

# La Rioja física

Arsenio Muñoz Jiménez  
Geólogo  
Departamento de  
Ciencias de la Tierra,  
Universidad de Zaragoza

*En este trabajo se presentan las principales características de La Rioja desde un punto de vista físico según la Geología, Geografía, Climatología y Edafología. En un primer apartado se caracterizan las principales unidades morfoestructurales riojanas y se presenta la historia geológica de La Rioja, que nos lleva desde la sedimentación de los primeros materiales hasta la actualidad. Este paseo por el tiempo pone de manifiesto los drásticos cambios experimentados dentro de una zona tan pequeña como La Rioja, en la que la posición de sierras y cuencas sedimentarias se han ido sucediendo en el mismo lugar a lo largo del tiempo. En un segundo apartado se muestra la estrecha relación existente entre los aspectos litológicos resultantes de la evolución geológica y el relieve que se expone ante nuestros ojos, siendo este condicionante litológico el máximo responsable del relieve riojano. Finalmente, el clima de la región es el causante de las últimas modificaciones experimentadas por el paisaje riojano, y la mano del hombre la principal artífice de los usos del suelo, donde los prados, pastizales y terreno forestal ganan terreno día a día, caracterizando el paisaje riojano.*

## INTRODUCCIÓN

El paisaje de una región es el resultado de la interacción, a veces compleja, de un conjunto de variables geológicas, geográficas y antrópicas.

Las características litológicas de los materiales que afloran en la superficie, resultado de la acumulación de materiales en diferentes cuencas sedimentarias que se suceden a lo largo del espacio y del tiempo, junto con las deformaciones tectónicas que han experimentado durante la historia geológica son los principales condicionantes del relieve riojano, con su peculiar distribución de sierras y valles.

En este trabajo se explica la influencia que el contexto geológico tiene sobre el relieve y el paisaje riojano, así como los condicionantes climáticos que, junto con los elementos geológicos, controlan la amplia variedad de suelos que podemos encontrar en La Rioja.

## ELEMENTOS GEOLÓGICOS

Normalmente, cuando se hace referencia a los elementos geológicos de una región, se presentan de forma separada los datos estratigráficos, tectónicos, geomorfológicos, etc., de forma que se obtiene una visión fraccionada de lo que en realidad es un todo indivisible. Cuando observamos un paisaje, no vemos de forma separada las rocas, el relieve o las estructuras tectónicas, por lo que el apartado que viene a continuación se estructura como una película que refleja lo que ha sucedido en La Rioja desde que se depositaron los primeros sedimentos de los que tenemos constancia, y, por tanto, aparecen integrados todos los factores geológicos que, de una u otra forma, son responsables de lo que ahora aparece ante nuestros ojos.

El paisaje riojano está labrado sobre una serie rocosa que se inicia en el Precámbrico,

hace más de 650 m.a., y que actualmente continúa depositándose, principalmente en relación con las cuencas fluviales. Todos estos materiales sedimentados en una sucesión de cuencas marinas y continentales, los más antiguos, fracturados y plegados por las orogénias Asíntica, Hercínica y Alpina, aparecen distribuidos en cuatro importantes unidades morfoestructurales, las sierras de la Demanda y Cameros al sur, la sierra de Cantabria-Montes Obarenes al norte, y, separando estos conjuntos montañosos, una depresión central ocupada por los materiales más recientes (Fig. 1).

Estas cuatro grandes unidades morfoestructurales presentan notables diferencias entre ellas tanto desde el punto de vista geológico, temporal, litológico, de relieve como paisajístico, lo que permite caracterizarlas y estudiarlas de forma independiente:

**La sierra de la Demanda** pertenece a la zona Asturoccidental-Leonesa del orógeno Hercínico; los materiales que la integran son fundamentalmente detríticos y, exceptuando los que aparecen

en el sinclinal de Canales, de edad paleozoica.

**La sierra de Cameros** queda incluida en el dominio de la cordillera Ibérica; los materiales que la integran son mixtos detríticos/carbonatados y pertenecientes al Mesozoico.

**La sierra de Cantabria-Montes Obarenes** constituye las estribaciones más meridionales de las unidades pirenaicas; está formada fundamentalmente por materiales carbonatados de edad mesozoica.

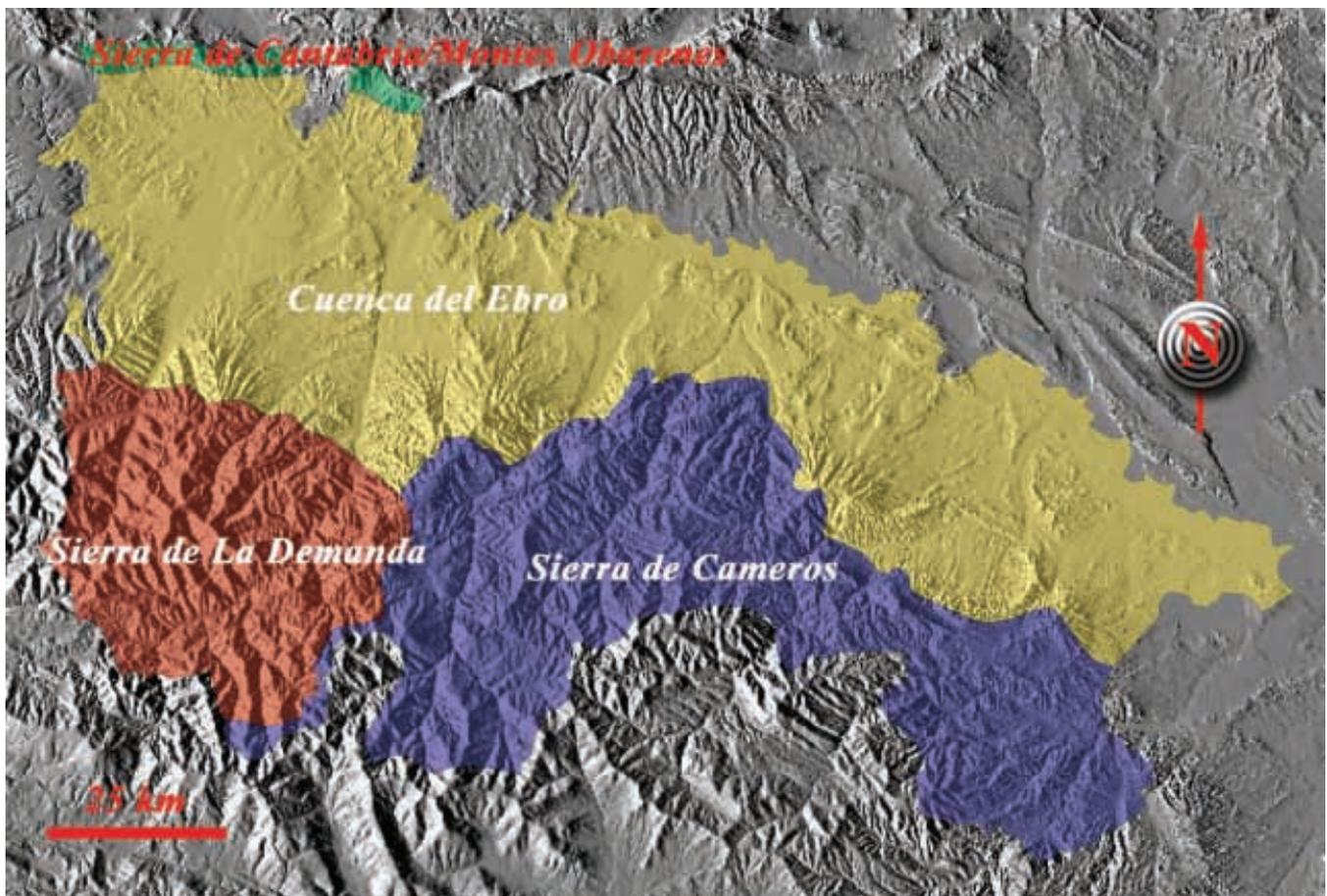
**La cuenca terciaria del Ebro**, en su parte riojana, es el antepaís de los sistemas cabalgantes tanto del norte como del sur (Muñoz y Casas, 1997), y está formada por materiales detríticos con abundantes evaporitas, todos ellos pertenecientes al Cenozoico.

El paisaje de una región es un elemento muy variable, que ha sufrido

drásticas modificaciones a lo largo del tiempo. Las sierras, valles, bosques y ríos que podemos observar han experimentado una lenta pero importante evolución a lo largo de la historia geológica. Posiblemente, el principal condicionante del paisaje es el litológico, y puede resultar interesante conocer el origen de los materiales que actualmente configuran el paisaje que vemos. Es una historia que se remonta a mucho tiempo atrás.

