

CARACTERES GENERALES DEL RELIEVE

José María García Ruiz

El rasgo fundamental del relieve de La Rioja es el acusado contraste entre la mitad septentrional y la mitad meridional de la Comunidad, cada una de ellas integradas en diferentes unidades morfoestructurales de la Península Ibérica: la Depresión del Ebro y el Sistema Ibérico, respectivamente. Este contraste, que se manifiesta en una organización del relieve y en una topografía muy distintas, se debe sobre todo a la historia geológica. Aunque el Sistema Ibérico no es una verdadera montaña - dicho esto en un sentido genético- sino el escalón nordoriental de la Meseta, la tectónica alpina provocó la elevación de algunos fragmentos de ese escalón a más de 2.000 metros sobre el nivel del mar.



El encajamiento del río Ebro y de sus afluentes se ha encargado de aumentar el efecto de la energía de relieve, dando lugar a un paisaje mucho más contrastado de lo que en principio cabría esperar, de manera que desde el centro de la Depresión del Ebro el Sistema Ibérico riojano se contempla como un relieve masivo, que se levanta bruscamente por encima de los suaves y abiertos paisajes de la Depresión. Esa impresión es aún mayor en las proximidades del contacto entre ambas unidades, donde la existencia de importantes movimientos tectónicos alpinos representados en grandes fallas y frentes de cabalgamiento han originado escarpes de gran desarrollo vertical. Las Peñas de Oro (Valdeloshaces, 1.550 m), la Sierra de Moncalvillo (Serradero, 1.491 m), las Peñas del Leza (La Nevera, 1.199 m), Cabi Monteros (1.388 m) y la Sierra de Yerga (1.101 m) representan los relieves de contacto con la Depresión del Ebro, sobre la que se levantan bruscamente en un salto de más de 500 metros.

El sector montañoso meridional no es nada homogéneo. Es cierto que posee muchos rasgos comunes desde la Sierra de la Demanda, al Oeste, hasta las sierras de Alcarama y de las Cabezas en el extremo oriental: valles estrechos, dominados por laderas muy pendientes y separados por suaves y monótonas divisorias; por otra parte, las líneas de cumbres carecen de relieves enérgicos y contrastados, salvo allí donde - muy localmente - la acción de los glaciares cuaternarios ha generado circos de paredes más escarpadas.

Sin embargo, son muchos los rasgos que diferencian a unos sectores y otros de la montaña riojana. Así, la altitud disminuye suavemente hacia el Norte desde las divisorias meridionales y también hacia el Este, de tal manera que en la Sierra de la Demanda (San Lorenzo, 2.265 m) se localizan los relieves más elevados, manteniéndose a parecido nivel en la Sierra de Cebollera (2.142 m) pero disminuyendo claramente en la sierra de Cameros Viejo (Canto Hincado, 1.761

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

m), ya al Este del Puerto de Piqueras, en la Sierra de Hayedo de Santiago, Peña Isasa (1.456 m), Sierra de Alcarama y Sierra de las Cabezas (Monnegro, 1.187 m). La litología y la tectónica presentan igualmente una gran heterogeneidad.

Frente al predominio de materiales paleozoicos, muy antiguos por lo tanto, y parcialmente metamorfizados en la Sierra de la Demanda (principalmente pizarras y cuarcitas), el resto de la montaña riojana se halla dominado por materiales de finales del Secundario: conglomerados cuarcíticos (cuarzarenitas), calizas, areniscas y arcillas. La tectónica es mucho más compleja en la Demanda, con pliegues muy apretados y escamas de corrimiento que sólo el geólogo especialista percibe como tales sobre el terreno, mientras que en el resto del Sistema Ibérico riojano prevalecen los pliegues laxos que evolucionan hacia relieves en cuesta de reversos poco pendientes. En las sierras más orientales los contrastes litológicos entre calizas y arcillas han facilitado la formación de pequeños corredores abiertos por la red fluvial de los ríos Linares y Alhama. La mayor complejidad tectónica se produce lógicamente en contacto con la Depresión del Ebro, por la intensa fracturación de los materiales.

La Depresión es aparentemente mucho más homogénea. La litología está formada por sedimentos continentales del Terciario - por lo tanto mucho más recientes que los que conforman la montaña, que además son esencialmente de origen marino -, recubiertos en muchos lugares por una delgada capa de materiales cuaternarios. Arcillas, areniscas, margas, yesos y conglomerados se distribuyen por el llano riojano. La fácil erosionabilidad del roquedo y la ausencia de deformaciones tectónicas importantes han dado lugar a un relieve de amplios horizontes, con escasos contrastes topográficos y pequeños desniveles, coincidiendo con el borde de glaciares y terrazas. Las rampas suaves desde el pie de la montaña hasta las llanuras aluviales se suceden casi sin interrupción, mientras los ríos abren en su último tramo amplios valles con terrazas escalonadas, asiento de suelos fértiles y de regadíos de larga tradición.

La llanura riojana desciende suavemente de altitud de Oeste a Este, casi siempre con altitudes por debajo de 600 m, excepto en las proximidades del contacto con el Sistema Ibérico.

La red fluvial de La Rioja se organiza en función de su nivel de base, el río Ebro, que forma espectaculares meandros - como la Herradura de Haro o el de Asa - El Cortijo - en una llanura aluvial progresivamente más abierta hacia el Este a medida que el Ebro se libera del relativo encajamiento a que le obligan las areniscas de Haro. Hacia él se dirigen todos los ríos riojanos: el Tirón - con su cabecera en la Demanda burgalesa - y el Oja, procedente de la Demanda riojana; el río Najerilla, alimentado por la vertiente meridional de la Demanda riojana y por los Picos de Urbión; el río Iregua, nacido en la Sierra Cebollera e inscrito en las sierras de Camero Nuevo; el río Leza, que con su afluente el Jubera constituye el eje de Camero Viejo; el río Cidacos, procedente de las tierras altas de Soria pero con la mayor parte de su recorrido en la Comunidad de La Rioja; y el río Alhama, también soriano en sus orígenes, parcialmente navarro en su curso medio y bajo, con un amplio tramo montañoso en el que recibe a su afluente más importante, el río Linares.

