



LAS UNIDADES DEL RELIEVE ARAGONÉS

J.L. Peña y M.V. Lozano

Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio. Universidad de Zaragoza.

Resumen. El territorio aragonés se compone de tres unidades de relieve: Pirineos, Depresión del Ebro y Cordillera Ibérica. Las morfoestructuras actuales son consecuencia de la tectónica alpina, que deformó los materiales de las cuencas sedimentarias mesozoico.eocenas y generó el hundimiento de la fosa del Ebro, que se rellenó durante el Terciario. Las huellas más sobresalientes de la evolución geomorfológica posterior corresponden a las superficies de erosión terciarias, la karstificación en los macizos calcáreos, el modelado glaciar y periglacial y los sistemas de terrazas y glaciares cuaternarios, especialmente desarrollados en el entorno del río Ebro y sus afluentes.

Palabras clave: Pirineos, Depresión del Ebro, Cordillera Ibérica, superficies de erosión, karst, evolución cuaternaria.

Abstract. The Aragonese territory comprises three relief units: Pyrenees, Ebro Basin and Iberian Ranges. The present day morphostructures are the result of the Alpine tectonics which deformed the materials of the Mesozoic-Eocene sedimentary basins and produced the collapse of the Ebro trench, filled during the Tertiary. The most important traces of the subsequent geomorphological evolution correspond to the Tertiary planation surfaces, karstification in calcareous massifs, glacial and periglacial processes and Quaternary systems of terraces and glaciares, particularly extensive in the Ebro river and its main tributaries.

Key words: Pyrenees, Ebro Basin, Iberian Ranges, erosion surfaces, karst, Quaternary evolution.

Introducción

La Comunidad Autónoma de Aragón tiene una extensión de 47.669 Km², repartida entre tres grandes unidades del relieve de la Península Ibérica: Pirineos, Depresión del Ebro, y Cordillera Ibérica (Fig. 1). El río Ebro discurre por el centro de la depresión central y constituye la parte más baja de Aragón frente a las altas crestas pirenaicas, que superan los 3.000 m (Aneto, 3.404 m) y las cumbres ibéricas, que sobrepasan los 2.000 m (Moncayo, 2.316 m). Las aguas, que a través de los ríos afluentes vierten desde las montañas hacia el Ebro, salvan estos desniveles atravesando diferentes paisajes de sierras, valles y llanuras

La geomorfología de Aragón cuenta con un amplio repertorio bibliográfico, por lo que resulta difícil realizar una síntesis tan breve sobre sus unidades del relieve y más aún resumir las numerosas referencias bibliográficas. Por ello, hemos reducido las citas a las publicaciones más generales a las tesis doctorales de las grandes unidades de relieve y trabajos de síntesis geomorfológica y cartográfica del conjunto aragonés.