#### **El Precámbrico (4.600-590 m.a.)**

Durante el precámbrico, la Península Ibérica no estaba individualizada de otras regiones europeas, africanas o americanas, y formaba parte de un gran continente llamado Gondwana. En las cuencas marinas que rodeaban este continente se depositaron materiales terrígenos (areniscas y arcillas) que marcan el inicio de la historia sedimentaria de la sierra de la Demanda. Al final del Precámbrico, estos materiales fueron plegados por la orogenia Asíntica, también llamada Cadomiense, dando lugar a relieves montañosos emergidos que sustituyeron a los pai-



Principales unidades morfoestructurales de La Rioja representadas sobre un modelo digital del terreno (Carta Digital de España, 1994-1995)

sajes marinos que hasta ese momento tenían las tierras riojanas. Las rocas sedimentarias depositadas fueron afectadas por un intenso metamorfismo y transformadas en esquistos de tonos azulados, que actualmente podemos encontrar en puntos aislados de la sierra de la Demanda como Anguiano o Cilbarrena.

### El Paleozoico (590-250 m.a.)

Al inicio del Cámbrico (590-500 m.a.), estos relieves fueron arrasados, y sobre ellos se depositaron, de forma discordante, los Conglomerados de Anguiano junto con una potente serie detrítica (fundamentalmente, arcillas y areniscas que, acumuladas a lo largo de todo el Paleozoico, llegó a superar los 11.000 metros de espesor en la zona Asturoccidental-Leonesa). Una buena parte de estos materiales se depositó durante el Cámbrico y el Ordovícico (500-440 m.a.) en los márgenes del continente de Gondwana (Fig. 2a), en una cuenca de tipo plataforma continental con importantes aportes detríticos procedentes del continente que se depositaron en playas y zonas mareales (las areniscas) y en zonas más profundas (las arcillas), y que, por efecto del metamorfismo sufrido, se convirtieron, respectivamente, en las cuarcitas y pizarras que actualmente podemos ver en esta sierra.

Durante el Devónico (410-360 m.a.), como consecuencia de la intensa actividad tectónica sufrida por la placa Ibérica, no se produce sedimentación en la zona riojana. Solamente en el Carbonífero (360-290 m.a.) se depositan materiales detríticos en cuencas muy subsidentes conectadas con el mar de forma intermitente. Es en este momento cuando el choque entre Gondwana y el conjunto euroamericano aprisiona las placas de Armórica y Avalonia, localizadas entre ellas, provocando el plegamiento de los materiales sedimentados y la formación de un supercontinente llamado Pangea como resultado de la fusión de las placas implicadas en el choque continental (Fig. 2b). El resultado de todos estos procesos sedimentarios y tectónicos en la zona actualmente ocupada por la sierra de la Demanda es la formación de una cordillera montañosa, aunque no es la que actualmente podemos observar, ya que, una vez finalizado este importante proceso compresivo

conocido como orogenia Hercínica, los relieves montañosos fueron arrasados y convertidos en una penillanura.

### El Mesozoico (250-65 m.a.)

Tras la unión de todos los continentes durante el Pérmico, se inicia un proceso distensivo que fragmenta la Pangea y lleva a la individualización de Iberia como una placa independiente. En este contexto de montañas que están siendo arrasadas al nivel de penillanuras comienza la sedimentación mesozoica por medio de abanicos aluviales y cursos fluviales (facies Buntsandstein). Seguidamente se produce una importante subida del nivel del mar, que desde el este llega hasta La Rioja, dejando un conjunto de sedimentos carbonatados depositados en una plataforma marina (facies Muschelkalk). La consiguiente retirada del mar deja extensas llanuras lutíticas y *sebkhas* costeras donde se acumulan potentes series evaporíticas (facies Keuper). Finalmente, en las últimas etapas del Triásico, una nueva transgresión marina implanta sobre las tierras riojanas una plataforma continental en la que se depositan potentes series calcáreas (Jurásico). Acompañando a esta última transgresión se produce una etapa de distensión tectónica que favorece la emisión de los basaltos olivínicos que podemos observar asociados a las facies Keuper. Todos estos materiales podemos reconocerlos recubriendo a las series paleozoicas de la sierra de la Demanda o en los márgenes de la sierra de Cameros.

Tras un intervalo de estabilidad a lo largo del Jurásico, con sedimentos depositados en ambientes de playa, plataforma continental y arrecifes, se inicia una nueva etapa de fracturación tectónica relacionada con el giro anti-horario que experimenta la península Ibérica relacionado con la apertura del golfo de Vizcaya, que da lugar a la formación de una importante cuenca sedimentaria en la zona actualmente ocupada por la sierra de Cameros y parte de la sierra de la Demanda. En esta cuenca, fuertemente subsidente, se depositan hasta 9.000 metros de areniscas, arcillas y calizas en ambientes fluviales y lacustres, que corresponden a los grupos Tera, Oncala, Urbión, Enciso y Oliván definidos por Tischer (1966), culminando al inicio del Cretácico superior con facies marinas

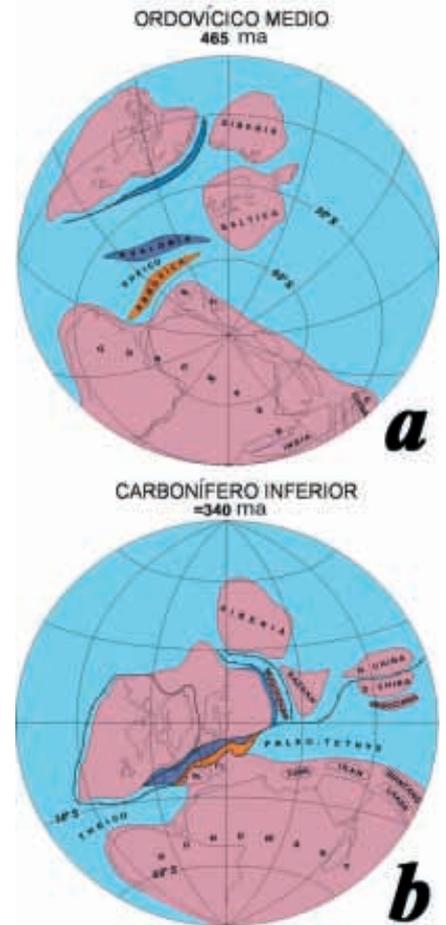


Figura 2.- a) Reconstrucción paleogeográfica donde se muestra la posición de la placa ibérica (Ib.) durante el Ordovícico  
b) Reconstrucción paleogeográfica donde se muestra la posición de la placa ibérica (Ib.) durante el Carbonífero.  
(Tomadas de Pérez-Estaún et al., 2004)

arrecifales reconocibles al norte de Grávalos.

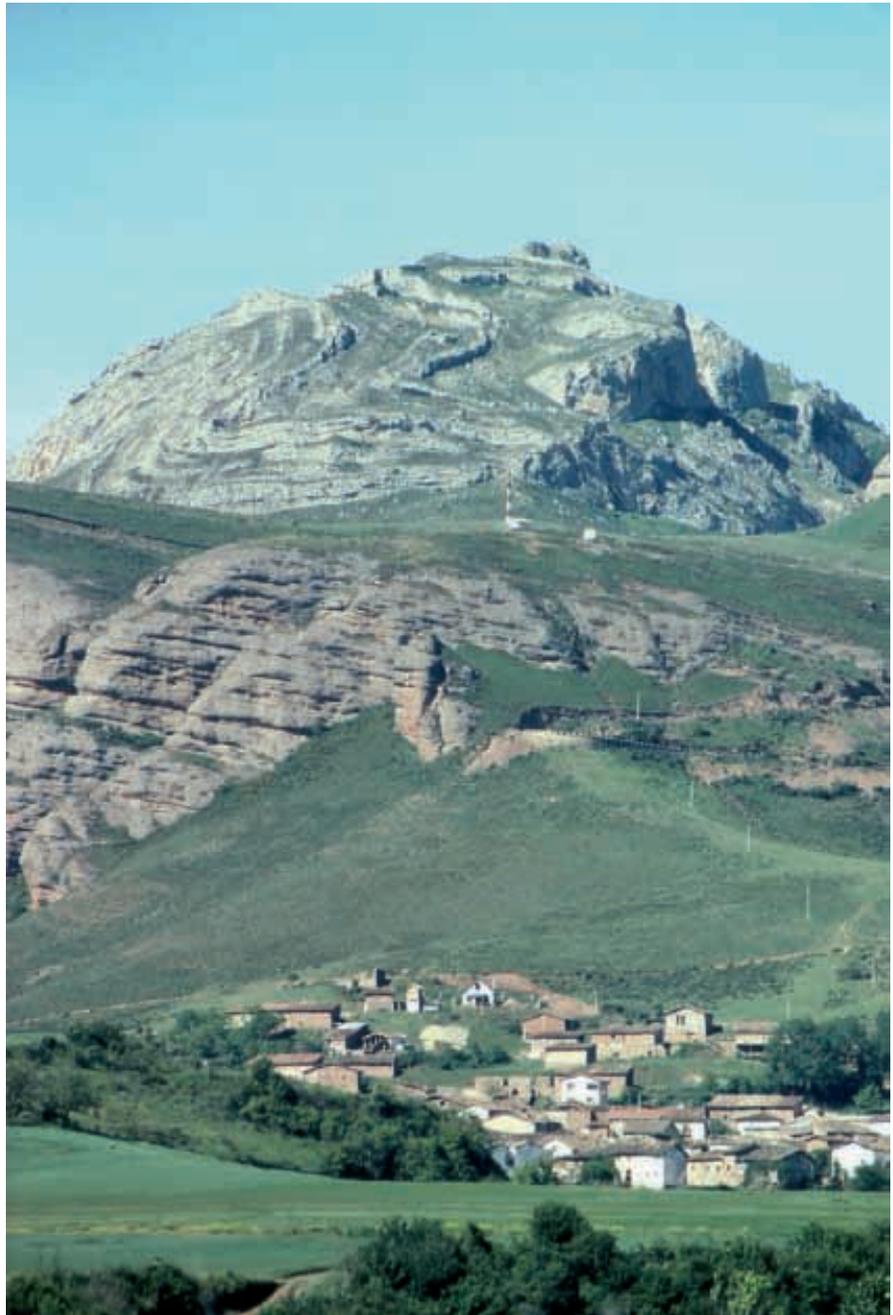
La aparición de arenas y capas de carbón depositadas en ambientes fluviales y de marismas marcan el final de la sedimentación mesozoica en la parte sur de La Rioja (actuales sierras de la Demanda y Cameros), trasladándose a partir de este momento a la cuenca pirenaica, donde se depositan importantes series carbonatadas correspondientes al Cretácico superior en un ambiente de plataforma continental que actualmente podemos encontrar formando parte de la sierra de Cantabria-Montes Obarenes.