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

Todos ellos se dirigen hacia el Norte, pues así lo impuso la organización del relieve desde el momento en que se levantó el Sistema Ibérico y se hundió la Depresión del Ebro. Su instalación en la montaña se ha producido a lo largo de decenas de millones de años, durante los cuales se han organizado complejas redes de drenaje que han experimentado cambios importantes en determinados momentos. En cambio en el llano riojano, como en toda la Depresión del Ebro, la instalación de la red fluvial es muy reciente pues data de mediados del Cuaternario.

En todo caso, la evolución del relieve de la montaña y de la llanura esta íntimamente interrelacionada y en sus formas puede estudiarse, con mayores o menores dificultades, la compleja historia geológica y geomorfológica del relieve de La Rioja.

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

HISTORIA GEOLOGICA Y LA ESTRUCTURA DEL RELIEVE DE LA RIOJA

José María García Ruiz

El relieve actual de La Rioja es el resultado de una larga y compleja evolución geológica, durante la cual se configuran tres de las más importantes unidades morfoestructurales de la Península Ibérica: el Sistema Ibérico, la Depresión del Ebro y los Pirineos. La historia geológica de La Rioja participa de la de estas tres unidades en sus rasgos generales, aunque tanto la litología como la tectónica poseen muchos caracteres diferenciadores. El Sistema Ibérico se extiende por la mitad meridional de La Rioja, la Depresión del Ebro ocupa la mitad septentrional y las estribaciones más occidentales de los Pirineos aparecen tímidamente en el extremo noroccidental de la región (sierras de Obarenes, Toloño y Cantabria).

Todas las rocas son de origen sedimentario, si bien conviene señalar el contraste existente entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro. En el primero predominan los materiales de origen marino -a veces ligeramente metamorfozados, como en la Sierra de la Demanda- o de transición entre los ambientes marinos y continentales, con una gran variedad litológica: pizarras, cuarcitas, diques de cuarzo, cuarzarenitas, arcillas, calizas y areniscas.

En la Depresión todos los materiales son de origen continental, depositados en una cuenca sin salida al mar, en un ambiente generalmente árido, por medio de corrientes fluviales con diferente grado de torrencialidad; predominan las areniscas y las arcillas, intercalándose a veces estratos de margas, yesos y calizas, pudiendo localizarse importantes acumulaciones de conglomerados en el borde de la Depresión.

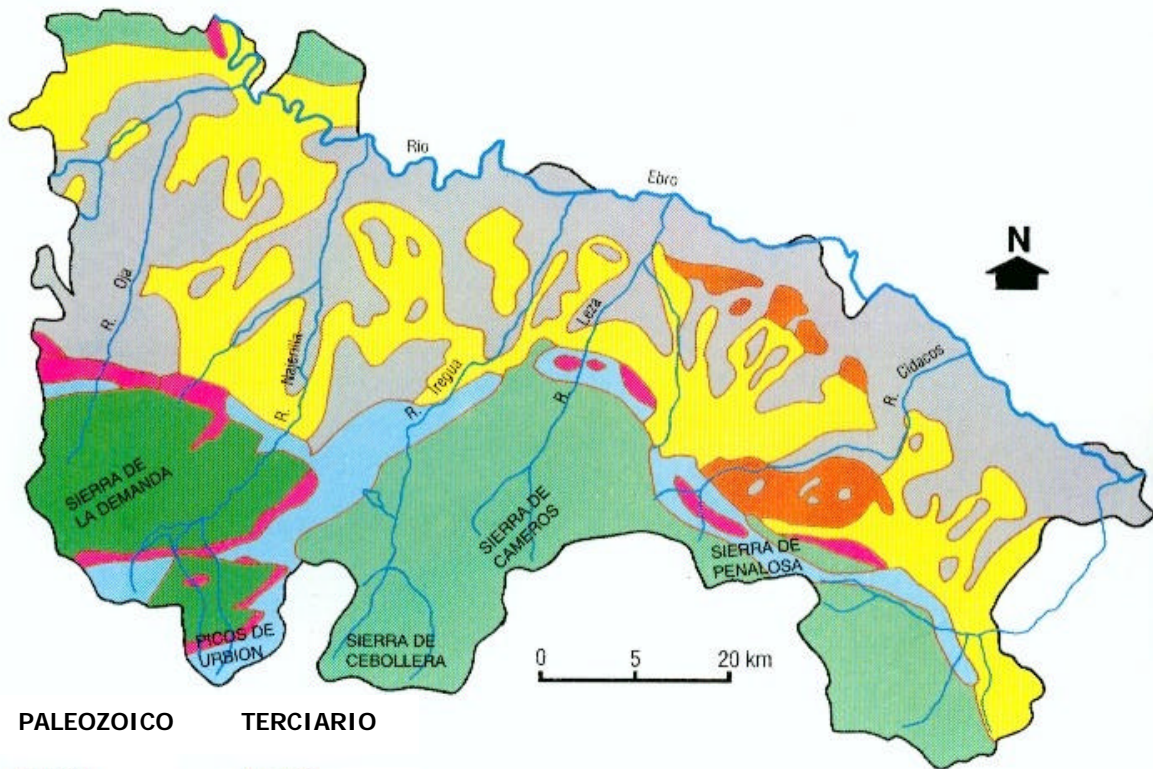
Las tres unidades se hallan estrechamente interrelacionadas. De hecho, la elevación del Sistema Ibérico y de los Pirineos - junto con la de la Cordillera Costero-Catalana- es contemporánea de la formación de la Depresión del Ebro, que precisamente queda definida como cuenca cerrada por el levantamiento de las tres cadenas citadas. A la vez, la erosión de estas últimas contribuye al relleno de la Depresión, donde se depositan los sedimentos correlativos a la erosión de las montañas circundantes. Por ello, el estudio de los materiales acumulados en la Depresión no sólo ayuda a interpretar la evolución de esta última sino que también encierran gran parte de la historia geológica de las propias montañas.

