

#### a) INTERÉS CIENTIFICO

- NATURALEZA DE LOS FÓSILES: Informa sobre la rareza o escasez de fósiles de ese tipo.
- EDAD GEOLÓGICA: Informa sobre si su edad es rara o escasa en el registro.
- LOCALIDAD TIPO: Informa sobre la cualidad del yacimiento como referencia sistemática o estratigráfica.
- PRESERVACIÓN: Informa sobre el estado de conservación presente e intenta informar sobre el estado de conservación futuro.
- ASOCIACIÓN CON RESTOS ARQUEOLÓGICOS: Informa sobre la relación con elementos de origen humano (interés arqueológico).
- BIODIVERSIDAD: Informa sobre la variedad de organismos que coexistían.
- INFORMACIÓN TAFONÓMICA: Informa sobre la cantidad y calidad de la información que se puede extraer.
- INTERES BIO- Y CRONOESTRATIGRAFICO: Informa sobre el interés para establecer una datación cronológica.
- SITIO DE INTERÉS GEOLÓGICO: Informa sobre la relevancia geológica de la zona.
- CONOCIMIENTO CIENTÍFICO FUTURO: Informa sobre el potencial científico del yacimiento en concreto.

#### b) INTERES SOCIOCULTURAL

- CARACTERÍSTICAS QUE EVIDENCIAN RIESGO A LA CONSERVACIÓN
  - FRAGILIDAD: Indica la facilidad de degradarse por sus características intrínsecas (litología, naturaleza o características).
  - VERTEDEROS: Informa sobre la existencia de un vertedero en el/los afloramientos y su grado de afección.
  - EXPOLIO: Indica sobre si los yacimientos son y han sido objeto de expolio.
  - EROSION: Indica el grado de erosión al que está sometido el yacimiento.
  - OTROS: Ligado a una mayor facilidad para el acceso de visitantes, mayor facilidad para los actos de vandalismo.

- **CARACTERISTICAS QUE AÑADEN VALOR**

- **SITUACIÓN GEOGRAFICA:** Informa sobre la cercanía geográfica a núcleos urbanos o infraestructuras.
- **VALOR HISTORICO:** Informa sobre la relación del yacimiento o la zona con la historia de la paleontología.
- **INTERÉS DIDÁCTICO:** Indica si el rasgo se presta con mayor o menor facilidad a la docencia o ya se utiliza para este fin.
- **INTERÉS TURÍSTICO:** Informa sobre si el lugar cumple las condiciones para la realización de actividades de ocio o recreativas, o si ya se utiliza para este fin. Ligado también a la potencialidad de uso.
- **VALOR COMPLEMENTARIO:** Informa si el lugar o el entorno goza además de otros elementos de interés patrimonial.

c) **INTERES SOCIOECONOMICO**

- **VALOR URBANO, DESARROLLO:** Informa sobre su ubicación en un núcleo urbano que pueden favorecer o impedir la utilización del lugar como factor de desarrollo local.
- **DESARROLLO LIGADO A LA EXPLOTACION MINERAL:** Informa sobre si se encuentra en un material explotable económicamente y si las condiciones socioeconómicas de la comarca están ligadas a su explotación.
- **OBRAS PUBLICAS:** Indica o informa sobre la situación logística, desarrollo de infraestructuras públicas o demás proyectos de fomento presentes y futuros de la zona.
- **VALOR ECONOMICO:** Informa sobre las condiciones socioeconómicas de la comarca, que pueden favorecer la utilización del lugar como factor de desarrollo local.

Estos criterios se han incorporado como campos de una base de datos en File Maker Pro (Fig. 3) y se ha rellenado un registro para cada yacimiento o afloramiento, teniendo en cuenta la cuantificación de los criterios (Anexo I.1),

CRITERIOS	ALTO DE BALLESTER	BARRANCO CASAS	CERRO PORPOL	RIO RUBIELOS	ALTO DE LA VENTA	CAMPO DE TIRO	EL BOLAJE (EL RULL)	CONCUD
Naturaleza de los fósiles	4	2	2	4	2	2	2	4
Edad Geológica	4	1	2	2	1	1	1	2
Localidad tipo	1	2	4	4	1	2	1	4
Preservación	2	0	2	4	4	4	2	2
Asociación con restos arqueológicos	0	0	0	0	0	0	0	4
Paleobiodiversidad	2	2	4	4	2	2	4	2
Información tafonomica	0	4	4	4	4	4	4	4
Interes Bio- Cronoestratigráfico	4	1	1	2	1	2	1	2
Sitio de interés Geológico	1	1	1	1	1	1	1	2
Sitio de interés Científico futuro	1	2	2	1	2	2	2	4
Fragilidad	0	2	2	2	2	2	2	1
Vertederos	0	4	0	0	0	2	0	0
Vulnerabilidad ante el expolio	0	2	2	2	4	4	2	1
Erosión	2	4	2	2	2	1	2	1
Otros	4	0	2	0	2	0	0	1
Situación geográfica	1	1	1	1	1	1	1	1
Valor histórico	2	0	4	2	0	0	0	4
Interes didáctico	0	0	2	4	2	4	2	2
Interés turístico	0	0	1	1	1	1	1	2
Valor complementario	2	1	4	2	1	1	1	4
Valor urbano (Desarrollo)	2	0	4	2	1	0	1	2
Desarrollo ligado a la explotación mineral	1	0	1	1	1	1	0	0
Obras públicas	1	4	0	0	4	1	1	4
Valor económico	2	2	2	2	2	2	2	1
Valor Total	24	11	33	35	17	25	21	46

Figura 3. Captura de pantalla de la base de datos creada con File Maker Pro de los valores cuantificados de los criterios que definen el uso científico, didáctico-turístico y estado patrimonial de los yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora y el yacimiento de Concud usado para validar la metodología

### 3.2 Valoración e interés patrimonial de los yacimientos/afloramientos.

La tabla 4, muestra los resultados obtenidos para un uso científico de los distintos yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora. En ella podemos observar que los afloramientos de ritmitas bituminosas (Konservat Fossil-Lagerstätten), además de su especial preservación, recalcan valores más que evidentes para su uso científico. Río Rubielos es, por excelencia, el mejor ejemplo de este tipo de conservación en la cuenca. Este afloramiento se caracteriza por la naturaleza de sus fósiles, la información tafonómica, la paleobiodiversidad y, sumándose a estas características, el hecho de ser localidad tipo. Todas estas características le confieren la nota más alta en cuanto al carácter científico. Otros afloramientos como Cerro Porpol están en esta misma tesitura, destacando la similitud con Río Rubielos a diferencia de que, la paleobiodiversidad es menor, aunque si es cierto, que si este afloramiento es muy rico en variedad de insectos, carece de vertebrados urodelos, aun así, al estar menos estudiado, es equiparable a la gran valoración de Río Rubielos para el uso científico. Campo de Tiro se presenta como el afloramiento donde los vegetales son los protagonistas con un estado de preservación excepcional. La paleobiodiversidad es más baja que los anteriores, la naturaleza de los fósiles no es tan buena y no es localidad tipo, pero tiene ventajas respecto a los otros en cuanto a su estudio científico futuro, ya que puede representar una puerta abierta a estudios científicos en la cuenca por su potencial de estudio elevado.