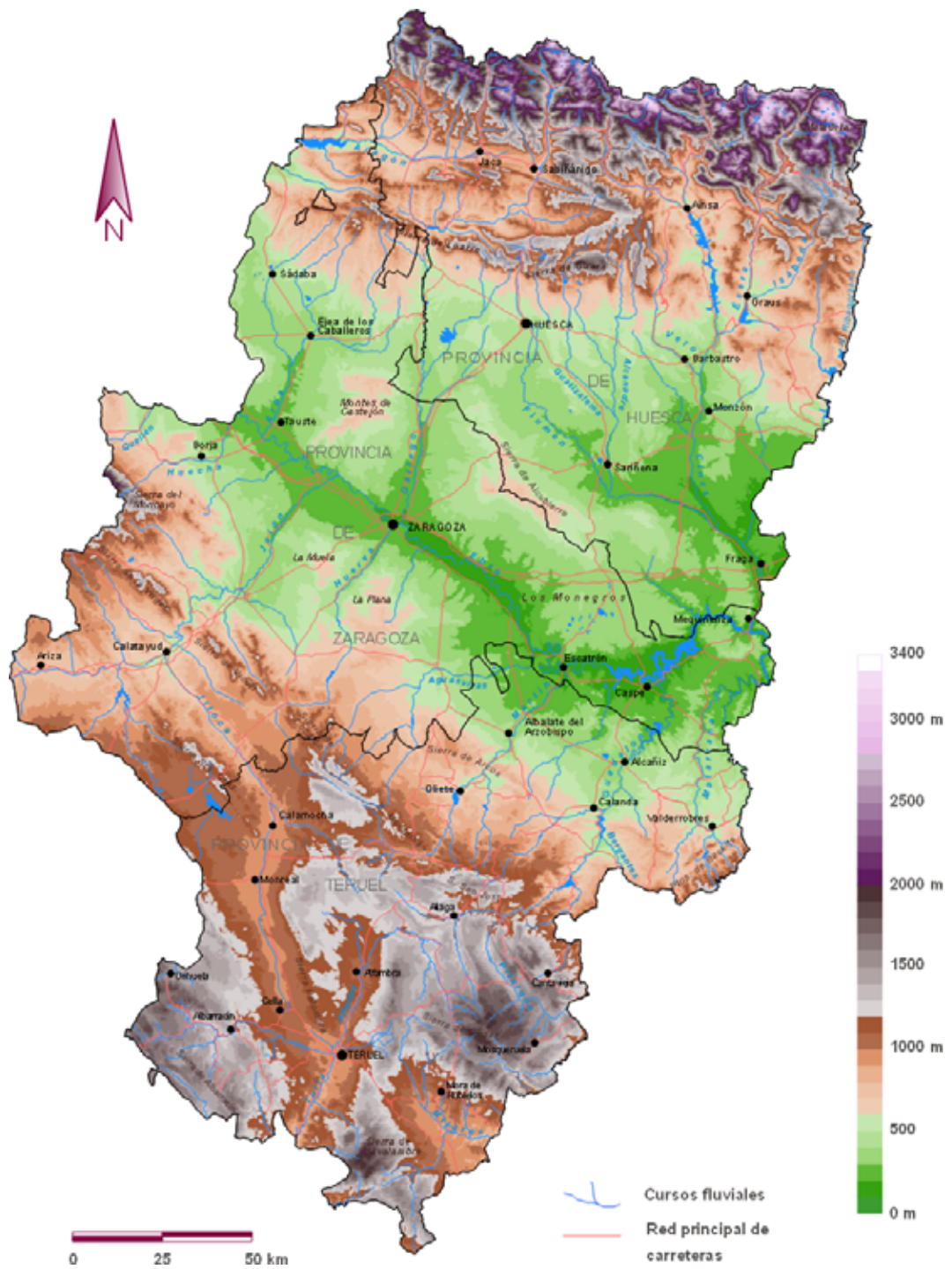


Fig.1. Mapa Topográfico de Aragón.

1. LOS PIRINEOS ARAGONESES

1.1. Rasgos morfoestructurales

Los Pirineos constituyen una importante barrera montañosa de 435 km de longitud que ocupa el istmo de la Península Ibérica, entre el golfo de Vizcaya y el cabo de Creus. El sector central o aragonés es el que presenta las mayores altitudes (Aneto: 3.404 m, Posets: 3.375 m, Monte Perdido: 3.355 m, Vignemale: 3.298 m), perdiendo progresivamente altura hacia sus márgenes navarro y catalán. La red fluvial compartimenta fuertemente el relieve dado que su disposición Norte-Sur es transversal a las estructuras pirenaicas, alineadas principalmente de Oeste a Este.

Esta unidad se compone de una Zona Axial de materiales paleozoicos, plegados en la orogenia hercínica, y bandas de materiales mesozoicos y terciarios, que constituyen el Prepirineo. La fase principal de la orogenia alpina es de edad fini-eocena (fase pirenaica) y determinó la colocación de los mantos de Gavarnie y Cotiella-Montsec, cuyos frentes forman las Sierras Exteriores y Sierras Marginales, que cabalgan sobre los materiales terciarios de la Depresión del Ebro. A lo largo del Oligoceno y Mioceno, gran parte de la cadena fue fosilizada por molasas postorogénicas, que fueron parcialmente exhumadas durante la evolución cuaternaria. Los relieves más destacados se deben a la resistencia de algunas litologías, como el granito y las cuarcitas en la Zona Axial, junto a las calizas y dolomías prepirenaicas y algunos afloramientos de materiales detríticos terciarios, como los que configuran el sinclinorio intermedio pirenaico de San Juan de la Peña y Peña Oroel o las Sierras de Sis y Cajigar.

1.2. Los principales elementos geomorfológicos

Algunos trabajos geomorfológicos abarcan zonas amplias del Pirineo aragonés e incluyen cartografías geomorfológicas, como son los de Barrère (1970), Chueca (1978), Rodríguez (1986), Benito (1989), Sancho (1991), Serrano (1998) y Martí Bono (1996). Como trabajos de síntesis citaremos a Peña (1994) y Peña et al (2002) así como las cartografías de los atlas dirigidos por Escolano (1995, 1998)

En la Cordillera Pirenaica, **las superficies de erosión** no conforman grandes extensiones como ocurre en otras unidades del relieve peninsular. Los aplanamientos más antiguos son de edad intraoligocena, observables en las cumbres de las Sierras Exteriores aragonesas, como las de Guara, Carrodilla, Balces y Sevil). Una segunda superficie, de edad intra o fini-miocena se extiende por las Sierras Marginales aragonesas entre los ríos Gállego y Cinca.