El Sistema Ibérico riojano

El Sistema Ibérico puede definirse como el reborde nordoriental y oriental de la Meseta, el viejo zócalo paleozoico que constituye el núcleo original de la Península Ibérica, al que han ido adosándose las restantes unidades. Este reborde se compone de fragmentos del zócalo - como en el caso de la Sierra de la Demanda en La Rioja o de las sierras de Vicort y de la Virgen en el sector aragonés de la cadena- y de extensas áreas de sedimentos mesozoicos que dan lugar a un relieve de características muy diferentes.

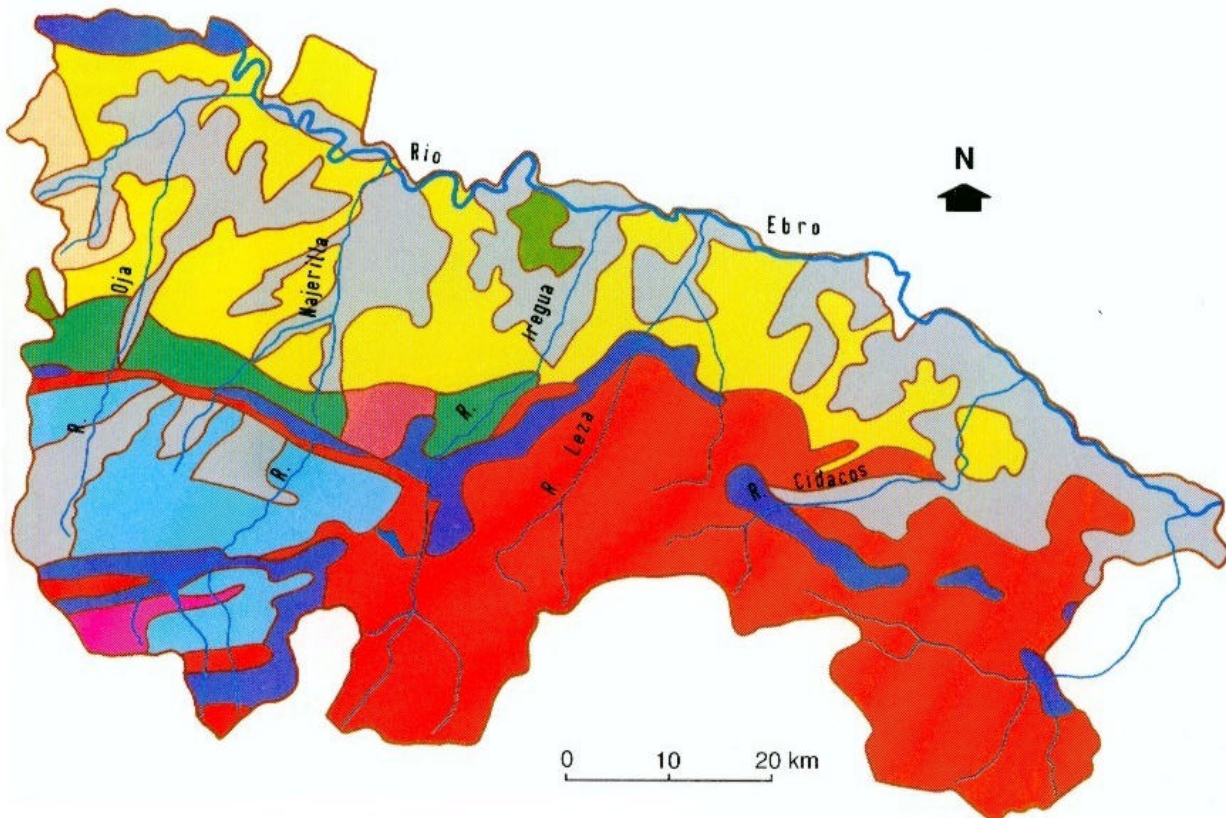
El relieve

ERA	PERIODO	ACONTECIMIENTOS BIOLÓGICOS
Era Terciaria o Cenozoico	Neogeno Paleogeno	Abundancia de mamíferos
Era Secundaria o Mesozoico	Cretácico Jurásico Triásico	Predominio de los reptiles
Era Primaria o Paleozoico	Pérmico Carbonífero Devónico Silúrico Ordovícico Cámbrico	Anfibios Primeras plantas terrestres Peces Animales invertebrados
Era Arcaica o Precámbrico		Comienzo de la Vida Formación de la Tierra



El relieve

Esto hace que, dentro del Sistema Ibérico riojano pueda establecerse una clara distinción entre la Sierra de la Demanda, por un lado, y el resto de alineaciones montañosas (Urbión, Cebollera, Hayedo de Santiago, etc.), por otra. Este es un hecho común a todo el Sistema Ibérico: la ausencia de unidad interna, al componerse de grandes bloques o macizos bastante individualizados y con pocas conexiones entre si, a diferencia de las auténticas cordilleras (los Pirineos, por ejemplo), en las que existe una perfecta continuidad de un extremo a otro.



SEDIMENTOS CONTINENTALES

	Depósitos fluviales
	Margas
	Arcillas
	Areniscas
	Yesos
	Calizas

SEDIMENTOS MARINOS

	Calizas
	Cuarcitas y areniscas

MATERIALES METAMORFICOS

	Pizarras
	SEDIMENTOS DE TRANSICIÓN

En el Sistema Ibérico pueden reconocerse dos ciclos evolutivos, tanto por la edad de los materiales como por los esfuerzos tectónicos que han sufrido y por las formas de relieve resultantes. El más antiguo - ciclo hercínico - afecta a la Sierra de la Demanda y el más reciente - ciclo alpino- se pone de manifiesto en el

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

resto de las montañas riojanas, aunque paralelamente tuvo grandes repercusiones en la Demanda.