Criterios		USO CIENTÍFICO																		
		Yacimientos/Afloramientos																	CU	
		Fa.PON	AB	PON	BC	PON	CP	PON	RR	PON	AV	PON	CT	PON	BJ	PON	CD	PON		
VALOR CIENTÍFICO	Naturaleza de los fósiles	20	4	0,8	2	0,4	2	0,4	4	0,8	2	0,4	2	0,4	2	0,4	4	0,8	0,514	
	Edad Geológica	5	4	0,2	1	0,05	2	0,1	2	0,1	1	0,05	1	0,05	1	0,05	2	0,1	0,086	
	Localidad tipo	15	1	0,15	2	0,3	4	0,6	4	0,6	1	0,15	2	0,3	1	0,15	4	0,6	0,321	
	Preservación	10	2	0,2	0	0	2	0,2	4	0,4	4	0,4	4	0,4	2	0,2	2	0,2	0,257	
	Asociación con restos arqueológicos	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,4	0	
	Paleobiodiversidad	10	2	0,2	2	0,2	4	0,4	4	0,4	2	0,2	2	0,2	4	0,4	2	0,2	0,286	
	Información tafonomica	10	0	0	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	4	0,4	0,343	
	Interes Bio- Cronoestratigráfico	10	4	0,4	1	0,1	1	0,1	2	0,2	1	0,1	2	0,2	1	0,1	2	0,2	0,171	
	Sitio de interés Geológico	5	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	2	0,1	0,05	
	Sitio de interés Científico futuro	5	1	0,05	2	0,1	2	0,1	1	0,05	2	0,1	2	0,1	2	0,1	4	0,2	0,086	
RIESGO A LA CONSERVACIÓN	VALOR SOCIOCULTURAL	Fragilidad	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0
		Vertederos	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
		Vulnerabilidad ante el expolio	0	0	0	2	0	2	0	2	0	4	0	4	0	2	0	1	0	0
		Erosión	0	2	0	4	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2	0	1	0	0
		Otros	0	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0
VALOR DEL AFLORAMIENTO	VALOR SOCIOCULTURAL	Situación geográfica	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0
		Valor histórico	0	2	0	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
		Interes didáctico	0	0	0	0	0	2	0	4	0	2	0	4	0	2	0	2	0	0
		Interés turístico	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0
		Valor complementario	0	2	0	1	0	4	0	2	0	1	0	1	0	1	0	4	0	0
VALOR SOCIO-ECONÓMICO	VALOR SOCIO-ECONÓMICO	Valor urbano (Desarrollo)	0	2	0	0	0	4	0	2	0	1	0	0	0	1	0	2	0	0
		Desarrollo ligado a la explotación mineral	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
		Obras públicas	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	4	0	0	
		Valor económico	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0
<b>Valor Total</b>		<b>100</b>	<b>24</b>	<b>2,05</b>	<b>11</b>	<b>1,6</b>	<b>33</b>	<b>2,35</b>	<b>35</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>1,85</b>	<b>25</b>	<b>2,1</b>	<b>21</b>	<b>1,85</b>	<b>46</b>	<b>3,2</b>	<b>2,114</b>	

Fa.PON= Factor de ponderación; Pon= valor ponderado

AB= Alto de Ballester; BC= Barranco Casas; CP= Cerro Porpol;RR=Río Rubielos; AV= Alto de la Venta; CT= Campo de Tiro;BJ= El Bolaje; CD=Concud; CU= Cuenca en general

Tabla 4, Resultados de la valoración y ponderación para el uso científico de los yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora.

Alto de Ballester destaca por la naturaleza de algunos de los mamíferos fósiles bien por su antigüedad, bien porque la especie a la que pertenecen los restos es muy poco frecuente, además, el interés de este yacimiento reside en la gran cantidad de micromamíferos que contiene y por eso, es un punto clave de datación biocronológica. Al estar poco estudiado y con una paleobiodiversidad relativamente más baja no obtiene los grandes resultados de los afloramientos anteriores. Alto de la Venta, Barranco Casas, y El Bolaje son los menos valorados relativamente para el uso científico. En Alto de la Venta destaca la asociación de restos vegetales con los restos de insectos en un estado de preservación excepcional, además de su potencial para estudios científicos futuros, aunque por otra parte la paleobiodiversidad, localidad tipo, y el interés biocronológico son los puntos peor valorados. En Rubielos de Mora 1 el estado de conservación de los fósiles de macromamíferos no es bueno, encontrándose desarticulados y fragmentados como norma general, destaca por su rareza, está relativamente estudiado y es un yacimiento histórico. La valoración del afloramiento El bolaje (El Rull), ha sido muy difícil ya que no hay casi datos contenidos en la bibliografía, este afloramiento ha sido usado para estudiar con detalle la palinología de la cuenca, aportando datos sobre la paleoclimatología y el medio sedimentario.

Parámetros		USO DIDÁCTICO-TURÍSTICO																	
		Afloramientos																	
		Fa.	AB	BC	CP	RR	AV	CT	BJ	CD	CU	PON							
VALOR CIENTÍFICO	Naturaleza de los fósiles	5	4	0,2	2	0,1	2	0,1	4	0,2	2	0,1	2	0,1	2	0,1	4	0,2	0,13
	Edad Geológica	0	4	0	1	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0,00
	Localidad tipo	5	1	0,05	2	0,1	4	0,2	4	0,2	1	0,05	2	0,1	1	0,05	4	0,2	0,11
	Preservación	5	2	0,1	0	0	2	0,1	4	0,2	4	0,2	4	0,2	2	0,1	2	0,1	0,13
	Asociación con restos arqueológicos	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0,2	0,00
	Paleobiodiversidad	5	2	0,1	2	0,1	4	0,2	4	0,2	2	0,1	2	0,1	4	0,2	2	0,1	0,14
	Información tafonomica	0	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	0,00
	Interes Bio- Cronoestratigráfico	0	4	0	1	0	1	0	2	0	1	0	2	0	1	0	2	0	0,00
	Sitio de interés Geológico	5	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	2	0,1	0,05
	Sitio de interés Científico futuro	0	1	0	2	0	2	0	1	0	2	0	2	0	2	0	4	0	0,00
RIESGO A LA CONSERVACIÓN	VALOR SOCIOCULTURAL																		
	Fragilidad	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0,00
	Vertederos	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0,00
	Vulnerabilidad ante el expolio	0	0	0	2	0	2	0	2	0	4	0	4	0	2	0	1	0	0,00
	Erosión	0	2	0	4	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2	0	1	0	0,00
Otros	0	4	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0,00	
VALOR DEL AFLORAMIENTO	Situación geográfica	15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	0,15
	Valor histórico	10	2	0,2	0	0	4	0,4	2	0,2	0	0	0	0	0	0	4	0,4	0,11
	Interés didáctico	15	0	0	0	0	2	0,3	4	0,6	2	0,3	4	0,6	2	0,3	2	0,3	0,30
	Interés turístico	10	0	0	0	0	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	1	0,1	2	0,2	0,07
	Valor complementario	10	2	0,2	1	0,1	4	0,4	2	0,2	1	0,1	1	0,1	1	0,1	4	0,4	0,17
VALOR SOCIO-ECONÓMICO	Valor urbano (Desarrollo)	5	2	0,1	0	0	4	0,2	2	0,1	1	0,05	0	0	1	0,05	2	0,1	0,07
	Desarrollo ligado a la explotación mineral	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0,00
	Obras públicas	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	1	0	4	0	0,00
	Valor económico	5	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	2	0,1	1	0,05	0,10
<b>Valor Total</b>		<b>100</b>	<b>24</b>	<b>1,25</b>	<b>11</b>	<b>0,7</b>	<b>33</b>	<b>2,3</b>	<b>35</b>	<b>2,3</b>	<b>17</b>	<b>1,3</b>	<b>25</b>	<b>1,6</b>	<b>21</b>	<b>1,3</b>	<b>46</b>	<b>2,5</b>	<b>1,54</b>
Fa.PON= Factor de ponderación; Pon= valor ponderado																			
AB= Alto de Ballester; BC= Barranco Casas; CP= Cerro Porpol; RR=Rio Rubielos; AV= Alto de la Venta; CT= Campo de Tiro; BJ= El Bolaje; CD=Concud; CU= Cuenca en general																			