Durante todo el Mesozoico, la sedimentación tuvo lugar en grandes cuencas sedimentarias localizadas al norte y sur de La Rioja, mientras que la parte central, lo que ahora es el valle del Ebro, correspondía a una zona elevada conocida como "Macizo del Ebro".

### **El Cenozoico (65-0 m.a.)**

A finales del Mesozoico se inicia una etapa orogénica, que en La Rioja se prolonga en el tiempo hasta el final del Mioceno, conocida como orogenia Alpina. Esta orogenia es la principal responsable de las estructuras tectónicas y del relieve que podemos observar en la actualidad. El efecto más espectacular que produce en la estructura morfológica de La Rioja es lo que se conoce como "inversión tectónica", de forma que lo que hasta este momento eran cuencas sedimentarias con subsidencia y acumulación de materiales, pasan a ser, por el efecto de la tectónica compresiva generada por el acercamiento de las placas europea y africana, zonas elevadas que comienzan a erosionarse y aportan materiales a una nueva cuenca, la cuenca terciaria del Ebro, que enlaza hacia el norte con la cuenca pirenaica.

Los movimientos tectónicos relacionados con esta orogenia provocan el plegamiento, levantamiento y desplazamiento hacia el norte de lo que actualmente son las sierras de la Demanda y Cameros, a cuyo pie se forman extensos abanicos aluviales alimentados por el desmantelamiento simultáneo de los relieves que se forman y que en las zonas más distales enlazan con ambientes marinos (margas y potasas de Pamplona) correspondientes a la cuenca pirenaica (Muñoz, 1992). Durante el Oligoceno, hace aproximadamente 30 m.a., se estructura el cabalgamiento surpirenaico, que, con una vergencia hacia el sur, desconecta el surco riojano de la cuenca pirenaica, y cuya principal manifestación en superficie es el cabalgamiento de la sierra de Cantabria-Montes Obarenes. A partir de este momento queda configurada la estructura morfológica riojana con sierras al sur (la Demanda y Cameros) y al norte (Cantabria-Montes Obarenes), y una depresión central que, alimentada por el desmantelamiento de estas sierras, llega a acumular hasta 5.500 metros de conglomerados (adosados a las sierras), areniscas, arcillas, calizas y yesos en ambientes sedimentarios continentales (abanicos aluviales y lagos carbonatados y evaporíticos). Los cabalgamientos de las sierras meridionales hacia el norte -con una longitud superior a 100 km, un desplazamiento horizontal máximo de 30 km y un salto vertical de más de 4 km (Casas, 1990)-



*Fotografía 1.- Margen sur de la cuenca del Ebro en Matute.*

*Espectacular panorámica del cabalgamiento de la sierra de la Demanda sobre la cuenca del Ebro. Las calizas y margas plegadas cabalgantes corresponden al Lías (Jurásico) y los conglomerados cabalgados con relieves de tipo mallo a la cuenca terciaria del Ebro (Oligoceno superior-Mioceno inferior)*

y de la sierra de Cantabria hacia el sur -en torno a 40 km- hacen que solamente sea visible el 40 % de la cuenca terciaria del Ebro, quedando el resto oculto bajo las sierras mencionadas.

Hacia el final del Mioceno (en torno a 11-8 m.a.) se produce la apertura de la cuenca terciaria del Ebro al Mediterráneo y comienza el vaciado erosivo de la cuenca y la instauración de la actual red fluvial, responsable del desmantelamiento de las sierras y del modelado que se observa en el presente.

### **ASPECTOS LITOLÓGICOS Y PAISAJE**

Como ya se ha señalado, uno de los principales condicionantes del paisaje es el litológico, cuya procedencia y localización queda puntualizada en el apartado anterior. Si comenzamos analizando esta relación en las rocas paleozoicas, encontramos que la uniformidad litológica de estos materiales -pizarras y cuarcitas (Fig. 3)-, unida a la existencia de una fábrica planar -también llamada esquistosidad- asociada a los pliegues, confiere a los relieves

paleozoicos un aspecto de cumbres y valles redondeados que rápidamente tendemos a asociar con montañas viejas, formadas hace millones de años. Esta interpretación es claramente errónea, ya que los relieves paleozoicos que afloran en la sierra de la Demanda se formaron, como ya se ha señalado, en relación con la orogenia Alpina, al igual que el resto de las montañas riojanas.

Las areniscas y calizas del Triásico apenas condicionan el paisaje por su escaso espesor; sin embargo, los yesos y evaporitas triásicas, cuya potencia raramente excede el centenar de metros, condicionan el paisaje por sus extensos afloramientos, fundamentalmente en la zona de contacto entre las sierras meridionales y la cuenca terciaria del Ebro. La solubilidad de estos materiales da lugar a lapiazes y dolinas, y se encuentran escasamente colonizados por la vegetación debido a su composición salina.

Las calizas jurásicas que junto con los yesos triásicos afloran en el margen norte de las sierras meridionales forman uno de los casos más característicos en los que el paisaje está condicionado por los aspectos litológicos, con modelados en paredes verticales, pliegues en cascada (Fotografía 1) y relieves en cuestas. Este modelado puede reconocerse de igual forma en la zona de los Montes Obarenes/sierra de Cantabria, aquí en relación con las calizas y arenas del Cretácico superior (Fotografía 2).