La **karstificación** encuentra en las superficies de erosión y otras estructuras relativamente planas el ámbito adecuado para su desarrollo, tanto en las litologías carbonatadas paleozoicas (calizas devónicas y cambro-ordovícicas), como mesozoicas (Cretácico superior y Eoceno). Destacan los campos de dolinas y paleopoljes, así como los cañones fluviookársticos y las galerías endokársticas, tanto en las sierras Interiores (macizos de Marboré-Monte Perdido, Tendeñera, Bernera y Cotiella) como en las Exteriores (Sierra de Guara).

Entre los componentes geomorfológicos más singulares de los Pirineos está el **modelado glaciar y periglaciar**. Durante las fases frías cuaternarias, la Cordillera Pirenaica, debido a su altitud y posición topográfica, se vio afectada por la actividad de focos glaciares que produjeron un intenso retoque erosivo. Durante los momentos de Máximo glaciar, el nivel de nieves perpetuas se

situaba entre 2.000 y 2.300 m en la vertiente española. Gran parte de la Zona Axial y los sectores más altos de las Sierras Interiores quedaron cubiertos por masas de hielo cuyas lenguas seguían los valles preglaciares, descendiendo en algunos casos hasta cotas de 760-800 m. Los valles en artesa más destacables son de Oeste a Este, los de Ansó, Echo, Canfranc, Tena, Broto, Pineta-Bielsa, Gistaín, Benasque y Noguera Ribagorzana. En la mayor parte de ellos el hielo alcanzó entre 300 y 500 m de espesor y longitudes entre 22 (glaciar del Aragón) y 41 km (glaciar del Gállego).



Fot. 1. Macizo de la Maladeta (Zona Axial pirenaica). Paisaje de circos y aristas, que aún cobijan algunos de los glaciares residuales pirenaicos.

Los glaciares generaron circos en las áreas de cabecera, cerrados por crestas en dientes de sierra y *hörner*, así como valles en artesa, que en algunos casos conservan sistemas de morrenas laterales y terminales marcando el límite ocupado por el hielo, depósitos glaciolacustres de obturación glaciar y terrazas fluvio-glaciares.

Los momentos de Máximo Glaciar han sido definidos a partir de la datación de algunas acumulaciones del Cinqueta y Gállego recientemente, habiéndose establecido edades entre 150.000 y 35.000 años B.P. para varias de estas etapas frías. Con posterioridad, en el Tardiglaciar se generaron nuevos avances en los circos y el desarrollo de glaciares rocosos. Desde la Pequeña Edad del Hielo o Neoglaciación (siglos XVII-mitad del siglo XIX) se ha ido reduciendo el número y extensión de aparatos glaciares, entre los que destacan los existentes en los macizos de Maladeta (Fot. 1), Posets y Monte Perdido. Igualmente, los procesos fríos periglaciares siguen vigentes en la alta montaña pirenaica, quedando unos pocos glaciares rocosos y protalus rampart funcionales como formas más importantes.

Muy ligado a la evolución climática cuaternaria está también la **morfología fluvial**. Las superficies de erosión y la cobertera molásica oligo-miocena sirvieron de punto de partida para la progresiva instalación de la red fluvial actual, seguramente a lo largo del Plioceno y Cuaternario. Pero esta actividad erosiva alternaba con momentos sedimentarios de predominio de las descargas fluviales, de los que quedan algunos testimonios en forma de terrazas fluviales, conservadas en zonas de mayor amplitud de los valles. Las acumulaciones de origen fluvial más importantes se localizan en la Canal de Berdún y la Val Ancha, en las que se extiende un amplio recubrimiento de niveles de glacis y terrazas fluviales de las cuencas de los ríos Aragón y Gállego. Con menor extensión, cabe destacar la confluencia de los ríos Ara y Cinca en Ainsa o en el valle del Ésera en Campo.

2. LA DEPRESIÓN DEL EBRO

2.1. El contexto litoestructural

La depresión del Ebro es una amplia fosa tectónica, limitada al Norte por los Pirineos, al Sur por la Cordillera Ibérica y al Este por la Cadena Costera Catalana. Está recorrida longitudinalmente por el río Ebro, que recoge los afluentes procedentes de las unidades montañosas. Las máximas cotas topográficas aparecen en las plataformas estructurales o muelas del sector central (Sierra de Alcubierre, 811 m) y en los relieves conglomeráticos (Los Mallos) de Riglos (1.235 m).