Tabla 5, Resultados de la valoración para el uso Didáctico-Turístico de los yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora.

En la Tabla 5, se muestran los resultados correspondientes al uso Didáctico-Turístico. En general para poder valorar el uso Didáctico-Turístico de los lugares las características empleadas han de estar

relacionadas con el valor social, aunque se incluyen parte de las características usadas para valorar el uso científico (estas últimas no las vamos a mencionar en esta descripción). El afloramiento que obtiene mayor puntuación para este uso es nuevamente Río Rubielos ya que además de que sus aptitudes para el uso científico son las mejores, cuenta con características más que propicias para el uso Didáctico-Turístico. Así, el valor urbano, situación geográfica y el valor complementario son inmejorables, ya que se encuentra junto al mismo pueblo. El interés didáctico es evidente, se llevan realizando congresos de paleontología y otras ciencias en la localidad desde hace años. Contamos con un afloramiento bastante accesible para cualquier persona y con abundantes restos, que aunque la extracción es difícil por las características litológicas, la facilidad de encontrar un fósil y que este sea excepcional es más que posible, por lo que requeriría la implementación de medidas de protección para evitar su expolio. Cerro Porpol es el segundo afloramiento mejor valorado cuenta con las mismas aptitudes científicas que Río Rubielos aunque la lejanía a la localidad de Rubielos de Mora y la inaccesibilidad al yacimiento/afloramiento le confieren una valoración menor para este uso. Campo de Tiro obtiene también valores altos para este uso, sobretodo en la parte científica, y en el interés didáctico gracias a la exclusividad de los buenos restos de vegetales que alberga, pero obtiene bajas puntuaciones en interés turístico, valor complementario y valor urbano. Alto de la Venta se presta también, aunque en menor medida, al uso didáctico, gracias a la cantidad de sitios que alberga, los tipos de fósiles y la accesibilidad. El Bolaje obtiene resultados muy bajos en la parte sociocultural y un poco más altos en la parte científica para el uso Didáctico-Turístico.

Rubielos de Mora 1 no cumple con estas premisas, es cierto que tiene un uso científico aceptable pero no es explotable su uso didáctico-Turístico, hecho que se enlaza con su pésimo estado patrimonial que veremos más adelante.

En la Tabla 6, se muestran los resultados correspondientes al estado patrimonial (conservación y posibles riesgos a la conservación) de los yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora. La valoración del estado patrimonial se hace puntuando aspectos como la fragilidad, erosión, vulnerabilidad ante el expolio o la cercanía de vertederos. Cuanta más puntuación logre cada aspecto peor será el estado patrimonial del afloramiento valorado.

Sobre el yacimiento de Alto de Ballester (AB1) se construyó una casa de campo, lo que para su estado patrimonial podría ser considerado como bueno ya que está protegido para la erosión, expolio, obras públicas, vertederos etc., pero está inhabilitado para cualquier uso. Igualmente ocurre con El bolaje que fue cubierto y actualmente su ubicación está dedicada a la plantación de arbolado, hecho que puede afectarlo si la capa de suelo es profunda. Cerro Porpol está expuesto pero su situación es buena ya que está dentro de los límites de una explotación de cría semiextensiva de toros de lidia, hecho que limita el expolio y mientras este dentro de los límites de zona privada estará protegido de la instalación de vertederos y obras públicas. Pero en contrapartida este hecho hace que se deje de lado la protección frente a la erosión, ya que se encuentra en los taludes de un barranco que porta aguas torrenciales en determinadas épocas del año con más que probables flujos turbulentos que son los más erosivos. El afloramiento de Río Rubielos hace años fue objeto de intensos expolios, aunque cuando se hizo la visita a este afloramiento para este trabajo no se observaron evidencias de que este hecho se siguiera produciendo, al estar en la zona de inundación del río Rubielos que le da nombre, la erosión es importante en épocas más húmedas, y la litología es fácilmente erosionable por los agentes externos con lo que es un afloramiento frágil. Alto de la Venta está en una posición parecida a Cerro Porpol con una alta fragilidad, está situado en una zona inundable en épocas húmedas y de fácil acceso lo que aumenta sus posibilidades a ser expoliado, se desconoce la susceptibilidad de obras públicas futuras o de instalación de posibles vertederos aunque suponemos que son muy bajas.

En cuanto pasamos a valorar el estado patrimonial de Rubielos de Mora 1 y Campo de Tiro la cosa cambia. Sobre la zona de Barranco Casas donde se ubica el yacimiento de Rubielos de Mora 1 existe de un vertedero ilegal, el cual tapa por completo el yacimiento y progada en sentido que lo hace el afloramiento, además, está muy expuesto a la erosión. Por otra parte, el punto limpio municipal se localiza a escasos 200m del afloramiento de Campo de Tiro, y hemos observado que el vertido incontrolado en sus inmediaciones está llenando de residuos la zona. A este hecho se le suma su alta fragilidad debido a que por su litología y pendiente es fácilmente erosionable y un intento de reforestar la zona con la plantación de arbolado. Además este afloramiento se encuentra en una zona relativamente accesible con vulnerabilidad de expolio, en la visita se observaron lajas sueltas caídas en el suelo procedentes de una manipulación reciente.