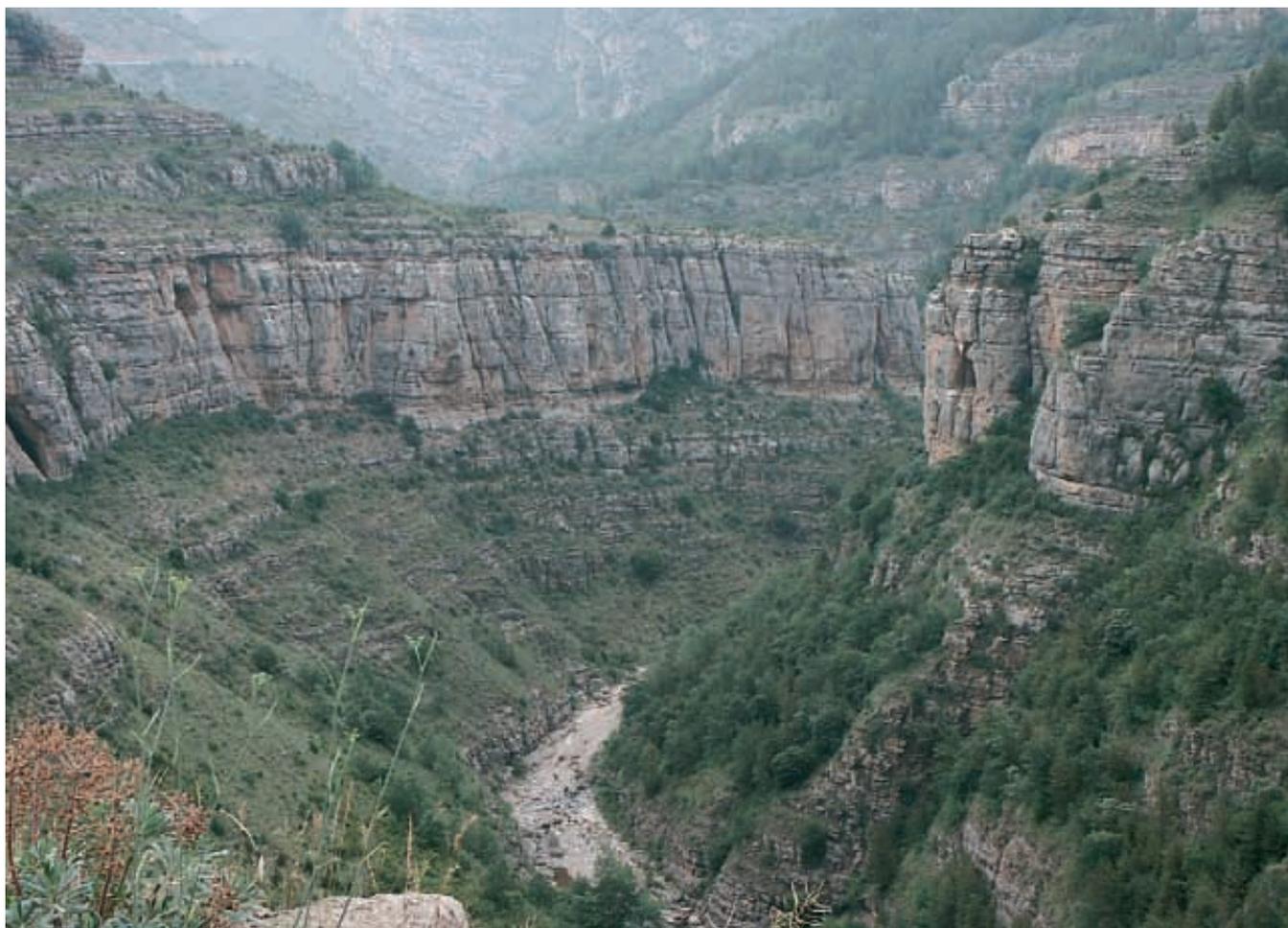
Los impresionantes espesores de sedimentos (9 km) que constituyen la sierra de Cameros, así como el amplio abanico litológico que la forman, dan lugar a una gran variedad de modelados en función de las características litológicas dominantes. Ordenados de sur a norte y de mayor a menor antigüedad encontramos las calizas y margas del Grupo Oncala, que ocasionan paisajes tan destacados como el desfiladero del río Leza (Fotografía 3), o, en zonas donde dominan las margas (zona de Aguilar-Inestrillas), paisajes acarcavados. Las cuarcitas y conglomerados del Grupo Urbión, con una alta resistencia a la erosión, constituyen, junto con la zona del pico de San Lorenzo (2.271 m), los relieves más altos de La Rioja (Urbión, 2.228 m; Cebollera, 2.142 m), y generan espectaculares desfiladeros como los originados por los ríos Cidacos



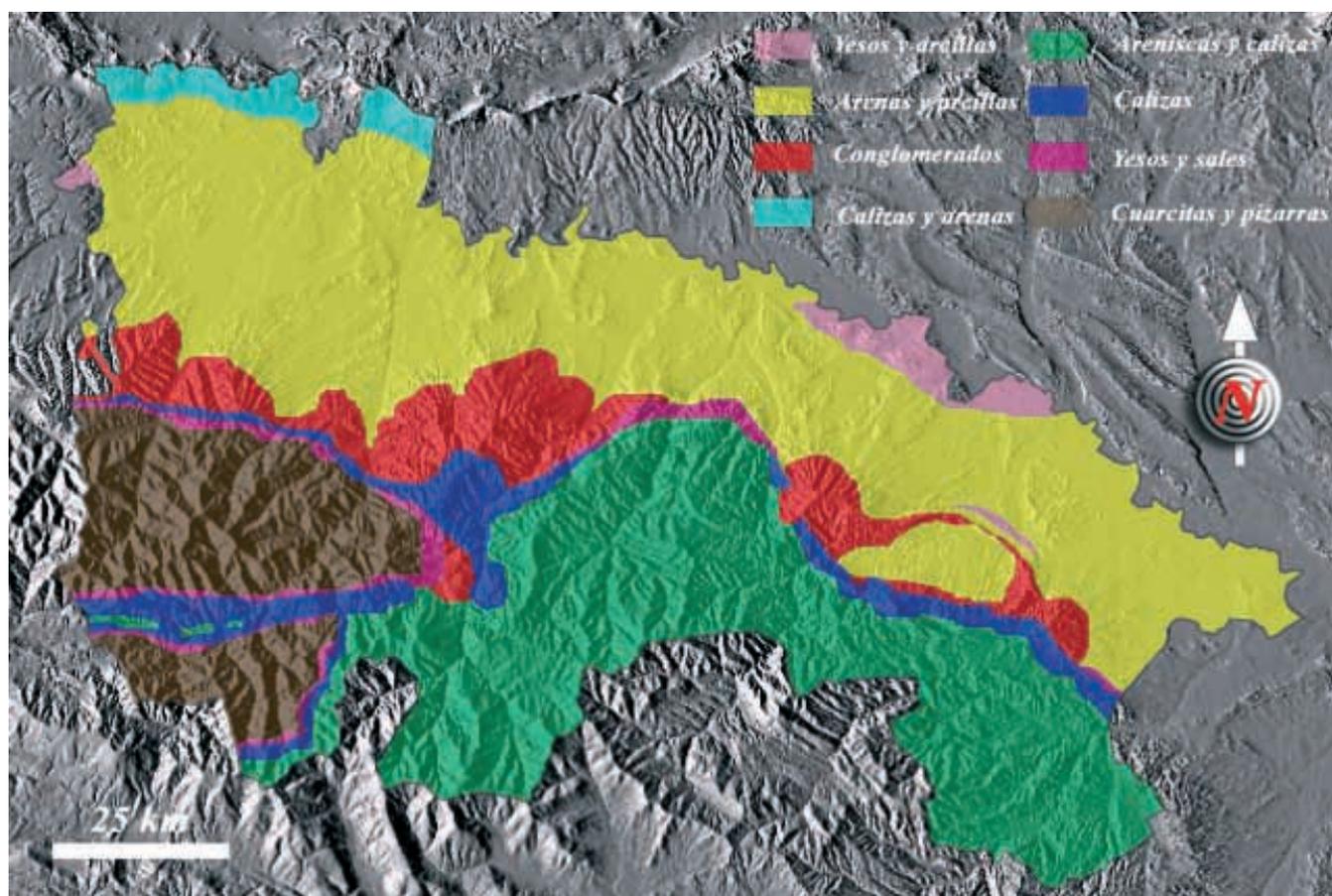
Fotografía 2.- Relieve en cuestas en la zona de los Montes Obarenes/sierra de Cantabria (Cellóriga), en relación con las calizas del Cretácico superior

y Linares. Las calizas, margas y limonitas del Grupo Enciso, con desigual resistencia ante la erosión, dan lugar a relieves resistentes (calizas y limonitas) alternando con materiales blandos (margas), que fueron aprovechados hasta mediados del siglo pasado para formar terrazas de cultivo, proporcionando, tal y como señalan Casas *et al.* (2001), un buen ejemplo de relación entre condicionantes geológicos y usos del suelo. Finalmente, las areniscas y arcillas fluviales del Grupo Oliván proporcionan relieves redondeados y formas suaves que, unidas a una cobertera vegetal de escasa altura, confieren a este grupo un aspecto aterciopelado.

Dentro de la unidad morfosedimentaria constituida por la cuenca del Ebro encontramos una estrecha relación entre aspectos litológicos y paisaje; está estructurada en una sucesión que, de sur a norte, se caracteriza por potentes series conglomeráticas (Fig. 3) procedentes del desmantelamiento de las sierras de la Demanda y Cameros. Los conglomerados que presentan una mayor cementación son el origen de relieves de tipo “mallo”, como los que se pueden observar en la zona de Matute o Islallana (Fotografías 1 y 4), mientras que en los conglomerados poco o nada cementados (normalmente aquellos constituidos casi



Fotografía 3.- Desfiladero del río Leza en los alrededores de Soto en Cameros formado sobre calizas y margas del Grupo Oncala  
 Figura 3.- Mapa litológico de La Rioja representado sobre un modelo digital del terreno (Carta Digital de España, 1994-1995)