El ciclo herciniano

Durante el ciclo hercínico se forman potentes acumulaciones de arcillas y areniscas -transformadas con el tiempo en pizarras y cuarcitas- con algunas intercalaciones de calizas y conglomerados, hasta alcanzar un espesor de varios miles de metros. Los materiales mas antiguos corresponden al periodo Precámbrico -o era Arcaica-, aunque por aflorar sólo en las proximidades de Anguiano aportan muy poca información. El periodo mejor representado es el Cámbrico. El plegamiento herciniano -desarrollado en distintas fases- parece ser inmediatamente anterior al Carbonífero, pues este aparece depositado en forma discordante sobre el Cámbrico y el Ordovícico, sobre los que se aloja en áreas depresivas y en sinclinales. En ese momento la actual Sierra de la Demanda forma parte indisociable del macizo paleozoico, que ocupaba al menos las dimensiones de la actual Meseta española.

Aunque en gran parte de esta última los pliegues hercinianos siguen un marcado rumbo N-S o NNW-SSE, en la Demanda siguen una dirección W-E. Al terminar el ciclo herciniano el macizo se fractura siguiendo fallas de orientación N-S y NE-SW.

La emersión del macizo herciniano esta seguida de un intenso ciclo erosivo en el que se reducen progresivamente sus desniveles, de manera que cuando sobre el se depositan sedimentos triásicos, lo hacen sobre una superficie de erosión, prolongación de la que en ese momento enrasaba el zócalo paleozoico peninsular.

El ciclo alpino

El ciclo alpino se inicia con la sedimentación de materiales triásicos y continúa durante todo el periodo Secundario. En ese momento la Meseta se hallaba suavemente inclinada hacia el Este y Nordeste y sus costas - coincidiendo en cierto modo con el actual Sistema Ibérico- estaban bañadas por el llamado Mar de Tetys. Por tratarse de una zona litoral la sedimentación es inicialmente muy poco profunda, alternando a veces con sedimentación continental coincidiendo con pequeñas emersiones. Durante el Trías se depositan conglomerados (Bundsandstein), niveles calizos poco potentes (Muschelkalk) y, sobre todo, arcillas y yesos (Keuper). Durante el Jurásico, en un ambiente litoral de plataforma, se depositan no mas de 100-200 metros de calizas. Sin embargo, desde finales del Jurásico y principios del Cretácico la situación cambia sustancialmente. Lo que más tarde pasara a ser la Sierra de la Demanda emerge ligeramente y deja de recibir sedimentación marina, de manera que la potencia total de la cobertera mesozoica sobre el Paleozoico es muy pequeña.

En cambio inmediatamente al Este de la Demanda se entra en una fase de subsidencia que perdura durante todo el cretácico y quizás principios del Eoceno. En ese sector, ocupado actualmente por las sierras de Urbión y Cebollera y las mas orientales de La Rioja, incluyendo así toda la Tierra de Cameros, se instala un gigantesco delta alimentado por un río procedente del centro de la actual Meseta. A medida que el delta va acumulando sedimentos se hunde, facilitando la deposición de nuevos materiales. Arenas, arcillas y cuarzarenitas constituyen lo esencial de la sedimentación deltaica -en facies Purbeck-weald o, mas genéricamente, facies

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

Weald-, a veces alternando con formaciones carbonatadas de medios litorales, especialmente hacia el final de la serie.

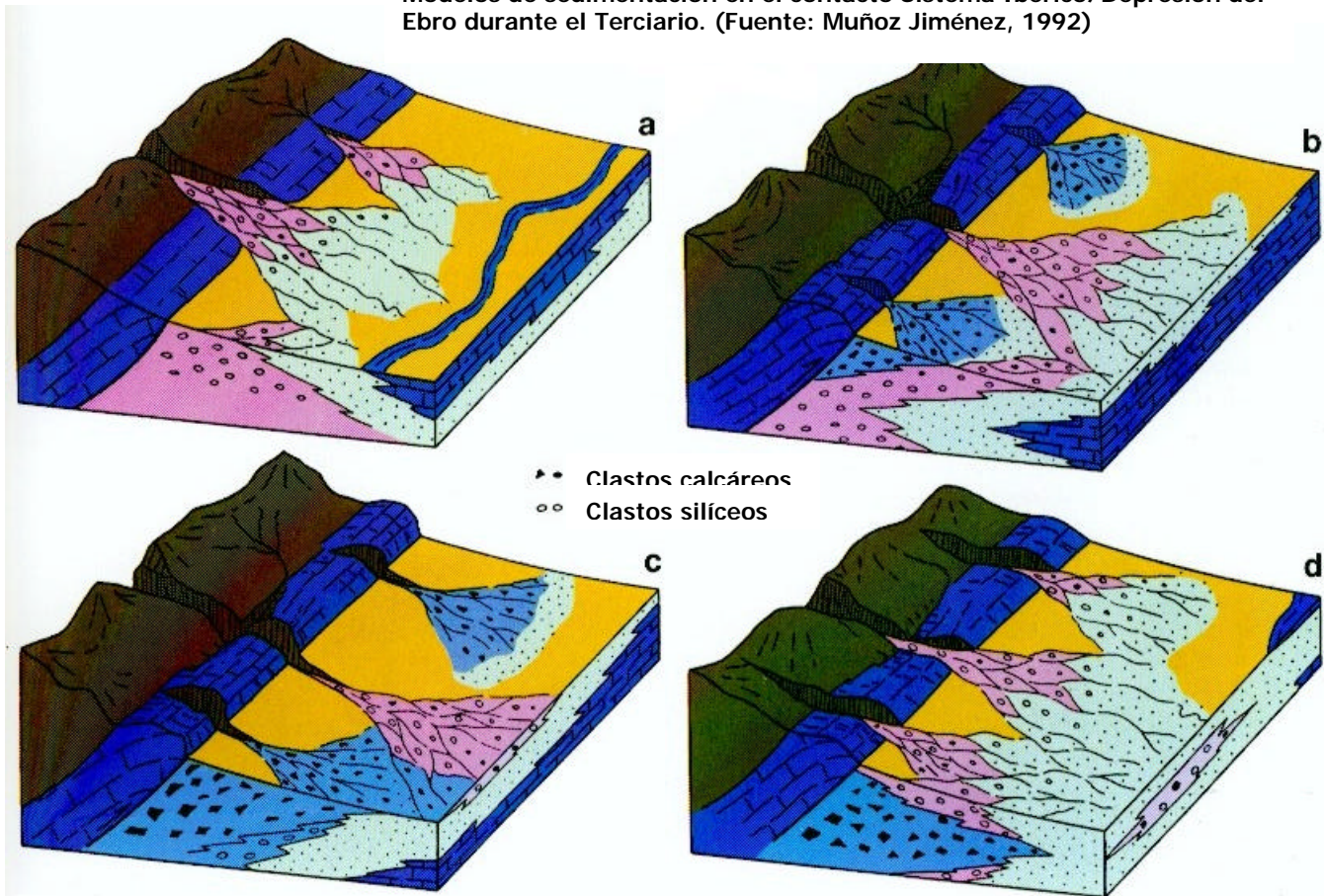
Los rasgos básicos de la facies Weald en La Rioja son, en primer lugar, la estratificación cruzada y los cambios rápidos de facies, todo ello característico de la movilidad de los cauces o brazos que componían el primitivo delta y por la inestabilidad de un medio subsidente controlado por la sedimentación fluvial y, ocasionalmente, por la existencia de ambientes marinos muy poco profundos. Y, en segundo lugar, la potente sedimentación, que supera los 5.000 metros de espesor. Esta potencia sólo puede explicarse porque se trata de un ambiente sometido a subsidencia continua durante millones de años y por la eficacia sedimentaria de los deltas. Es interesante recordar que en determinados lugares - tal es el caso de los yacimientos de Enciso, Soto de Cameros y San Vicente de Robres- se han encontrado numerosas huellas fosilizadas (icnitas) de grandes reptiles (dinosaurios), cuya presencia en diferentes estratos sólo puede explicarse en un medio pantanoso (típico de los deltas) sometido a subsidencia. Los estudios de Casanovas et al. (1989, 1990 a y 1990 b) y Pérez Lorente (1988) aportan información sobre las características morfológicas de las pisadas y sobre las posibles especies responsables de las mismas. Así pues, a principios del Terciario, momento en que finaliza la larga fase de sedimentación en el borde oriental y nordoriental de la Meseta, en el sector correspondiente a la actual Rioja se dan dos situaciones muy diferentes, con importantes repercusiones para la evolución posterior del relieve. En el sector más occidental (Sierra de la Demanda) los sedimentos mesozoicos forman una delgada cobertera que recubre un umbral paleozoico. Inmediatamente al Este los sedimentos tienen, por el contrario un enorme espesor. El plegamiento alpino tuvo una incidencia muy diferente en uno y otro caso.