		ESTADO PATRIMONIAL																	
		Afloramientos																	
Parámetros		Fa.PON	AB	PON	BC	PON	CP	PON	RR	PON	AV	PON	CT	PON	BJ	PON	CD	PON	CU
VALOR GENÉTICO	Naturaleza de los fósiles	0	4	0	4	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	4	0	0,00
	Edad Geológica	0	2	0	4	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	2	0	0,00
	Localidad tipo	0	4	0	1	0	1	0	2	0	2	0	1	0	4	0	4	0	0,00
	Preservación	0	4	0	2	0	4	0	4	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0,00
	Asociación con restos arqueológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0,00
	Paleobiodiversidad	0	4	0	2	0	2	0	2	0	2	0	4	0	4	0	2	0	0,00
	Información tafonomica	0	4	0	0	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	0,00
	Interes Bio- Cronoestratigráfico	0	2	0	4	0	1	0	2	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0,00
	Sitio de interés Geológico	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0,00
	Sitio de interés Científico futuro	0	1	0	1	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	4	0	0,00
RIESGO A LA CONSERVACIÓN	VALOR SOCIOCULTURAL																		
	Fragilidad	10	2	0,2	0	0	2	0,2	2	0,2	2	0,2	2	0,2	2	0,2	1	0,1	0,17
	Vertederos	25	0	0	0	0	0	0	2	0,5	4	1	0	0	0	0	0	0	0,21
	Vulnerabilidad ante el expolio	20	2	0,4	0	0	4	0,8	4	0,8	2	0,4	2	0,4	2	0,4	1	0,2	0,46
	Erosión	15	2	0,3	2	0,3	2	0,3	1	0,15	4	0,6	2	0,3	2	0,3	1	0,15	0,32
Otros	5	0	0	4	0,2	2	0,1	0	0	0	0	0	0	2	0,1	1	0,05	0,06	
VALOR DEL AFLORAMIENTO	Situación geográfica	5	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	0,05
	Valor histórico	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0,00
	Interes didáctico	0	4	0	0	0	2	0	4	0	0	0	2	0	2	0	2	0	0,00
	Interés turístico	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0,00
	Valor complementario	0	2	0	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4	0	4	0	0,00
VALOR SOCIO-ECONÓMICO	Valor urbano (Desarrollo)	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4	0	2	0	0,00
	Desarrollo ligado a la explotación mineral	5	1	0,05	1	0,05	1	0,05	1	0,05	0	0	0	0	1	0,05	0	0	0,04
	Obras públicas	15	0	0	1	0,15	0	0	4	0,6	4	0,6	1	0,15	0	0	4	0,6	0,21
	Valor económico	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	0,00
<b>Valor Total</b>		<b>100</b>	<b>35</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>0,75</b>	<b>17</b>	<b>1,5</b>	<b>25</b>	<b>2,35</b>	<b>11</b>	<b>2,85</b>	<b>21</b>	<b>1,1</b>	<b>33</b>	<b>1,1</b>	<b>46</b>	<b>1,15</b>	<b>1,52</b>
Fa.PON= Factor de ponderación; Pon= valor ponderado																			
AB= Alto de Ballester; BC= Barranco Casas; CP= Cerro Porpol;RR=Rio Rubielos; AV= Alto de la Venta; CT= Campo de Tiro;BJ= El Bolaje; CD=Concud; CU= Cuenca en general																			

Tabla 6, Resultados de la valoración del estado patrimonial de los yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora.

En las gráficas que se muestran en la Figura 4 se comparan las valoraciones ponderadas de los yacimientos/afloramientos visitados en campo para los usos potenciales (Científico y Didáctico-Turístico) y el estado patrimonial (las gráficas individuales de los resultados obtenidos para cada yacimiento/afloramiento se pueden consultar en el anexo I.2) De esta manera podemos comprobar las características mejor valoradas de una manera conjunta para todos los afloramientos de la cuenca.

Para el uso científico, en general los afloramientos presentan características excelentes, sobretodo destacan en cuanto a la naturaleza de los fósiles, localidad tipo, preservación, paleobiodiversidad y por último la información tafonómica.

Para el uso Didáctico-Turístico los afloramientos destacan por la situación geográfica, el valor histórico, y el interés turístico (este último es muy importante ya que prevé la potencialidad de los afloramientos para ser puestos en valor o musealizados).

El estado patrimonial en general no es bueno, como se muestra en la gráfica, hay serios problemas en determinados afloramientos en cuanto a vertederos, vulnerabilidad ante el expolio, obras públicas y erosión.

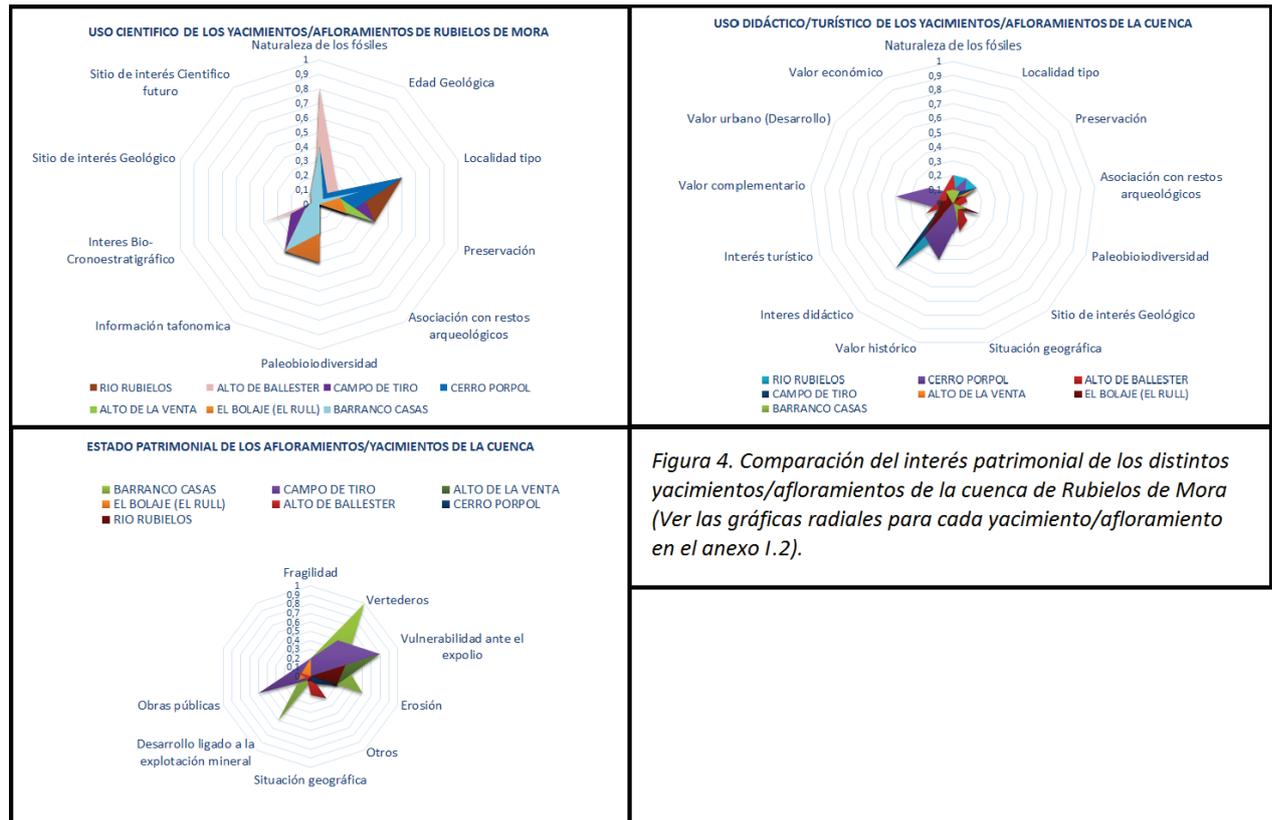


Figura 4. Comparación del interés patrimonial de los distintos yacimientos/afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora (Ver las gráficas radiales para cada yacimiento/afloramiento en el anexo 1.2).