Los materiales más antiguos de la parte aragonesa de la cuenca terciaria pertenecen al Eoceno superior (yesos de la Fm. Barbastro). Desde ese momento la cuenca pasó a ser endorreica, recibiendo continuos aportes continentales en un ambiente de abanicos aluviales. Los depósitos se caracterizan por facies proximales (conglomerados y areniscas) que orlan los márgenes de la Depresión, facies intermedias (areniscas, arcillas e intercalaciones carbonatadas) y, en las zonas más distales, domina una sedimentación fundamentalmente evaporítica (yesos, sales cloruradas) y carbonatadas (margas y calizas), que alcanzaron gran desarrollo durante el Mioceno en el sector central de la Depresión. Sus potentes bancos calcáreos forman en la actualidad los relieves dominantes de la parte central de la Depresión (las Muelas).

La Depresión del Ebro pasa a un sistema exorreico a finales del Terciario debido al hundimiento del Mediterráneo. La instalación del Ebro y de su red de afluentes motivó una continua erosión de los sedimentos terciarios de la cubeta y una progresiva jerarquización de la red fluvial que se fue extendiendo hacia las serranías limítrofes. En esos momentos se modelarán los relieves estructurales y se individualizaron las grandes plataformas carbonatadas. Los glacis y terrazas fluviales recubrieron parcialmente los fondos de los valles y son sus secuencias deposicionales las que permiten reconstruir la evolución de la red fluvial del Ebro.

Se han realizado numerosas tesis doctorales centradas total o parcialmente en la geomorfología de la depresión del Ebro y cubriendo cartográficamente una gran parte de la misma. Son los trabajos de Ibáñez (1976), Zuidam (1976), Bomer (1978), Rodríguez (1986), Benito (1989), Soriano (1990), Sancho (1991), Ollero (1996) y Julián (1997). Además se han realizado varias síntesis en diferentes momentos, como las de Mensua e Ibáñez (1977), Alberto et al (1984), Pellicer y Echeverría (1989), Gutiérrez y Peña (1994a), Peña et al (2002) y las cartografías de Escolano (1995, 1998).