El plegamiento alpino, que se manifiesta con distinta intensidad a lo largo de millones de años durante la era Terciaria, tiene consecuencias muy variadas en la Península. Se pliegan las auténticas cordilleras alpinas (Pirineos y Béticas) y el viejo zócalo paleozoico de la Meseta se fractura y se deforma ligeramente. Además de romperse por el centro (Sistema Central), por el Sur (Sierra Morena) y por el Noroeste (macizo Asturiano y Galaico), se ve afectado por un basculamiento general hacia el Oeste, de manera que en su reborde oriental se forma un gran escalón, antecedente directo del actual Sistema Ibérico, y el drenaje encuentra salida hacia el Atlántico. El levantamiento de los Pirineos y del Sistema Ibérico, junto con el más modesto de la Cordillera Costera Catalana configura la Depresión cerrada y triangular del Ebro, que al hundirse acentúa su carácter de fosa, en un proceso parecido al de la Depresión del Guadalquivir -aunque en este caso la cuenca estuvo abierta al mar y se rellenó en un medio marino- entre Sierra Morena y Las Béticas.

El Sistema Ibérico no es, pues, mas que el reborde de la Meseta, levantado y fracturado en numerosos bloques independientes entre sí, (por ejemplo, la Demanda, Moncayo, Vicort, Algairén, Herrera, Albarracín, Menera, Gúdar, y Javalambre). Por esta razón, no puede hablarse de una auténtica cordillera de plegamiento, al estilo de los Pirineos o de los Alpes, y su carácter de gigantesco escalón se confirma por la disposición del relieve: muy abrupto hacia la Depresión del Ebro y hacia el Mediterráneo y mucho más suave hacia el interior de la Meseta.

La tectónica alpina se manifiesta de forma diferente en la Sierra de la Demanda y en el resto del Sistema Ibérico riojano, debido a la potencia de la cobertera Mesozoica. En la Demanda, el movimiento vertical del zócalo infrayacente - hoy ya exhumado en superficie- dio lugar a una deformación similar de la cobertera, que por su escasa potencia fue incapaz de amortiguar los levantamientos y hundimientos. En general puede hablarse de una deformación positiva de gran radio de curvatura, lo que hace que en su borde Norte los estratos mesozoicos aparezcan con buzamientos próximos a 90°-; incluso la existencia de materiales plásticos por encima del zócalo produce movimientos gravitacionales hacia el Norte, con pequeños despegues de las calizas jurásicas que dan lugar localmente a pliegues en cascada (como en Cerro Peñalba). En el interior del macizo se generan numerosas fallas entrecruzadas, que a veces dan lugar a auténticas fosas tectónicas, como en el sinclinal de Canales, en la cabecera del Najerilla, donde el hundimiento del zócalo ha arrastrado consigo a la cobertera mesozoica, que queda así hundida y deformada en sinclinal respecto al paleozoico circundante.

Modelos de sedimentación en el contacto Sistema Ibérico/Depresión del Ebro durante el Terciario. (Fuente: Muñoz Jiménez, 1992)



En el resto del Sistema Ibérico riojano (antiguo delta wealdico) las deformaciones profundas y los avances verticales del zócalo se dejan sentir muy suavemente en superficie, al ser amortiguados por la potente cubierta mesozoica. La tectónica alpina se pone aquí de manifiesto mediante pliegues suaves y distanciados entre sí, con buzamientos poco pendientes en la mayoría de los casos, a veces casi completamente horizontales (por ejemplo, en las proximidades del puerto de Piqueras). Los pliegues siguen una marcada orientación W-E o NNWSSE, mientras

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

que las líneas de fractura, no precisamente abundantes, siguen una dirección NW-SE.