### 3.3 Valoración global de los recursos patrimoniales de la cuenca

La valoración global de la cuenca (que se ha calculado realizando la media aritmética de los valores ponderados obtenidos por los yacimientos/afloramientos) se puede ver en la figura 5, representa un compendio de los valores para los dos usos potenciales considerados y para el estado patrimonial. Este compendio nos arroja información general de los recursos patrimoniales del Mioceno inferior-medio de la cuenca, sin detenernos en las particularidades de cada yacimiento/afloramiento.

1. Para la valoración del uso científico un valor total medio de 2.05 puntos en una escala de 4, representa una alta valoración para este uso. Sin embargo, la gráfica evidencia carencias netas en algunos de los criterios considerados.
2. Para el uso Didáctico-Turístico apreciamos valores relativamente bajos. Aunque nos muestra una buena situación geográfica y un valor didáctico predominante, que se debería de aprovechar, su interés turístico es menor.
3. En cuanto al estado patrimonial general de los recursos patrimoniales de la cuenca, apreciamos los valores más altos de riesgo en los criterios expolio, vandalismo (Otros) y erosión, y deberemos

de tenerlos en cuenta. En la media general, el problema de los vertederos se diluye ya que afecta solo a dos de los yacimientos/afloramientos.

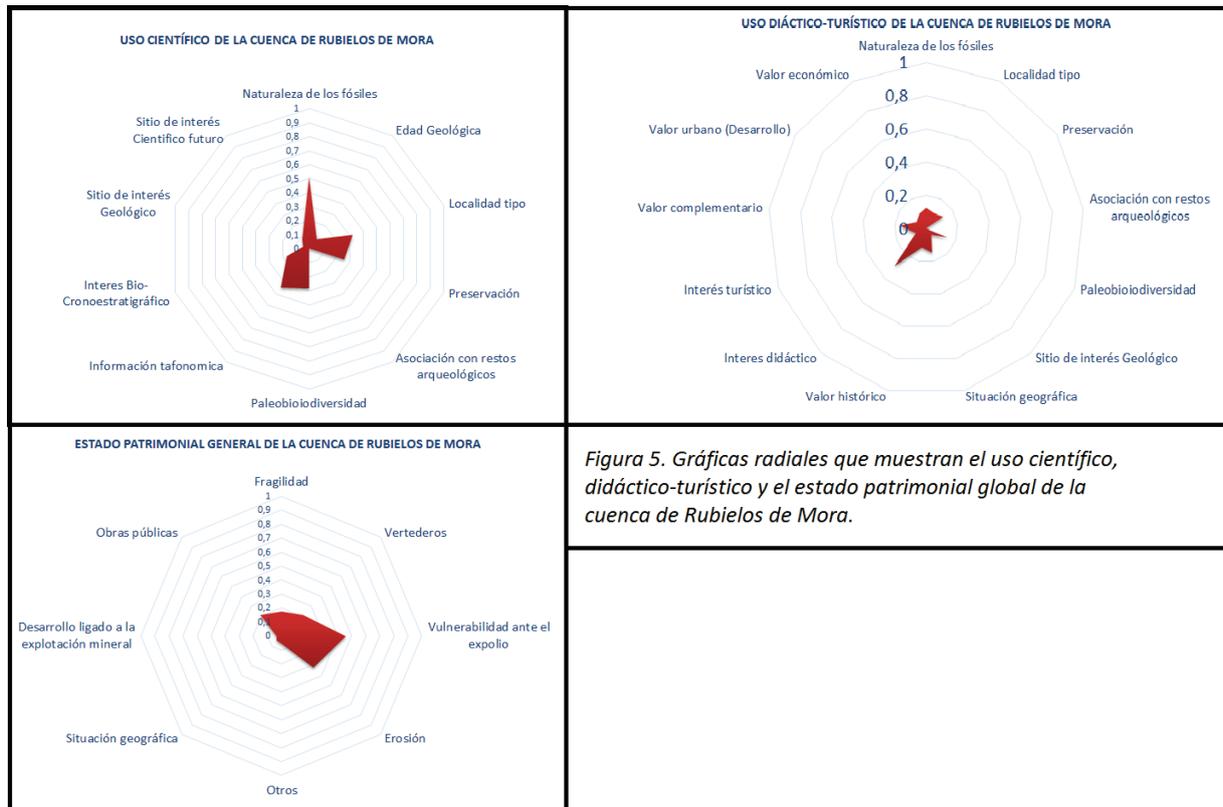


Figura 5. Gráficas radiales que muestran el uso científico, didáctico-turístico y el estado patrimonial global de la cuenca de Rubielos de Mora.

#### 4. DISCUSION Y PROPUESTAS DE ACTUACIÓN

Los diferentes resultados obtenidos en la evaluación de los usos potenciales de los afloramientos de la cuenca de Rubielos de Mora, son el reflejo de las puntuaciones obtenidas de cara a la posible adopción de medidas de actuación, que deberán ser definidas específicamente para cada yacimiento/afloramiento atendiendo no sólo a su calificación, sino a las particularidades que lo diferencian del resto.

Así, si atendemos a la calificación numérica menor o mayor de 2 en el interés para su uso potencial, podemos proponer un tipo de acción a realizar a escoger entre acciones pasivas y activas (Tabla 7). Las acciones pasivas podrían ser por ejemplo: inclusión de los yacimientos/afloramientos en inventarios o catálogos oficiales, la promoción de sus bienes en congresos, la promoción publicitaria de la zona en museos de las grandes ciudades, talleres y jornadas informativas hacia la población local etc. y se aplicaran a los yacimientos/afloramientos cuya valoración sea inferior a 2. Las posibles medidas activas podrían ser la realización de campañas didáctico-científicas (excavaciones intensivas, campos de trabajo en verano para estudiantes...) en los yacimientos/afloramientos, campañas de prospección de nuevos yacimientos/afloramientos, establecimiento de paneles informativos con pequeñas muestras a pie de campo y recorrido paleontológico (como una ruta turística), limpieza de los mismos, adecuación para su visita (hacerlos más accesibles) etc. en esta situación encontramos a los yacimientos/afloramientos cuya valoración sea superior a 2.

Si hablamos del estado patrimonial, las medidas de protección a escoger podrán ser, urgentes, a corto plazo o a largo plazo (Tabla 7) ya que se hace necesario establecer una prioridad de actuación para

maximizar la rentabilidad de las medidas correctivas encaminadas a preservar en el futuro los bienes de carácter paleontológico de la cuenca y así, poder incrementar el uso potencial de los mismos. Estas medidas dependerán de las características de cada afloramiento/yacimiento y según sean, podrán ser estructurales (como obras de ingeniería que eviten la erosión por escorrentía, inundaciones etc.; vallado de los puntos más sensibles ante el expolio, limpieza de vertederos, etc.) y no estructurales (como la declaración de vertederos ilegales en Barranco casas (RM1) y Campo de Tiro, vigilancia por parte de los cuerpos de seguridad del estado, inclusión en alguna figura de protección etc.) o una mezcla de las dos.