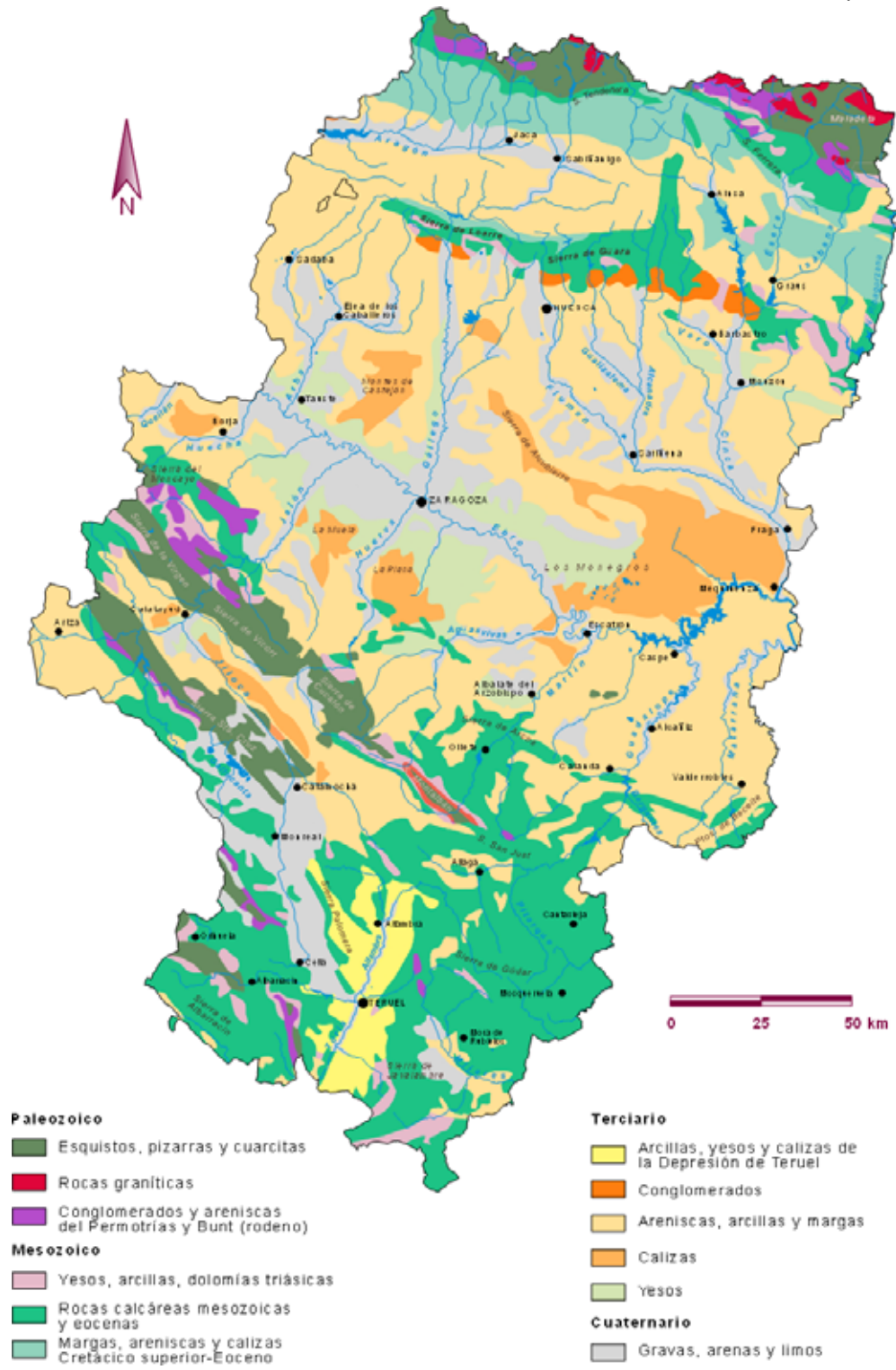


Fig.2. Mapa Litológico de Aragón.

2.2. Las unidades de relieve del centro de la depresión

El sector central aragonés presenta una gran variedad de paisajes geomorfológicos como consecuencia de los rasgos morfoestructurales y la evolución morfoclimática

Los relieves más destacados topográficamente son **las Muelas o Planas** formadas por calizas neógenas, individualizadas por encima de los 600 m como consecuencia del encajamiento de la red fluvial y rematadas por escarpes calizos marginales. Son la Plana Negra, Montes de Castejón, las Sierra de Alcubierre y de Sigena, la Muela de Borja, La Muela y La Plana de Zaragoza. No siempre son formas completamente estructurales, sino que presentan deformaciones y aplanamientos erosivos así como restos de depósitos del Plioceno superior o Cuaternario antiguo en sus cumbres (La Negra, La Plana). Su superficie calcárea presenta huellas de la disolución, con formas kársticas tales como lapiazes y dolinas en cubeta. Destacan especialmente los llanos de Bujaraloz con dolinas de grandes dimensiones y márgenes abruptos, cuyo fondo impermeable permite en ocasiones la formación de lagunas temporales de alta salinidad, **las Saladas** de Los Monegros.



Fot. 2. Meandro encajado del río Gállego en Marracos. A la derecha, nivel de terraza fluvial cuaternaria.

Entre las muelas se han abierto amplios **valles en artesa** recorridos por el río Ebro y sus principales afluentes, en los que se conservan extensas masas aluviales de glaciares y terrazas cuaternarias. El modelado característico son los cerros residuales para los niveles más antiguos y extensas terrazas escalonadas bordeando los cauces, para las etapas más recientes. Destaca el sistema de terrazas de los ríos Cinca y Gállego (Fot.2), con 11 niveles cuaternarios, y las del propio río Ebro. El contacto entre estos fondos aluviales y las laderas de las plataformas o muelas se realiza mediante los planos inclinados de los glaciares. Los cauces actuales tienen trazados

meandriformes, especialmente el del Ebro, con un tramo de meandros libres o de llanura, desde Logroño hasta La Zaida, y otro tramo de meandros encajados en las calizas y areniscas terciarias, con alta sinuosidad.

Otro modelado especial del centro de la cuenca es el generado a partir de los yesos de la Fm Zaragoza, que se extienden en un radio de unos 30 km alrededor de la ciudad de Zaragoza, prolongándose hacia la parte occidental de Los Monegros. La fácil incisión de los cursos fluviales y especialmente de la red de barrancos afluentes han dado lugar a una intrincada red de **valles de fondo plano o vales**, que han tenido una importante evolución holocena. Por otra parte, la activa disolución de los yesos ha generado un funcionamiento kárstico intenso, cuyas formas más características son los microlapiaces y las dolinas en cubeta y por colapso de galerías internas, destacando los **campos de dolinas** del entorno de la ciudad de Zaragoza.