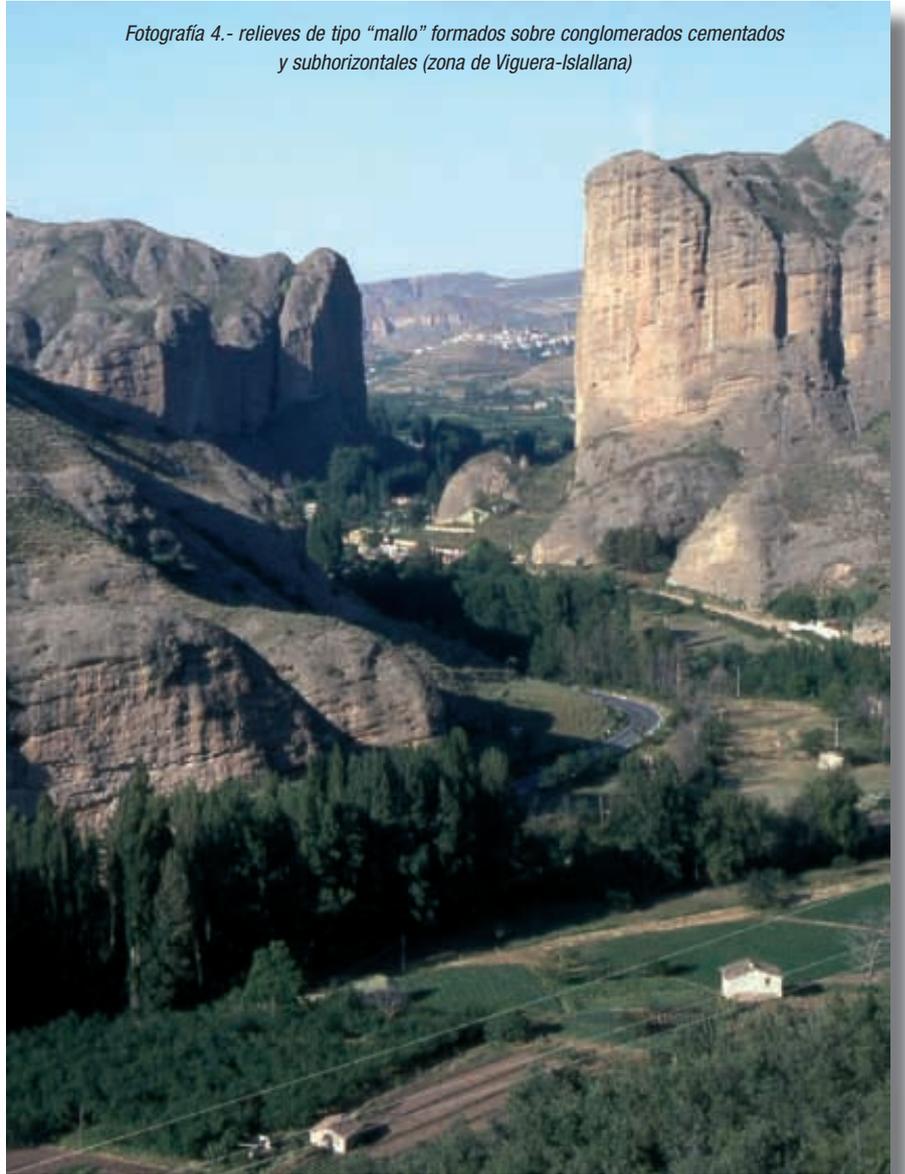


exclusivamente por clastos de naturaleza silíceas), los relieves son suaves y sobre ellos se instala una red fluvial de tipo dendrítico (conglomerados de sierra La Hez o parte alta del Serradero, Fotografía, 5). La mayor parte de la cuenca del Ebro está ocupada por areniscas y arcillas que dan lugar a relieves suaves con cerros tipo mesa separados por valles de fondo plano con ocasionales escarpes verticales provocados por el encajamiento de los ríos, como son los casos del Najerilla y del Cidacos, sobre niveles areniscosos, así como zonas acaravadas donde las arcillas constituyen el componente litológico dominante (Fotografía 6). Con una menor influencia en el paisaje, se reconocen alternancias de yesos y arcillas terciarios en los extremos oeste (zona del río Tirón) y norte (zona de Alcanadre-Calahorra), así como al norte de Quel y Autol, que proporcionan relieves redondeados fuertemente incididos por la red fluvial (Fig. 3).

#### **PRECIPITACIONES Y TEMPERATURA**

**E**l clima riojano, tal y como señala Cuadrat (1994), es el resultado de la interferencia de rasgos oceánicos y mediterráneos, de su contrastado relieve entre la montaña y el llano y, de modo particular, de su localización interior en el extremo occidental de la depresión del Ebro. Estos factores condicionan de forma muy importante los aspectos más significativos de los principales elementos del clima riojano

*Fotografía 4.- relieves de tipo “mallo” formados sobre conglomerados cementados y subhorizontales (zona de Viguera-Islallana)*



*Fotografía 5.- Relieves suaves con una red fluvial de tipo dendrítico desarrollados sobre conglomerados poco o nada cementados de sierra La Hez, localizados sobre las areniscas y conglomerados más cementados de la depresión de Arnedo en la zona de Herce*



(precipitación, temperatura, insolación, vientos...) y sus variaciones intrarregionales, particularmente numerosas debido a la diversidad altitudinal y geomorfológica del territorio.

La distribución espacial de las precipitaciones (Fig. 4) muestra un gradiente sur-norte condicionado por la disminución del relieve, y otro oeste-este marcado por la mejor exposición del sector occidental a los vientos húmedos del Atlántico, incrementado por el descenso altitudinal existente en el mismo sentido. En la Figura (5), modificada de Cuadrat (1994), se observa una clara relación lineal entre precipitaciones y altitud. Este incremento de la precipitación con el relieve traza un gradiente de dirección este-oeste cuyo valor promedio para el conjunto riojano ha sido estimado en 73 mm por cada 100 metros de desnivel (Núñez y Martínez, 1991).

La variedad térmica está muy controlada por la fuerte dependencia del relieve, tal y como se comprueba en el mapa de temperaturas medias anuales (Fig. 6) por el significativo número de líneas isotermas y por disponerse éstas en trazos paralelos a las curvas de nivel, disminuyendo los valores desde el eje del Ebro hasta los márgenes montañosos. En la Figura (7) se aprecia una casi perfecta correlación ( $R^2 = 0,9557$ ) entre temperatura media anual y altitud sobre el nivel del mar. La pluralidad de condiciones topográficas dificulta el cálculo del gradiente entre la montaña y el llano, estimado por Núñez y Martínez (1991) para el conjunto riojano en  $0,55\text{ }^\circ\text{C}$  de disminución térmica por cada 100 metros de elevación. También existe una gradación menos perceptible oeste-este que responde al descenso altitudinal del territorio en este mismo sentido y a

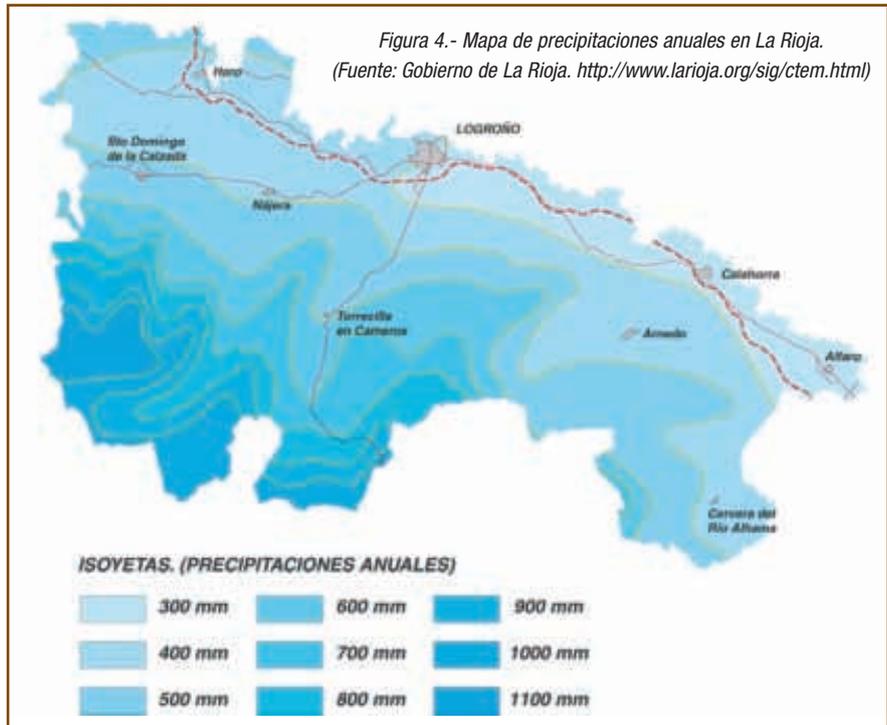


Figura 4.- Mapa de precipitaciones anuales en La Rioja. (Fuente: Gobierno de La Rioja. <http://www.larioja.org/sig/ctem.html>)

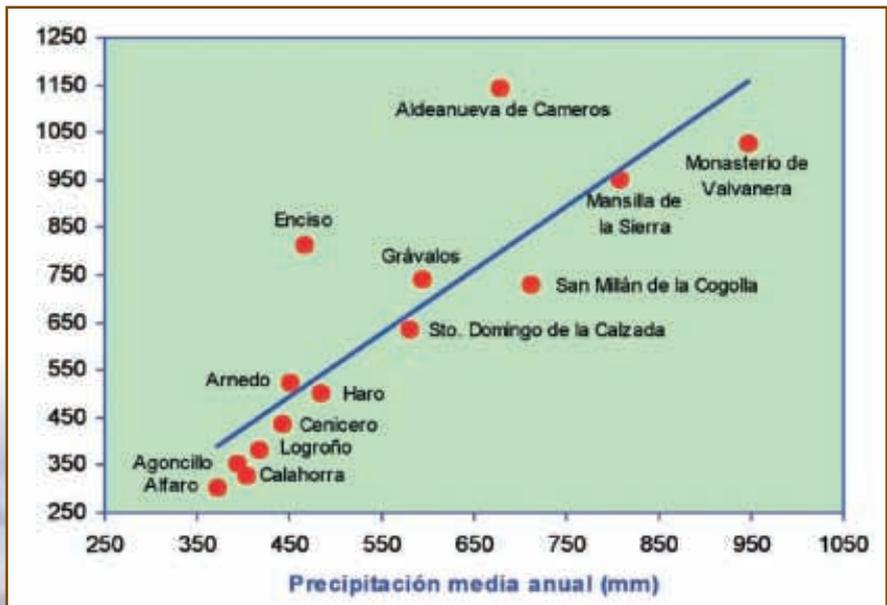


Figura 5.- Correlación entre precipitaciones medias anuales y altitud. Modificado de Cuadrat, 1994. (Fuente: I.N.M., Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1981 y Núñez y Martínez, 1991)