YACIMIENTOS /AFLORAMIENTOS	USO CIENTÍFICO	USO DIDÁCTICO-TURÍSTICO	ESTADO PATRIMONIAL
ALTO DE BALLESTER	ACCION ACTIVA	ACCION PASIVA	PROTECCION A CORTO PLAZO
BARRANCO CASAS	ACCION PASIVA	SIN VALOR	PROTECCION URGENTE
CERRO PORPOL	ACCION ACTIVA	ACCION ACTIVA	PROTECCION A CORTO PLAZO
RIO RUBIELOS	ACCION ACTIVA	ACCION ACTIVA	PROTECCION A CORTO PLAZO
ALTO DE LA VENTA	ACCION PASIVA	ACCION PASIVA	PROTECCION A CORTO PLAZO
CAMPO DE TIRO	ACCION PASIVA	ACCION PASIVA	PROTECCION URGENTE
EL BOLAJE (EL RULL)	ACCION PASIVA	ACCION PASIVA	PROTECCION A CORTO PLAZO

*Tabla 7. Clasificación de acciones y medidas de protección recomendadas para cada yacimiento/afloramiento de la cuenca de Rubielos de Mora.*

La tabla 8 recoge las medidas que se proponen según las necesidades de cada afloramiento/yacimiento. Para ello se han tenido en cuenta que criterios han sido los mejor puntuados, que tipo de características intrínsecas tiene cada uno y como aprovechar sus potencialidades.

YACIMIENTOS /AFLORAMIENTOS	MEDIDAS QUE POTENCIEN EL USO CIENTÍFICO	MEDIDAS QUE POTENCIEN USO DIDÁCTICO-TURÍSTICO	MEDIDAS QUE CONSERVEN ESTADO PATRIMONIAL
ALTO DE BALLESTER	Campañas de prospección	Inclusión en inventarios o en el catalogo de yacimientos fosiles de Aragón.	Inclusión en alguna figura de protección.
BARRANCO CASAS	Campañas de prospección	No es apto, se podria usar la prospección como gancho didáctico.	Inclusión en alguna figura de protección, limpieza urgente, calificar de vertedero ilegal y persecución de los usuarios de dicho vertedero por parte de la administración.
CERRO PORPOL	Excavación intensiva y uso de los bienes muebles en museos.	Campos de trabajo, recorrido turístico-didáctico de estudiantes y promoción del Konservat Fossil-Lagerstätten	Inclusión en alguna figura de protección
RIO RUBIELOS	Excavacion intensiva y uso de los bienes inmuebles como museo.	Campos de trabajo, recorrido turístico-didáctico de estudiantes y promoción del Konservat Fossil-Lagerstätten	Obras de proteccion para evitar la erosion en las riadas e instalar paneles informativos a pie del lugar.
ALTO DE LA VENTA	Inclusión en inventarios o en el catalogo de yacimientos fosiles de Aragón.	Inclusión en inventarios o en el catalogo de yacimientos fosiles de Aragón.	Inclusión en alguna figura de protección.
CAMPO DE TIRO	Campañas de excavación intensivas y de prospección	Inclusión en inventarios o en el catalogo de yacimientos fosiles de Aragón.	Inclusión en alguna figura de protección, establecimiento de vigilancia ante el abandono de basura en el lugar y limpieza urgente de mismo
EL BOLAJE (EL RULL)	Campañas informativas sobre los descubrimientos en este lugar.	Inclusión en inventarios o en el catalogo de yacimientos fosiles de Aragón.	Inclusión en alguna figura de protección y vigilancia del sistema radicular del arbolado

*Tabla 8. Propuesta de posibles acciones aplicables a cada yacimiento/afloramiento de la cuenca de Rubielos de Mora.*

Según las Tablas 7 y 8, Alto de Ballester es un punto donde los fósiles al ser raros y de vertebrados, puede llamar la atención para su uso didáctico-turístico, pero para que esto ocurra primero se han de prospectar más zonas para dar salida a este uso debido a que actualmente el yacimiento/afloramiento está completamente tapado. Barranco casas (RM1) está en una situación parecida exceptuando que esta vez, el yacimiento/afloramiento corre peligro de desaparecer y hay que optar por revertir esta situación. Cerro Porpol (RM2, CP), ostenta unas muy buenas potencialidades científicas y didáctico-turísticas, pero debido a que se encuentra dentro de un campo de cría de toros de lidia se hace necesario la actuación o su aprovechamiento en épocas muy puntuales y de manera muy rápida, es decir, su aprovechamiento tiene que producirse durante poco tiempo y de manera muy intensiva. Rio Rubielos es el yacimiento/afloramiento con mayores potencialidades y con mejor estado patrimonial de la cuenca de cara a una posible explotación, aun así, debido a su importancia se debería de actuar para conservar su estado patrimonial ya que debería ser el eje o el motor que soportara la gestión patrimonial de toda la cuenca. Alto de la Venta es potencialmente muy atractivo para la prospección y el uso didáctico-turístico, pero para que esto se manifieste, se hace necesario que se conozca y se proteja y se validen sus cualidades experimentando con campañas didáctico-turísticas. Campo de Tiro es muy importante científicamente y podría serlo también didáctico-turísticamente, pero para ello hay que solucionar primero el actual estado patrimonial. El Bolaje (El Rull) no tiene mucha importancia didáctico-turística ya que sus restos fósiles son en esencia, palinológicos, aunque la información de que este sitio existe y qué importancia científica tiene, podría ser tenida en cuenta en otros yacimientos/afloramientos.

## 5. CONCLUSIONS

In order to assess the relative importance of paleontological sites/outcrops of the Rubielos de Mora lacustrine basin, the methodological procedure is improved to make it more efficient and realistic. Criteria take into account the diverse properties recognized by paleontologists to value the scientific relevance. But other criteria were considered related to the socio-cultural and socio-economic role attributed to fossil sites by local communities. Each criterion was quantified by a scale of increasing heritage value, and the overall value of sites/outcrops are calculated in relation to a specific use or to their conservation state. This addresses the question of whether this site is fragile or vulnerable and whether there has been any negative impact to the site that has diminished its paleontological values. The overall value is used for decision-making in relation to educational purposes, sustainable use and geotourism and how the site may impact social interest aroused by its fossils. The sites that obtain high scores are evaluated to be placed in the group that needs public policy to ensure their preservation and conservation.

Generally speaking, it has been shown that Rubielos de Mora basin is a relevant area for scientific interest, it cannot be said the same regarding the socio-cultural or socio-economic spheres though. This is due to the fact that most of the interesting sites/outcrops are in private properties in which the land is used for rearing of animals, or they are vulnerable or are affected by negative impacts. With regard to the scientific use, the most relevant sites/outcrops are Rio Rubielos, Alto Ballester, Cerro Porpol and Campo de Tiro. Rio Rubielos have also high scores for didactic-touristic use because of its scientific and educational importance, and also, Cerro Porpol due to its great historic and complementary value.

According to the results, some specific recommendation can be pointed out:

1. As Rio Rubielos is the most important outcrop, with high scores not only for a scientific but also educational-touristic use, it can be used as a key mover for geotourism in this area.
2. It is necessary to establish urgent protective and improvement policies in Barranco Casas and Campo de Tiro outcrops due to their bad conservation state.
3. Taking actions in order to promote the exploitation of Rubielos de Mora sites. Whole-landscape considerations would be useful to provide a wider, holistic approach to heritage protection. It could add more quality to the cultural and natural heritages of Aragon, and especially of Teruel.
4. Taking actions in order to promote the recognition of new sites, not yet identified, that may be discovered by future researchers.