2.3. Paisajes del piedemonte pirenaico

Un amplio espacio se extiende entre los escarpes de las muelas del centro de la cuenca y el frente de las sierras prepirenaicas. La presencia de litologías más blandas ha favorecido un intenso excavado fluvial dirigido por los ríos pirenaicos, pero completado lateralmente por los numerosos afluentes que tienen su cabecera en las Sierras Exteriores. En este piedemonte podemos diferenciar varios modelados geomorfológicos que tienen una especial incidencia en el paisaje: En primer lugar destacaremos **Los Mallos**, que son formas turrulares generadas a partir de la ampliación de las fracturas verticales de los conglomerados marginales de la cuenca terciaria. Aunque estas litologías aparecen en numerosos puntos del frente pirenaico, sin embargo es en la zona cercana al río Gállego (mallos de Riglos y Agüero) donde tienen mayor importancia ya que alcanzan los 300 m de desnivel vertical.

Al pie de las sierras Exteriores y de los relieves conglomeráticos se localizan las denominadas **Hoyas**, depresiones erosivas de gran amplitud, entre las que destacan las de Ayerbe, Huesca y Somontano de Barbastro, formadas por la sobreexcavación de los ríos pirenaicos. Más al sur, las **depresiones presomontanas** (Las Cinco Villas, Almudévar y Sariñena) constituyen cuencas erosivas similares. En estas zonas deprimidas se conservan complejos sistemas de terrazas y glaciares, siendo los depósitos más antiguos (*coronas*) los que marcan las divisorias de la red fluvial. antiguos, al ser acumulaciones rematadas por resistentes costras calcáreas. En el sector más oriental, se extienden amplios llanos (La Litera, Bajo Cinca), modelados en las series arcillosas oligo-miocenas y con un extenso sistema de terrazas de los ríos Cinca-Alcanadre.

Entre Barbastro y Tamarite de Litera se extienden los relieves del **anticlinal de Barbastro**, con trazado casi paralelo al frente pirenaico, generado por el desplazamiento hacia el sur del Manto de Gavarnie. El especial comportamiento tectónico de los yesos de su núcleo ha producido una estructura estrecha y continua, marginada por flancos subverticales de areniscas oligocenas, levantadas por el estilo diapírico del pliegue, que origina crestas puestas en resalte por la incisión de los barrancos.

2.4. El piedemonte ibérico

Es menos extenso que el piedemonte pirenaico, ya que las muelas del sector central están situadas muy próximas a la Cordillera Ibérica. La gran irregularidad en el espesor del Terciario de esta parte de la cuenca permite el afloramiento puntual del sustrato mesozoico, como ocurre en los

valles de los ríos Huerva y Aguasvivas, y del Paleozoico, en Puigmoreno, en la parte oriental de este piedemonte.

A diferencia del piedemonte pirenaico, las formaciones detríticas terciarias del borde de la cuenca no generan relieves conglomeráticos de importancia, excepto en el entorno de los Puertos de Beceite. Lo que más caracteriza este piedemonte es la gran extensión de las superficies planas o **Campos** correspondientes al desarrollo de glaciares, que han dado lugar a amplias comarcas agrícolas. Son el Campo de Borja, los Llanos de Plasencia, el Campo de Cariñena, el Campo de Lécera y el Bajo Aragón. Un modelado especial del relieve se encuentra en el sector bajoaragonés, donde aparecen los relieves de **paleocanales de areniscas**. La mayor resistencia erosiva de estas morfologías ha generado la formación de relieves estructurales alargados y de forma sinuosa, que ocupan una amplia superficie entre Alcañiz y Caspe. Entre estos relieves de paleocanales dominantes, se han generado depresiones cerradas de una gran amplitud, con numerosas lagunas, conocidas como **Saladas**, con un comportamiento de tipo *sebkha* de medios áridos.

3. LA CORDILLERA IBÉRICA

Alcanza una longitud cercana a los 400 Kms desde la Sierra de la Demanda hasta el Mediterráneo. La parte aragonesa de esta unidad ocupa su tramo central y centrorientado, desde la Sierra del Moncayo por el Oeste hasta los Puertos de Beceite y las Sierras de Gúdar-Maestrazgo, por el Este, y las sierras de Javalambre y Albarracín, en el Sureste. Las cotas más altas superan o se aproximan a los 2.000 m (Moncayo: 2.316 m; Javalambre: 2.020 m; Peñarroya: 2.019 m), aunque dominan las mesetas aplanadas cuyas alturas se sitúan en torno a los 1.500-1.600 m.