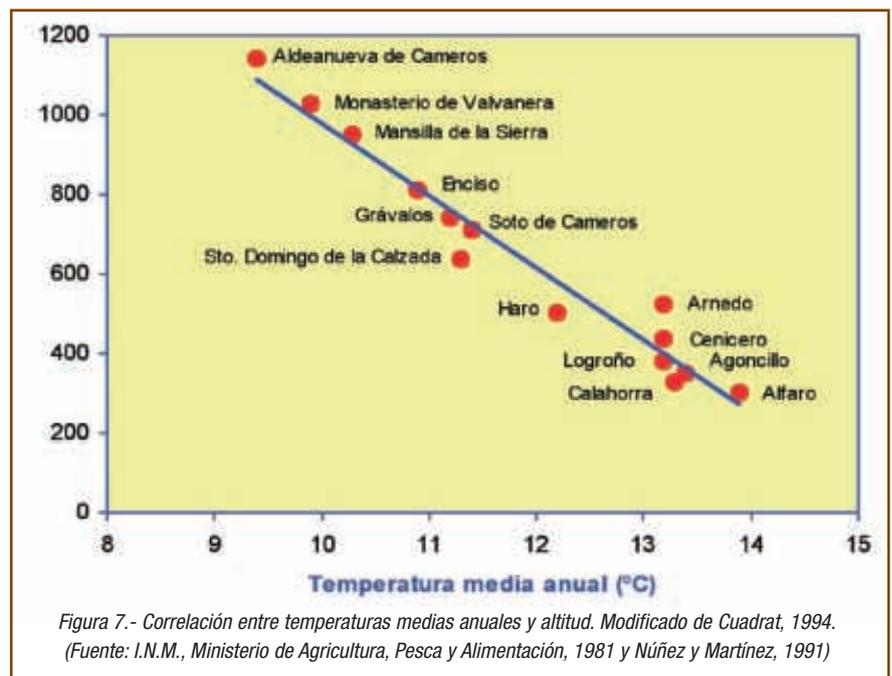
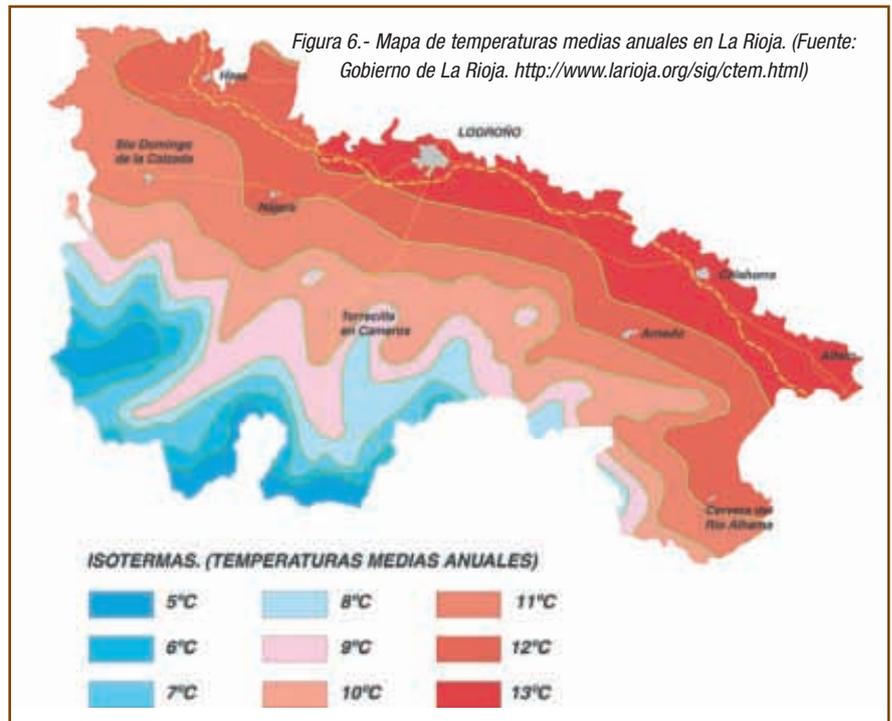
Fotografía 6.- Sector occidental de la cuenca del Ebro (entre Calahorra y Autol, La Rioja). Vista general de lutitas y areniscas terciarias con un desarrollo espectacular de cárcavas.

las condiciones más continentales que soportan las tierras orientales.

Además de las oscilaciones climáticas controladas por el ciclo estacional, que son las que con una mayor fuerza marcan las variaciones que mejor podemos apreciar, existen otras de mayor periodo que normalmente pasan desapercibidas debido a su menor amplitud frente a la fuerza estacional. Estas oscilaciones sí que quedan registradas por los aparatos de medida, aunque el escaso registro instrumental, que raramente sobrepasa los 100 años, dificulta la caracterización de estos ciclos climáticos cuyo periodo oscila entre los 2,3 años del ciclo de oscilación bianual hasta los 400.000 años del ciclo de excentricidad largo de Milankovitch. Sin embargo, estos ciclos quedan registrados por los sedimentos acumulados en lagos o cuevas, y en La Rioja tenemos muy buenos ejemplos en el lago plioceno de Villarroya o en los espeleotemas de las cuevas de Ortigosa de Cameros. En estos dos contextos geológicos tan diferentes se han registrado ciclos con periodicidades de 2-3 años referibles a la Oscilación Bianual, 6-8 años referibles a la Oscilación del Atlántico Norte (NAO), el Niño y Oscilación del Sur (ENSO), y 10-12 años referibles al ciclo de manchas solares (Sunspot), además de otras periodicidades mayores relacionadas con ciclos solares (Muñoz *et al.*, 2002; Muñoz *et al.*, 2004).

### ASPECTOS HIDRÓGRÁFICOS Y RELIEVE

El relieve actual es el resultado de la actividad de los agentes atmosféricos sobre la superficie terrestre durante los últimos dos millones de años de la historia de la Tierra. El proceso modelador del paisaje que tiene más importancia en La Rioja es la erosión lineal, que consiste en la profundización progresiva de los valles de los ríos debido a la erosión en su fondo. Estos procesos de erosión lineal se llevan a cabo tanto en los valles principales como en los afluentes (Fig. 8). La morfología general en las sierras meridionales es la de una superficie muy irregular incidida por barrancos y valles, que en algunos casos pueden llegar a ser estrechos y profundos, como las gargantas del Leza y Najerilla, o con fondos amplios (por ejemplo, el Leza a la altura de Laguna de Cameros). La depresión del Ebro, al estar formada por rocas mucho más



blandas y ser atravesada por un río con gran capacidad de erosión y modelado del paisaje, sufrió procesos completamente distintos a los que ocurrieron en las sierras. Las arcillas y areniscas del valle del Ebro fueron fácilmente erosionadas y arrastradas hacia el mar, de modo que la altura de su nivel de base se rebajó rápidamente. Esta erosión se debió tanto a la acción del río principal como a la de corrientes no canalizadas que bajaban desde las sierras circundantes. Estas corrientes, además de su efecto erosivo, dejaron depósitos de gravas sobre las superficies aplanadas,

que son los glaciares o piedemontes. El vaciado erosivo de la cuenca terciaria endorreica del Ebro por el sistema fluvial del río Ebro se inicia por la captura del sistema radial existente en la cuenca por uno de los ríos que drenaban hacia el Mediterráneo. La edad del inicio del vaciado erosivo se puede corroborar mediante modelización numérica, resultando en una horquilla de edad entre los 12,5 y 8,5 m.a. (García-Castellanos *et al.*, 2003).