The Rubielos de Mora basin contains excellent paleontological sites/outcrops for a scientific use and suitable for a educational-touristic use, after the establishment of protective use actions. These features clearly underline and justify the consideration of these sites/outcrops as a part of the Aragon Heritage and could make them an area of special interest for Geoconservation and the geotourism. The challenge is not how to leave the sites/outcrops unmodified but how to maintain and recreate them for the interest of science as well as for public enjoyment.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, E. 1973. *Conservación e historia de la naturaleza*. Boletín Estación Central de Ecología, 2: 89-97.
- Aguirre, E. y Moissenet, E. (1972). Précisions sur le gisement miocene de Rubielos de Mora (Province de Teruel, Espagne). *Melanges de la Casa de Velázquez*, 8: 561-564.
- Alcalá, B. (1997). Prospección palinológica en el Neógeno de Teruel. *Revista del Instituto de estudios turolenses*, 85(1): 9-20.
- Alcalá, L. (1999). Reflexiones acerca de la protección del patrimonio paleontológico en España. *Coloquios de Paleontología*, 50: 45-51.
- Alcalá, L. y Morales, J. (1994). Towards a definition of spanish pálaeontological Heritage. En: *Geological and Landscape conservation* (O'Halloran, Green, C., Harley, M., M. y Knill, j., eds.). Geological Society, Londres, 57-61.
- Álvarez Sierra, M. A. y Daams, R. (1987). *Pseudotheridomys fejfari*, a new species of Eomyidae (Rodentia) from the Lower Miocene of North Teruel (Spain). *Scripta Geologica*, Leiden, 83: 19-26.
- Álvarez-Ramis, C. y Fernández-Marrón, T. (1994). Conexiones establecidas entre los palinomorfos y los macrorestos vegetales del Mioceno medio de Rubielos de Mora (Teruel). En: *Polen y esporas: contribución a su conocimiento. VLII Simposio de Palinología (A.P.L.E.)* (De Irene La-Seina, eds.), Tenerife, 323-331.
- Anadón, P. (1983). Características generales de diversas cuencas lacustres terciarias con pizarras bituminosas del NE de la Península Ibérica. *Comunicaciones del X Congreso Nacional de Sedimentología*, 1: 9-12.
- Anadón, P., Cabrera, L. y Julià, R. (1988a). Anoxic-oxic cyclical lacustrine sedimentation in the Miocene Rubielos de Mora Basin (Spain). En: *Lacustrine Petroleum Source Rocks. Geological Society of London Special Publication* (Kelts, K., Fleet, A. & Talbot, M., Eds.), Londres, 40: 353-367.

- Anadón, P.; Cabrera, L.; Julià, R. y Marzo, M. (1991). Sequential arrangement and asymmetrical fill in the Miocene Rubielos de Mora Basin (northeast Spain). En: *Lacustrine Facies Analysis* (Anadón P., Cabrera L., y Kelts k., eds.). Special publication of International Association of Sedimentologist. Londres, 13: 257-275.
- Anadón, P., Cabrera, L., Ingles, M., Julià, R. y Marzo, M. (1988b). Excursion Guidebook - The Miocene Lacustrine Basin of Rubielos de Mora. En: *Lacustrine facies models in Rift Systems and related natural resources, International Workshop-Field Seminar*, (Anadón, P., Cabrera, L. y Julià, M., eds.). Barcelona, 40: 353-367.
- Anadón, P., Cabrera, L., Julia, R., Roca, E. and Rosell, L. (1989). Lacustrine oil-shale basins in tertiary grabens from NE Spain (western european rift system). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 70: 7-28.
- Barrón, E. (1997). Estudio paleobotánico de la cuenca miocena inferior de Rubielos de Mora (Teruel, España). En: *Libro de Resúmenes y Excursiones de XIII Jornadas de Paleontología*, (Grandal A., D'Anglade, Gutiérrez-Marco J.C. y Santos Fidalgo L., eds.), 149-151.
- Barrón, E. y Santisteban, C. (1999). Estudio palinológico de la cuenca miocena de Rubielos de Mora (Teruel, España). Aspectos paleoecológicos y paleobiogeográficos. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural (Sección Geológica)*, 95(1-4): 67-82.
- Barrón, E. & Diéguez, C. (2001). Estudio macroflorístico del Mioceno Inferior lacustre de la Cuenca de Rubielos de Mora (Teruel, España). *Boletín Geológico y Minero*, 112 (2): 13-56.
- Barrón, E.; Rivas Carballo, M.R. y Valle, M.F. (1996). Síntesis bibliográfica de la vegetación y clima de la Península Ibérica durante el Neógeno. *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario, 225-236.
- Bruijn, H. de and Moltzer, J. G. (1974). The rodents from Rubielos de Mora: the first evidence of the existence of different biotopes the Early Miocene of eastern Spain. *Proceedings Koninkle Nederlanden Akademie Van Wetenschappen, B.*, 77: 129- 145.
- Crusafont, M., Gautier, F. y Ginsburg, L. (1966). Mise en évidence du Vindobonien inférieur continental dans l'Est de la province de Teruel (Espagne). *Compte Rendu Somraire des Séances de la Société Géologique de France*, 1: 30-31.
- Demiguel D., Azanza B. y Morales J. (2010). Trophic flexibility within the oldest Cervidae lineage to persist through the Miocene Climatic optimum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 289: 81-92.
- Demiguel, D.; Quirarte, V.; Azanza, B.; Montoya, P. y Morales, J. (2012). Dietary behaviour and competition for vegetal resources in two Early Miocene peccoran ruminants from Central Spain. *Geodiversitas*, 34 (2): 425-443.
- Fernández Marrón, T., y Alvarez-Ramis, C. (1988). *Note préliminaire sur l'étude paléobotanique du gisement de Rubielos de Mora (Teruel, Espagne)*. Résumés Seminaire de Paleobotanique. Organisation Francaise de Paleobotanique, Lille, 7.
- Fernandez Navarro, L. (1914). La cuenca petrolífera de Rubielos de Mora. *Revista de la Academia de Ciencias*, 13: 237-255.
- Fernández Rubio, F.; Peñalver, E. y Martínez-Delclos, X. (1991). Una nueva especie de Lepidoptera Zygaenidae del Mioceno de Rubielos de Mora (Teruel). Descripción y filogenia. *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Alava*, 6: 77-93.