3.1. El marco morfoestructural

Los materiales paleozoicos se componen de pizarras, cuarcitas y calizas, con estructuras NW-SE y N-S, siendo las cuarcitas las que forman los relieves más destacados. El ciclo alpino se inicia con la sedimentación detrítica del Pérmico-Triásico inferior (facies Buntsandstein). La mayor parte de los grandes relieves se han modelado en las estructuras formadas principalmente por calizas y dolomías del Jurásico y Cretácico superior, sedimentadas en medios marinos, y que forman crestas y cuevas con escarpes enérgicos. El Terciario aparece en pequeñas cuencas o en fosas tectónicas mayores como son las de Calatayud-Montalbán, Alfabra-Teruel y Mijares, con importantes espesores de series detríticas, yesos y calizas.

La tectónica alpina, cuya fase principal compresiva se produce durante el Oligoceno, dio lugar a estructuras alineadas de NW a SE (dirección ibérica), que en el sector oriental, desde Javalambre a Gúdar-Maestrazgo y Beceite pasan al dominio de las direcciones Norte-Sur, paralelas a la costa mediterránea. Las fases distensivas producidas durante el Neógeno generaron las fosas tectónicas principales, con posteriores reactivaciones y formación de otras nuevas (fosas del Jiloca y Gallicantá) en el Plioceno superior, habiendo continuado una cierta actividad durante el Cuaternario.

3.2. La geomorfología de la Ibérica Centro-oriental

La geomorfología de las sierras ibéricas cuenta también con importantes tesis doctorales, como las de Ibáñez (1976), Yetano (1980), Pellicer (1984), Pailhé (1984), Echeverría (1988),

Lozano (1988), Sánchez (1990), Gracia (1990) y Gutiérrez, F. (1998). Como visiones de conjunto, están los trabajos de Peña et al (1984, 2000, 2002), Gutiérrez y Peña (1990, 1994b) y también los mapas de síntesis publicados por Escolano (1995, 1998).



Fot. 3. Relieves estructurales y superficies de erosión nivelando las cumbres, en el anticlinal de Aliaga, Cordillera Ibérica turolense.

La evolución geomorfológica tiene su inicio en el desarrollo de **extensas superficies de erosión** durante el Terciario. La superficie más antigua es de edad *intramiocena*, conservada en las cumbres de las sierras de Albarracín y Moncayo. Pero la fase más importante es la denominada *superficie fundamental de la Cordillera Ibérica*, de edad pliocena, que generó las amplias parameras calcáreas de la Ibérica turolense, muy bien conservadas (Fot. 3). Finalmente, hay una fase de aplanamiento más reciente, de edad pliocuaternaria, en algunos piedemontes, como los de Javalambre y Sierra Menera.

La **karstificación** se ha centrado sobre estas parameras calcáreas, en forma de campos de dolinas y complejos sistemas de poljes, que alcanzan su mayor importancia en las sierras de Albarracín, Javalambre y Gúdar-Maestrazgo. También las acumulaciones de carbonatos cuaternarios (travertinos) ligados a esta karstificación aparecen en la mayoría de los cañones calizos (ríos Mesa, Piedra, Guadalaviar, Martín, Mijares, Guadalope, Matarraña) y en galerías endokársticas, como las de Molinos. Las fases distensivas del Plioceno superior facilitaron el desarrollo de grandes depresiones fluviokársticas del tipo polje, especialmente destacables en las serranías surorientales, como Albarracín y Maestrazgo, así como el polje inundado de Gallocanta. También los yesos de las cuencas terciarias presentan formas kársticas, especialmente en Teruel y Calatayud.

El **glaciarismo** tuvo escasa importancia en la parte aragonesa de la Cordillera Ibérica, debido a la poca altitud de gran parte de los macizos y a la reducida innivación que recibirían durante las fases frías pleistocenas por su ambiente mediterráneo. En la sierra del Moncayo se conservan cuatro circos orientados al Norte, que cobijaron glaciares de circo durante las etapas frías; también en la Sierra de Albarracín se han observado pequeños restos morrénicos de glaciares de reducidas dimensiones. Pero lo esencial de los ambientes fríos está representado por las **formas periglaciares**, con numerosas formas acumulativas y erosivas de génesis fría, tales como nichos de nivación, laderas de bloques y canchales, derrubios estratificados, *protalus rampart*, lóbulos y coladas de soliflucción, etc. Son destacables los ríos de bloques de cuarcita del macizo del Tremedal, alimentados por laderas de bloques, que generan un espectacular paisaje.