La dinámica fluvial presenta cambios que pueden ser observados en el intervalo temporal de la vida humana,

como es el caso de los meandros, y otros más lentos, pero cuyos resultados pueden apreciarse todavía, ya que al ser relativamente modernos no han sido destruidos por los procesos erosivos, como los cambios en los cauces de los principales ríos riojanos. Estos procesos se pueden observar, por ejemplo, en el río Alhama, que aguas abajo de Corella presenta un cauce abandonado con dirección NE, por lo que desembocaba en el Ebro aguas abajo de Castejón de Ebro. También en el río Cidacos, que actualmente en Autol describe una fuerte curva de 90° y se dirige hacia el norte desembocando en el Ebro a la altura de Calahorra; sin embargo, muestra un cauce abando-

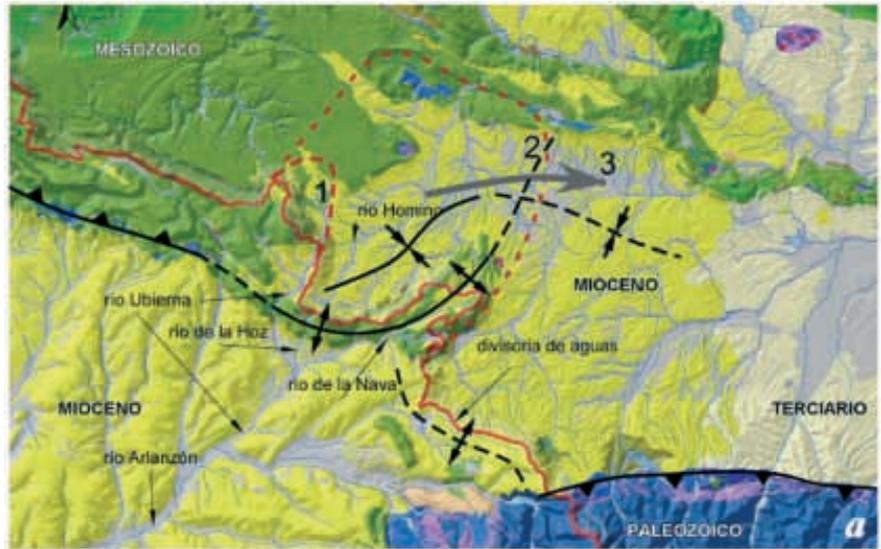


Figura 9.- a) Mapa de las cuencas hidrogeológicas del Ebro y Duero. La divisoria entre las dos cuencas en la región de La Bureba sigue una dirección NO-SE conectando los Pirineos Occidentales con la terminación de la Cadena Ibérica. b). Vista tridimensional desde el NE de la divisoria de aguas entre los sistemas fluviales del Ebro y Duero en la que se observan sus principales diferencias en relieve y erosión. La divisoria de aguas está parcialmente controlada por las estructuras tectónicas aflorantes. 1: posible divisoria de aguas de Ubierna. 2: posible divisoria de aguas del paleo-Ubierna. 3: captura por afluentes del Ebro. (Tomada de Mikeš et al., 2004).

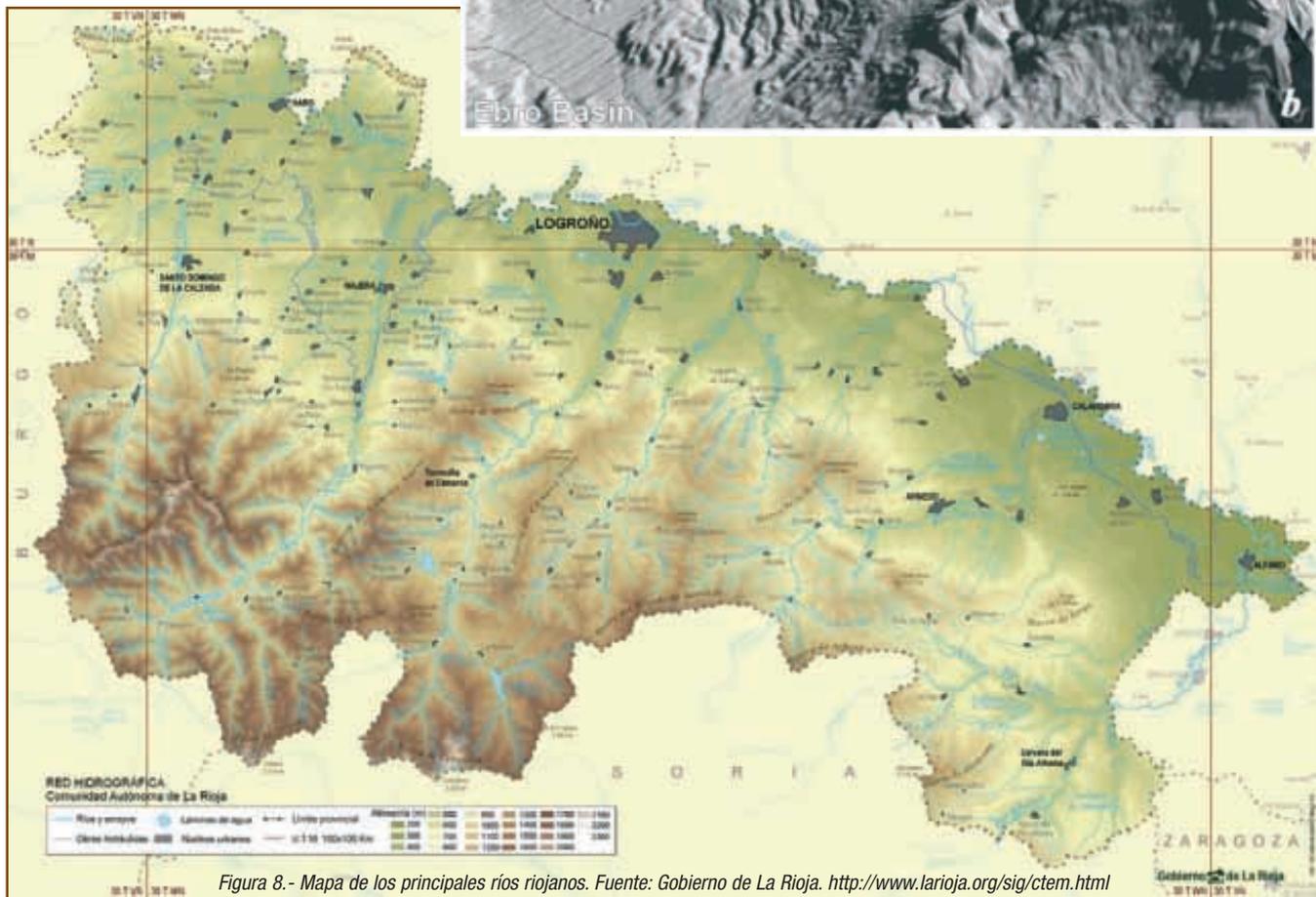
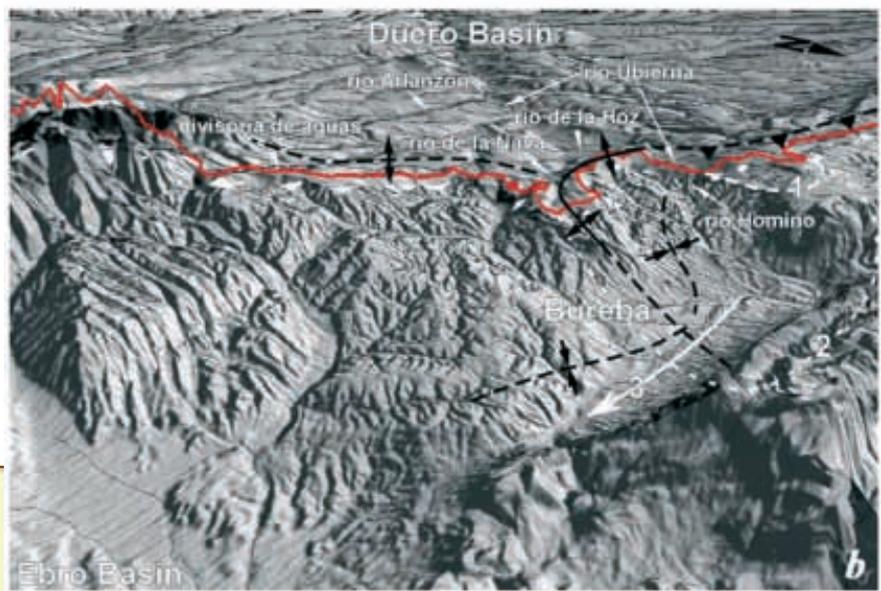


Figura 8.- Mapa de los principales ríos riojanos. Fuente: Gobierno de La Rioja. <http://www.larioja.org/sig/ctem.html>

nado, que desde Autol se dirigía hacia Aldeanueva de Ebro, actualmente ocupado por la llasa Agustina. Finalmente, el río Iregua presenta un cauce abandonado que partiendo a la altura de Albelda de Iregua se dirigía hacia el N-NO, desembocando en el río Ebro a la altura de Fuenmayor.

Otro ejemplo espectacular de la actividad del río Ebro es la captura del sector oriental de la cuenca del Duero. La cuenca del Ebro presenta un relieve general bajo frente a un relieve local relativamente importante, mientras que la cuenca del Duero tiene un relieve general alto y un relieve local pequeño (Fig. 9a). En la Figura 9b se aprecia como el sistema fluvial (paleo-Ubierna) que ocupaba la parte oeste de la región de La Bureba ha sido y continúa siendo capturado por la erosión remontante más agresiva de los afluentes del río Ebro.