- Fernández Rubio, F. y Peñalver, E. (1994). Un nuevo ejemplar fósil de *Zygaena? turolensis* Fernández Rubio, Peñalver y Martínez-Delclós, 1991 (Lepidoptera, Zygaenidae). *Estudios del Museo de Ciencias Naturales de Alava*, 9: 39-48.
- Ferrer, J.; Roiron, P.; Liñán, E.; Díez, J.B. y Muñoz-Barragán, P. (1998). *La riqueza paleobotánica de Rubielos de Mora*. . I Jornadas sobre el Patrimonio de la provincia de Teruel. Paleontología. Rubielos de Mora. 449.
- García Cortes A.; Carcavilla L.; Díaz Martínez E.; Vegas V. (2014). *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Área de Investigación en Patrimonio Geológico y Minero del I.G.M.E., 64.
- Gavala, J. (1921). Nota acerca de los yacimientos de lignitos y pizarras bituminosas de Rubielos de Mora (Teruel). *Boletín del I.G.M.E.*, 42(2): 263-302.
- Gibert, J. (1975). New insectivores from the Miocene of Spain. *Proceedings Koninkle Nederlanden Akademie Van Wetenschappen, B.*, 78 (2): 108-133.
- Heie, O.E. y Peñalver, E. (1999). Palaeophylloxera nov. Gen., the first fossil specimen of the family Phylloxeridae (Hemiptera: Phylloxeroidea); Lower Miocene of Spain. *Geobios*, 32 (4): 593-597.
- Hernández-Sampelayo, P. y Cincúnegui, M. (1926). Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 6 (3): 3-86.
- Herczek, A.; Popov, Y.A. y Peñalver, E. (2000). The first record of cyclapinous plant bugs from the Lower Miocene of Spain: *Aragocylapus miocaenicus* n. gen., n.sp. (Heteroptera: Miridae: Cyclapinae). *Acta Geológica Hispánica*, 35 (1-2): 183-188.
- Jiménez Moreno G., Fauquette S., Suc J.-P. y Aziz H. A. (2007a). Early Miocene repetitive vegetation and climatic changes in the lacustrine deposits of the Rubielos de Mora Basin (Teruel, NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 250: 101-113.
- Jiménez Moreno G., Aziz H. A., Rodríguez-Tovar F. J., Pardo Igúzquiza E. y Suc J.-P. (2007b). Palynological evidence for astronomical forcing in Early Miocene lacustrine deposits from Rubielos de Mora Basin (NE Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 252: 601-616.
- López Martínez, N. (1989). Revisión sistemática y biostratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España. *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 3: 1-350.
- Martínez Delclos, X., Belinchón, M. y Peñalver, E. (1989). *Insectos del Mioceno. Rubielos de Mora (Teruel)*. Resúmenes de comunicaciones V Jornadas de Paleontología, 97-98.
- Martínez Delclos, X., Peñalver, E. y Belinchón, M. (1991). Primeras aportaciones al estudio de los insectos del Mioceno de Rubielos de Mora, Teruel (España). *Revista Española de Paleontología*, nº Extraordinario, 125: 1-37.
- Melendez, G., Peñalver E., *El patrimonio paleontológico de Teruel*. I Jornadas sobre el Patrimonio de la provincia de Teruel. Paleontología. Rubielos de Mora. 449.
- Montoya, P., Peñalver, E., Ruiz-Sánchez, F.J., De Santisteban, C., Alcalá, L., Belinchón, M. y Lacomba, J.I. (1996). Los yacimientos paleontológicos de la cuenca terciaria continental de Rubielos de Mora (Aragón). *Revista Española de Paleontología*, nº extraordinario: 215-224.
- Roiron, P. (1992). Flores, végétation et climats du Neogène Méditerranéen: apports de macroflores du Sud de la France et du Nord-Est de l'Espagne, Université de Montpellier 2, Montpellier. 367.
- Roiron, P., Ferrer, J., Liñán, E., Rubio, C., Díez, J.B., Popescu, S. y Suc, J.P., (1999). The flora of the Rubielos de Mora lacustrine basin: climatic conditions during the Lower Miocene in the Teruel region (Spain). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 329 (II): 897-904.

- Rubio, C., (2001), *Geología y paleobotánica del Mioceno lacustre del sector Este de la localidad turolense de Rubielos de Mora (Barranco de Alto Ballester)*, Tesis de Licenciatura (inédita), Universidad de Zaragoza. 123.
- Rubio, C.; Díez, J.B. y Ferrer, J. (2000a). Asociaciones fósiles representadas en los materiales miocenos de Rubielos de Mora, Teruel. Un buen ejemplo del rico patrimonio paleontológico aragonés. *Resúmenes del I Congreso Ibérico de Paleontología/ XVI Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*. 185-186.
- Rubio, C.; Roiron, P.; Ferrer, J.; Liñán, E.; Díez, J.B.; Popescu, S. y Suc, J.P. (2000b). Nouvelles données sur la stratigraphie et les flores du bassin miocène de Rubielos de Mora (Teruel, Espagne). En: *10<sup>ème</sup> Colloque de l'Organisation FranVaise de Paléobotanique* (Ferrer, J., Díez, J.B., Rubio, C. y Dies, M.E., eds.), Monografías de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas, Químicas y Naturales de Zaragoza, 16: 36-46.
- Sanchiz, F. B. (1977). Catálogo de los anfibios fósiles de España. *Acta Geológica Hispánica*, 12: 103-107.
- Urban M. A., Nelson D. M., Jimenez-Moreno G., Chateaufeuf J.- J., Pearson A. y Hu F. S. (2010). Isotopic evidence of C4 grasses in southwestern Europe during the early Oligocene middle Miocene, *Geology*, 38: 1091–1094.
- Peñalver E., (1998). *Estudio tafonomico y paleoecologico de los insectos del Mioceno de Rubielos de Mora (Teruel)*, Instituto de Estudios Turolenses. Teruel, 179 p.
- Peñalver, E. y Martínez Delclòs, X. (1997). Evidencias de interacción entre insectos y plantas durante el Mioceno (cuencas lacustres de Rubielos de Mora, Teruel y Ribelsabes-Alcora, Castellón). En: *Avances en el conocimiento del Terciario Ibérico*. (Calvo J.P. y Morales J., eds.), 153-155.
- Peñalver, E. y Baena, M. (2000). Primer registro fósil del género *Dicyphus* (Insecta: Hemiptera: Miridae); Mioceno Inferior de Teruel (España). *Revista Española de Paleontología*, 15 (1): 49-56.
- Peñalver, E.; Martínez Delclòs, X. y De Renzi, M. (1996). Registro de pulgas de agua [Cladocera: Daphniidae: *Daphnia* (Ctenodaphnia)] en el Mioceno de Rubielos de Mora (Teruel, España). *2ª Reunión de Tafonomía y Fosilización*, 311-317.
- Peñalver, E.; Martínez Delclòs, X. y Serra, A. (1997). Hallazgo del género *Lithobius* (Chilopoda, Lithobiomorpha) en el registro fósil del Mioceno de Rubielos de Mora. En: *Avances en el conocimiento del Terciario Ibérico*. (Calvo J.P. y Morales J., eds.), 149-152.
- Prado, J. G., Suárez-Ruiz, I., Borrego, M. A. G. and García, A. M. (1988). The nature of organic matter in oil shales from Rubielos de Mora. *International Workshop "Lacustrine facies models in rift system and related natural resources"* Barcelona-Rubielos de Mora. Abstracts, 1.
- Villanueva Amadoz, U., (2006-2007). Estudio paleopalinoológico de Rubielos de Mora (Teruel) y sus implicaciones paleoclimaticas. *Resumen del trabajo realizado con una ayuda concedida por el Instituto de Estudios Turolenses en su XXI Concurso de Ayudas a la Investigación de 2003*. Área de Paleontología, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. 91(I): 27-53.