Por el Norte, el contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro se establece por medio, de una gran falla cabalgante cuyo frente presenta una continuidad de unos 90 Km. y un desplazamiento de unos 25 Km (Casas, 1990). El nivel de despegue esta constituido por los yesos del Keuper, que aparecen completamente deformados en muchos sectores del frente de las sierras. El cabalgamiento hace montar los materiales mesozoicos - generalmente el Triásico o el Jurásico sobre el Terciario de la Depresión del Ebro. Ocasionalmente, en el frente Norte de la Sierra de la Demanda, se superpone el Paleozoico al Terciario, por medio de fallas inversas que dan idea de la importancia de la tectónica en ese borde septentrional. En todo el frente cabalgante la cobertera mesozoica aparece intensamente fallada -a veces configurando pequeñas fosas tectónicas, como es el caso de Villarroya- y con los estratos fuertemente inclinados, incluso subverticales. Localmente puede hablarse de fenómenos diapíricos, con extrusión de los yesos triásicos, como sucede en Jubera y en Arnedillo. En muchos sectores el frente fallado y cabalgante queda oculto tras los conglomerados del borde de la Depresión del Ebro, a los que haremos referencia más adelante.

El levantamiento del Sistema Ibérico - y consiguiente plegamiento de la cobertera mesozoica- tiene lugar en diferentes fases desde el Oligoceno hasta el Plioceno, ya a finales del Terciario. Existen pruebas, no obstante, de actividad neotectónica durante el Cuaternario, con ligero levantamiento de la Sierra respecto a la Depresión del Ebro, tal como señala Calvo Palacios (1975).

La sedimentación en la cubeta del Ebro

Paralelamente a la elevación del Sistema Ibérico tuvo lugar el hundimiento de la cubeta del Ebro, de forma triangular, cerrada al mar, y rellena posteriormente con sedimentos continentales procedentes de la erosión de las montañas circundantes. El sector noroccidental de esta Depresión tiene unas características algo diferenciadas del resto, especialmente por la proximidad de tales montañas y por su elevada subsidencia desde el Oligoceno (Riba, 1964). El relleno alcanza en algunos puntos la potencia excepcional de 5.000 metros, lo que da idea no sólo de la importancia del hundimiento sino también del gran volumen de sedimentos aportados desde los márgenes montañosos, muy trabajados por los agentes erosivos. Muñoz (1992) señala que existe una estrecha relación entre la actividad tectónica de las sierras y la tasa de sedimentación en la Depresión, que ha ido decreciendo con el tiempo.

En un esquema muy sencillo puede afirmarse que la Depresión del Ebro - como todas las cuencas cerradas- organiza la distribución de los sedimentos de forma aureolada desde los bordes hacia el centro, de acuerdo con la selección típica de materiales por su tamaño en función de la distancia recorrida. Así, los ríos y barrancos procedentes de las montañas, que transportaban importantes volúmenes de sedimentos hacia la cubeta del Ebro, perdían bruscamente pendiente y energía al entrar en la Depresión, abandonando los materiales más gruesos (gravas con variado índice de rodamiento que luego se convirtieron en conglomerados al adquirir consistencia). A medida que las corrientes torrenciales se acercaban al

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

centro de la Depresión iban abandonando materiales cada vez mas finos, arenas - más tarde convertidas en areniscas- y arcillas. Finalmente, en el centro se formaban pequeñas lagunas, seguramente poco profundas y de posición muy variable con el paso del tiempo, en las que irían depositándose sedimentos de origen químico (yesos, sales, calizas), en un medio semiárido o árido sometido a intensa evaporación estacional, a veces con desecación completa hasta la siguiente precipitación.

En realidad este modelo sedimentario es el típico de ríos torrenciales que a la salida de la montaña forman conos de deyección o abanicos aluviales en los que no existe un canal fluvial único, sino varios que van cambiando su trazado después de cada avenida. Muñoz (1992) lo ha explicado muy bien al distinguir tres sectores dentro de estos abanicos aluviales: En primer lugar un sector proximal, justo en el contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión del Ebro, con conglomerados más o menos organizados; en segundo lugar, un sector medio, con depósitos de conglomerados y arenas; y, finalmente, un sector distal, donde se sedimentaban las arenas y arcillas, con amplias llanuras de inundación y zonas encharcadas donde se acumulaban barros carbonatados, sales y yesos. El paso de un ambiente a otro es muy progresivo: Así, se pasa poco a poco de conglomerados puros a conglomerados con areniscas, areniscas alternando con conglomerados, areniscas con arcillas y conglomerados, areniscas con arcillas y calizas, etc.

El esquema precedente se mantiene muy bien en sus rasgos esenciales en toda la Depresión del Ebro. Por ejemplo, en el paso de la montaña hacia la cubeta aparecen siempre importantes volúmenes de conglomerados con su relieve típico (Mallos de Riglos y Agüero, en Huesca, los relieves de Montserrat en Cataluña y los de Viguera, Anguiano y Matute, en La Rioja). Por el contrario, en el centro de la antigua Depresión dominan los grandes depósitos de sales (Remolinos), yesos (Monegros) y calizas (La Muela de Zaragoza). Entre los conglomerados y los materiales mas finos se desarrolla toda una serie de relieves sobre areniscas y sobre arcillas. En el caso de La Rioja destacan cerca del eje del Ebro, la llamada "facies Haro", de tonos amarillentos, y algo mas al Sur, la "facies Najera", de coloración más rojiza.

No obstante, no todo es tan regular y se halla tan organizado como se ha señalado aquí. En ocasiones se han formado pequeñas lagunas muy cerca del frente montañoso y allí se han depositado yesos, lejos del centro de la cubeta, como sucede al Sur de Arnedo. Riba (1964) señala también que durante el Oligoceno se forman algunos repliegues en el interior de la Depresión, dando lugar a numerosos surcos y cubetas con un desarrollo autónomo en cuanto a estructuras sedimentarias y facies.

Una cuestión muy interesante se refiere a los tipos de conglomerados de borde de cuenca en La Rioja, problema que ha sido muy debatido por diferentes autores.