Estos son unos claros ejemplos de la intensa actividad de los ríos y de su importancia en la modificación geográfica de nuestra región y, por extensión, en la superficie terrestre.

#### SUELOS Y USOS

El clima de La Rioja, sumado a las características geológicas, orográficas e hidrológicas y a la vegetación y las actividades humanas, da como

resultado el desarrollo de suelos que han permitido la implantación de una floreciente agricultura y son el sustrato de los imponentes bosques que caracterizan el paisaje riojano.

En el mapa de la Figura 10 se muestran, agrupados en ocho clases diferentes, los actuales usos del suelo en La Rioja. Para su elaboración, realizada en el ámbito de un convenio de colaboración entre el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)

y el Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM), se parte de los datos presentes en el CORINE Land Cover (EUROSTAT, 1998), que ha utilizado, principalmente, imágenes LANDSAT y SPOT, con una resolución espacial de 20 y 30 metros respectivamente. La unidad mínima representada es de 25 hectáreas.

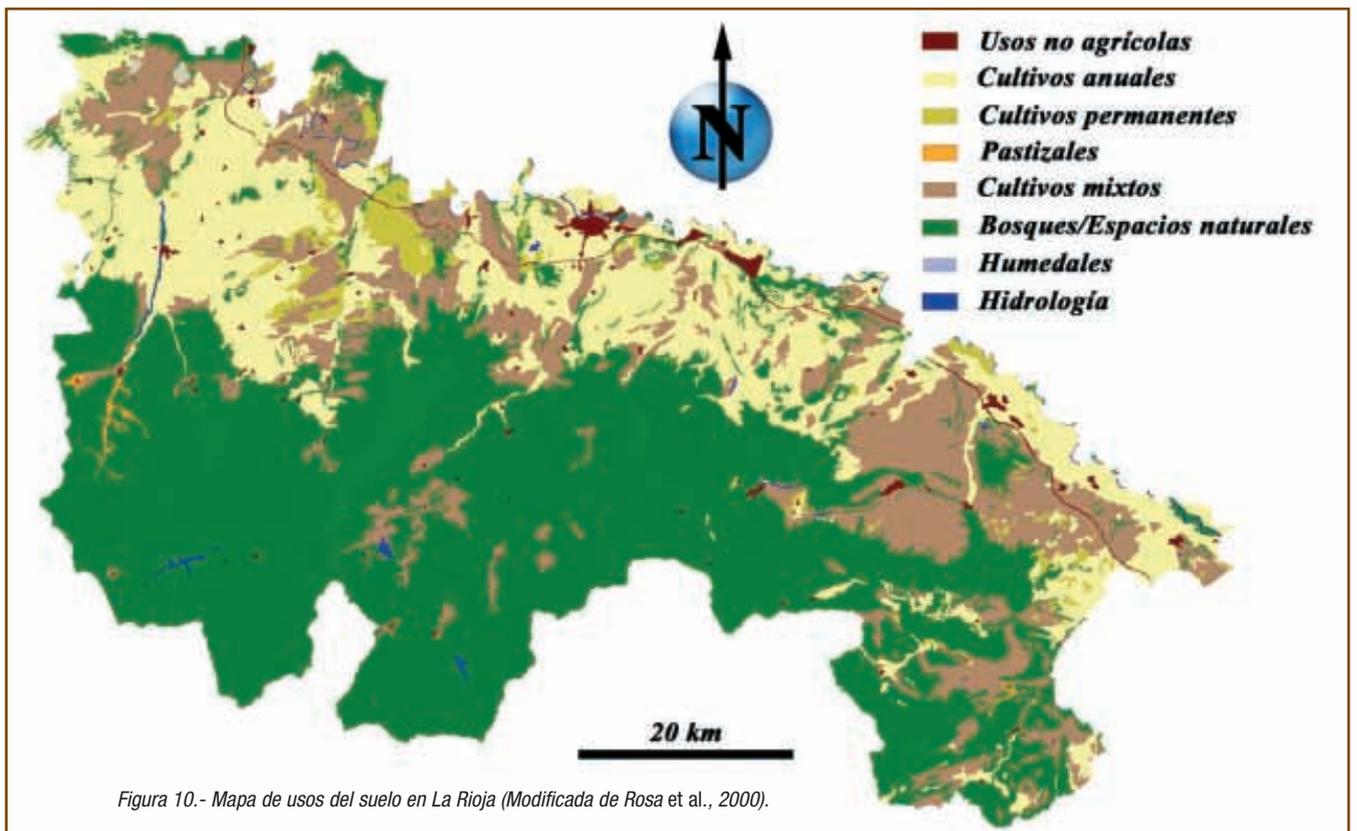
En las tablas adjuntas se recogen los usos del suelo en La Rioja correspondientes al año 1995.

TIERRAS DE CULTIVO			
Herbáceas	Barbecho	Leñosas	
88.000	17.150	56.951	Hectáreas
17,48	3,41	11,31	% Superficie

PRADOS, PASTIZALES Y TERRENO FORESTAL					
Prados naturales	Pastizales	Monte maderable	Monte abierto	Monte leñoso	
12.856	134.265	66.213	16.157	36.393	Hectáreas
2,55	26,67	13,15	3,21	7,23	% Superficie

OTRAS SUPERFICIES				
Erial a pastos	Terreno improductivo	Superficie no agrícola	Ríos y lagos	
44.479	6.853	16.318	7.753	Hectáreas
8,84	1,36	3,24	1,54	% Superficie

Fuente: MAPA (1997) y elaboración propia



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carta Digital de España (1994-1995). Servicio Geográfico del Ejército.
- Casas, A.M. (1990). *El frente norte de las sierras de Cameros: estructuras cabalgantes y campo de esfuerzos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 382 pp., Zaragoza.
- Casas, A.M.; Gil, A. y Muñoz, A. (2001). La Rioja: Geología y paisaje. *Zubía*, 13: 11-40.
- Cuadrat, J.M. (1994). El clima. En: *Geografía de La Rioja, T-1: Geografía Física*. (Ed. Caja de Ahorros de La Rioja). Logroño, 129-163.
- EUROSTAT, (1998). *Geographic information system for de European Commission (GISCO)*. CORINE Land Cover, 1988-95. CEC.
- García-Castellanos, D.; Vergés, J.; Gaspar-Escribano, J. and Cloetingh, S. (2003). Interplay between tectonics, climate, and fluvial transport during the Cenozoic evolution of the Ebro Basin (NE Iberia): *Journal of Geophysical Research*, 108, B7, 2347, p. 10.1029/2002JB002073.
- Gobierno de La Rioja. <http://www.larioja.org/sig/ctem.html>
- MAPA (1981). *Caracterización agroclimática de la provincia de La Rioja*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MAPA (1997). *Anuario de estadística agraria 1997*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, Madrid.
- Mikeš, D.; Vergés, J.; Fernández, M.; García-Castellanos, D.; Pineda-Velasco, A.; Peña-Monné, J.L. y Plaza, J. (2004). La evolución de los sistemas fluviales del Ebro y del Duero durante el Cenozoico superior. *Geotemas*, 6 (2): 187-189.
- Muñoz, A. (1992). *Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la Cuenca del Ebro (Comunidad de La Rioja)*. Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.
- Muñoz, A. y Casas, A.M. (1997). The Rioja Trough (N Spain): tectosedimentary evolution of a symmetric foreland basin. *Basin Research*, 9: 65-85.
- Muñoz, A.; Ojeda, J. and Sánchez-Valverde, B. (2002). Sunspots-like and ENSO/NAO-like periodicities in lacustrine laminated sediments of the Pliocene Villarroya basin (La Rioja, Spain). *Journal of Paleolimnology*, 27: 453-463,
- Muñoz, A.; Sancho, C.; Peña, J.L.; Sánchez-Valverde, B.; Valero-Garcés, B.L.; Durán, J.J. y Genty, D. (2004). Ciclos climáticos de alta frecuencia en los espeleotemas de las Cuevas de Ortigosa de Cameros (La Rioja). *Geotemas*, 6(5): 141-144.
- Núñez, E. y Martínez, J. (1991). *El clima de La Rioja. Análisis de precipitaciones y temperaturas*. Gobierno de La Rioja, Logroño.
- Pérez-Estaún, A. y Bea, F. (Editores) (2004). Macizo Ibérico. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), *SGE-IGME*, Madrid, 19-230.
- Rosa, de la D.; Mayol, F.; Fernández, M.; Moreno, D.; Ruiz, J.; Moreno, J.A.; Rosales, A.; Castillo, V.; Moreno, F.; Cabrera, F.; Girón, I.; Cordón, R.; Díaz-Pereira, E.; Sánchez, J.; Colomer, J.C.; Añó, C.; Recatalá, L.; Antoine, J.; Masui, S.; Brinkman, R.; Horn, R. y Orange, N. (2000). *SEIS.net: Sistema Español de Información de Suelos sobre Internet*. <http://leu.imase.csic.es/mimam/seisnet.htm>
- Tischer, G. (1966). El delta Wealdico de las montañas Ibéricas Occidentales y sus enlaces tectónicos. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 81: 53-78. 