En unos casos se trata de conglomerados compuestos esencialmente por cantos calcáreos y empastados en una matriz arcillo-arenosa carbonatada, muy consistente; en otros casos son conglomerados silíceos, con matriz arenosa muy poco resistente a la erosión. Fueron llamados respectivamente conglomerados de "facies Ojacastro" y de "facies Santurdejo" por Riba (1955). Este autor sugirió que

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

los primeros proceden del desmantelamiento de la cobertera mesozoica de la Sierra de la Demanda, mientras que los segundos se habrían formado a partir de la erosión del zócalo paleozoico de la Demanda y de los materiales wealdicos de Cameros, esencialmente silíceos. De acuerdo con este planteamiento, los conglomerados de facies Ojastro serían pues, los primeros en depositarse. Pérez Lorente et al. (1989) aluden a razones climáticas para justificar la presencia o ausencia de cemento calcáreo, pues no queda claro que los conglomerados mas resistentes sean siempre más antiguos.

Muñoz (1992) considera que existe una relación estrecha entre la tectónica del borde de cuenca y el predominio de unos conglomerados u otros. Este autor parte de un hecho claro: la mayor parte del Sistema Ibérico esta compuesto por rocas silíceas, apareciendo las calizas casi sólo en los afloramientos jurásicos de una estrecha franja situada en el frente Norte de las sierras. Así pues, el predominio de un tipo u otro de conglomerado depende de la importancia de la franja caliza o del resto de la sierra como área fuente de sedimentos. En los momentos de mayor actividad tectónica (diastrofismo) el frente calcáreo de las sierras es drenado por pequeños torrentes que al llegar a la Depresión forman conos de deyección muy pendientes y poco extensos compuestos básicamente por gravas calcáreas, coexistiendo con los grandes abanicos aluviales formados por ríos importantes cuya cabecera penetraba muy al interior de las sierras y que por lo tanto estaban integrados básicamente por gravas de cuarcitas, areniscas y cuarzenitas. A medida que cesaba la actividad tectónica la erosión remontante ampliaba la cuenca de drenaje de los abanicos instalados sobre la franja jurásica, hasta incorporar superficies cada vez mayores de las áreas silíceas. En ese momento los conglomerados pasaban a ser fundamentalmente silíceos y coinciden con depósitos poco comentados.

En La Rioja existen excelentes ejemplos de ambos tipos de conglomerados. Los calcáreos se hallan bien representados al Sur de Arnedo - depositados precisamente tras las primeras elevaciones de la sierra -, en Viguera-Islallana, en Aguiano y Matute-Tobia. Los silíceos dominan en Yerga, Cabi Monteros, Serradero y Santurdejo.

El relleno de la Depresión llega hasta el Plioceno, momento a partir del cual comienza su progresivo vaciado por parte del río Ebro y su red de afluentes una vez que el Ebro se ha abierto paso hacia el Mediterráneo a través de una fractura en la Cordillera Costero-Catalana. Los últimos depósitos, cuyos restos aparecen en la Dehesa de Sotés, la Dehesa de Navarrete (o Alto de San Antón) y la Pena Colorada de Bergasa, han sido atribuidos por Gonzalo Moreno (1981) al Plioceno. Hasta ese momento existiría una conexión directa entre la sierra y la Depresión del Ebro, pero desde entonces la Sierra de la Demanda aparece cada vez más desconectada. El encajamiento del río Oja favorece el que dos de sus afluentes más importantes (el Ciloría y el Turza) se instalen en la banda arcillosa del Trías, que sigue una orientación Oeste-Este. A partir de ese momento los torrentes que desde la Demanda se dirigían directamente hacia la Depresión del Ebro quedan cortados y desaguan en el Ciloría y en el Turza.

La existencia de deformaciones en los sedimentos de la Depresión del Ebro es un hecho relativamente frecuente, aunque no revisten la intensidad ni la con-

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

tinuidad de las que caracterizan a las áreas afectadas más directamente por el plegamiento alpino. Es cierto que en la mayor parte de la Depresión los estratos aparecen horizontales o con buzamientos muy suaves, pero localmente existen repliegues importantes. Así, al Sur de Arnedo los conglomerados basales oligocenos se encuentran fuertemente deformados, probablemente por el avance hacia el Norte del frente de cabalgamiento de la Sierra de Cameros; sobre ellos se depositaron otros conglomerados con una fuerte discordancia angular, claramente postectónicos. También se han identificado suaves flexiones en Arnedo, Baños de Río Tobía y Nájera, que han sido consideradas como manifestaciones de cabalgamientos que afectan a los materiales preterciarios sólo que, a diferencia de lo que sucede con el frente cabalgante de Cameros-Demanda, no son visibles en superficie al quedar ocultos bajo el gran paquete de sedimentos del Terciario de la Depresión del Ebro. En superficie destacan más las deformaciones en los yesos de la zona Alcanadre-Lodosa. En este sector interviene seguramente una tectónica de alcance regional favorecida por la movilidad de las series yesíferas; así es como se forman pliegues anticlinales y sinclinales con ejes de dirección WNW-ESE, que se prolongan hacia el Sur de Navarra. Pérez Lorente (1979) ha señalado también la existencia de cierta actividad neotectónica, con pequeñas fallas que afectan a depósitos cuaternarios (glacis y terrazas) e incluso pequeños seismos en la zona de contacto entre el Sistema Ibérico y la Depresión (Arnedillo, Turruncún).

El límite septentrional de la Depresión del Ebro coincide con las sierras de Obaranes, Toloño y Cantabria, que pueden considerarse las últimas estribaciones occidentales de los Pirineos o también las alineaciones más meridionales de los Montes Vascos, con lo que quedarían englobadas dentro de la Cordillera Cantábrica. Están formadas por una alineación estrecha y alargada en sentido Oeste-Este, cuya continuidad se ve rota por pequeños pasillos de dirección Norte-Sur, abiertos a favor de fallas transversales que permiten individualizar a las diferentes sierras. Su línea de cumbres presenta una altitud modesta y están formadas fundamentalmente por materiales cretácicos con algunos afloramientos liásicos y triásicos. Calizas, dolomias, margas, calizas arenosas y arcillas forman un conjunto muy abigarrado situado en el flanco meridional de un gran sinclinal. El contacto con la Depresión del Ebro se efectúa por medio de una falla cabalgante en sentido Oeste-Este. En el interior de las sierras aparecen numerosas fallas de gran significado geomorfológico, unas veces porque delimitan pequeñas fosas y otras porque controlan el trazado de la red fluvial. Por supuesto, en el contacto con la Depresión se ha formado también una aureola de conglomerados, bien cementados, aunque mucho menos potentes que los que se localizan en el frente de Cameros-Demanda, básicamente porque la fuente de abastecimiento de tales conglomerados es, en el caso de Obaranes-Tolono-Cantabria, de mucha menor entidad morfoestructural.

En las páginas precedentes se ha comprobado que el relieve de La Rioja es el resultado de una evolución muy larga y compleja, con ciclos tectónicos y sedimentarios muy variados, que se remontan incluso hasta el Precámbrico. Es en la montaña donde se encuentra la mayor complejidad, pues al ciclo herciniano que afectó a la Sierra de la Demanda se sumó posteriormente el ciclo alpino, responsable de los rasgos estructurales básicos del Sistema Ibérico, incluyendo la fracturación del viejo zócalo paleozoico, el pliegue de los sedimentos mesozoicos y el

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

cabalgamiento del frente de la Sierra sobre los depósitos terciarios de la Depresión del Ebro. A medida que la montaña se levantaba durante el Terciario, la Depresión se rellenaba con sedimentos continentales transportados desde las sierras por medio de ríos y torrentes, que al llegar a la Depresión formaban grandes abanicos aluviales. Una serie de lagunas mas o menos temporales se localizaban en el centro de la cuenca del Ebro, lo que explica la presencia de depósitos salinos y yesíferos.

Pero la erosión de la Sierra no sólo ha provocado el relleno de la Depresión, sino también la existencia de niveles erosivos que han quedado colgados en el Sistema Ibérico a diferentes altitudes. Muy excepcionalmente se reconocen restos recientemente exhumados de una superficie de erosión pretriásica en La Sierra de la Demanda, mientras las zonas de cumbres, muy suaves y situadas a una altitud muy constante tanto en la Demanda como en Cebollera y Cameros, se atribuyen a una superficie de erosión intramiocena. La llamada superficie de erosión fundamental, que en algunos lugares enrasa con la sedimentación final carbonatada de las cuencas terciarias, correspondería al Plioceno; estos niveles alcanzan cierta extensión en el Norte de la Sierra. A menor altitud, ocupando pequeñas hombreras colgadas, se localiza otro nivel que debería datarse de finales del Plioceno.

No es, pues, una montaña de grandes contrastes topográficos, pues dominan las divisorias amplias que repiten su altitud en el horizonte, testigos de antiguos ciclos erosivos. El fuerte encajamiento de la red fluvial durante el Cuaternario aumenta la sensación de agresividad topográfica, que sólo se percibe también allí donde la acción glacial ha tenido cierta entidad (cumbres de Cebollera y Urbión, escasamente en la Demanda). En la Depresión los cambios climáticos y el progresivo encajamiento del Ebro y de sus afluentes explican el magnífico escalonamiento de glaciares y terrazas, que aumentan la diversidad topográfica del paisaje. Pero estos son cuestiones que se verán con mayor detalle en las páginas siguientes al estudiar las grandes unidades del relieve de La Rioja.

Referencias bibliográficas

Calvo Palacios, J.L. (1975): *Nota sobre las relaciones de la red fluvial camerana y la tectónica del borde septentrional del Sistema Ibérico*. Berceo, 88: 93-100.

Casanovas, M.L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. & Santafé, J.V. (1990 a): *Huellas de dinosaurio en San Vicente de Robres*. Zubia: 33-47.

Casanovas, M.L., Ezquerro, R., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. & Santafé, J.V. (1990 b): *Huellas de dinosaurio en Soto de Cameros*. Zubia: 49-71.

Casanovas, M.L., Fernández, A., Pérez-Lorente, F. & Santafé, J.V. (1989): *Huellas fósiles de dinosaurios de La Rioja. Yacimientos de Voldecevilla, La Senoba y de la Virgen del Cameo*. Instituto de Estudios Riojanos, 190 pp., Logroño.

Geografía de la Rioja	v. 1	35 - 49	1994
El relieve			

Casas, A.M. (1990): *El frente norte de las sierras de Cameros: estructuras cabalgantes y cameo de esfuerzos*. Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 382 pp., Zaragoza.

Gonzalo Moreno, A.N. (1981): *El relieve de La Rioja. Análisis de geomorfología estructural*. Instituto de Estudios Riojanos, 508 pp., más mapas, Logroño.

Muñoz, A. (1992): *Análisis tectosedimentario del Terciario del sector occidental de la Cuenca del Ebro (Comunidad de La Rioja)*. Instituto de Estudios Riojanos, 347 pp., Logroño.

Pérez-Lorente, F. (1979): *Niveles de erosión y acumulación en La Rioja Central y Oriental*. Cuadernos de Investigación Geográfica, 5(2): 37-50.

Pérez-Lorente, F. (1988): *Huellas de dinosaurio en el Wealdiense del Grupo Enciso*. III Coloquio Estrat. Paleogeogr. Jurásico Esp., pp. 309-314, Instituto de Estudios Riojanos, Logroño.

Pérez-Lorente, F., Pavía, S. & Pereda, C. (1989): *Los conglomerados sueltos terciarios del borde Norte de la Sierra de Cameros*. Cuadernos de Investigación Geográfica, 15: 67-74.

Riba, O. (1955): *Sobre la edad de los conglomerados terciarios del borde Norte de las Sierras de la Demanda y de Cameros*. Notas y Comunic. del IGME, 39: 39-50.

Riba, O. (1964): *Estructura sedimentaria del Terciario continental de la Depresión del Ebro en su parte riojana y navarra*. Aportación Española al XX Congreso Geográfico Internacional, Zaragoza.