El rejuvenecimiento del relieve por las fases distensivas del Plioceno superior produjo un importante desnivel respecto del Mediterráneo y las cuencas limítrofes del Ebro, Duero y Tajo, lo que generó una gran activación y **desarrollo de la red fluvial** de los ríos ibéricos que tienen esos niveles de base. La consecuencia ha sido la excavación de profundos cañones, como los de los ríos Martín, Guadalope, Matarraña, Mijares, etc. Solamente los ríos Alfambra, Guadalaviar-Turia, Jalón y Jiloca, es decir los que discurren por las fosas terciarias, presentan un buen desarrollo de las acumulaciones de terrazas cuaternarias en tramos de ensanchamiento fluvial, mientras que los glaciares alcanzan grandes extensiones en las cuencas interiores del Jiloca, Teruel y Mijares.

Bibliografía

- Alberto, F., Gutiérrez, M., Ibáñez, M.J., Machín, J., Meléndez, A., Peña, J.L., Pocoví, A. y Rodríguez, J. (1984): El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes. 217 p.+2 mapas 1:200.000. Univ. Zaragoza y Est. Exp. Aula Dei. Zaragoza.
- Barrère, P. (1970): Le relief des Pyrénées Centrales Franco-espagnoles. 12 mapas 1:50.000. Inst. de Géographie Univ. de Bourdeaux.
- Benito, G. (1989): Geomorfología de la Cuenca Baja del río Gállego. Tesis Doctoral Fac. Ciencias Univ. de Zaragoza, 764 p. (inéd.)
- Bomer, B. (1978): Le Bassin de l'Ebre et ses bordures montagneuses. Etude géomorphologique. Thèse Doctorat Univ. de Caën, 662 p. (Inéd.)
- Chueca, J. (1993): Geomorfología de la Alta Ribagorza: análisis de la dinámica de procesos en el ámbito supraforestal. Asociación Guayente, Benasque (Huesca). Serie Estudios Geográficos nº 1, 250 p.
- Echeverría, M.T. (1988): Geomorfología de la Rama Aragonesa de la Cordillera Ibérica entre las depresiones de Calatayud y Almazán. Tesis Doctoral Fac. Filosofía y Letras. 969 p. Zaragoza (inéd.)
- Escolano, S. (Dir.)(1995): Atlas de Geografía de Aragón. Inst. Fernando el Católico, CAI y Diputación de Zaragoza.
- Escolano, S. (Dir.)(1998): Atlas Multimedia de Geografía de Aragón. CAI, Inst. Fernando el Católico y Universidad de Zaragoza.
- Gracia, F.J. (1990): Geomorfología de la región de Gallocanta. Tesis Doctoral Fac. de Ciencias. 660 p. Univ. de Zaragoza. (inéd.)
- Gutiérrez, F. (1998): Fenómenos de subsidencia por disolución de formaciones evaporíticas en las fosas neógenas de Teruel y Calatayud (Cordillera Ibérica). Tesis doctoral Facultad de Ciencias. Universidad de Zaragoza. (inéd.)
- Gutiérrez, M. y Peña, J.L. (1990): Las formas del relieve de la provincia de Teruel. Instituto de Estudios Turolenses, 66 p. Teruel.
- Gutiérrez, M. y Peña, J.L. (1994a): La Depresión del Ebro. En Gutiérrez, M. (Ed.) Geomorfología de España, 305-349. Ed. Rueda. Madrid.

- Gutiérrez, M. y Peña, J.L. (1994b): La Cordillera Ibérica. En Gutiérrez, M. (Ed.) : Geomorfología de España, 251- 286. Ed. Rueda. Madrid.
- Ibáñez, M. J. (1976): El piedemonte ibérico bajoaragonés. Estudio geomorfológico. C. S. I. C., 523 p. Madrid.
- Julián, A. (1997): Cartografía y correlación general de las acumulaciones cuaternarias de la Depresión del Ebro. Prensas Universitarias de Zaragoza, Serie Microficha, 527 p.
- Lozano, M.V. (1988): Estudio geomorfológico de las Sierras de Gúdar (prov. de Teruel). Tesis Doctoral. Facultad de Filosofía y Letras Universidad de Zaragoza, 804 p. (ined.).
- Martí Bono, C.E. (1996): El glaciario cuaternario en el Alto Aragón Occidental. Tesis Doctoral. Facultat de Geologia. Universitat de Barcelona. 254 p. Barcelona. (ined.)
- Mensua, S. e Ibáñez, M.J. (1977): Sector central de la Depresión del Ebro. Mapa de terrazas fluviales y glaciares. III Reunión Nac, GETC, 18 p. y mapa 1:100.000. Dpto. Geografía Univ. Zaragoza.
- Ollero, A. (1996): El curso medio del Ebro. Publ. Consejo Port. Naturaleza de Aragón, 311 p. Zaragoza.
- Pailhé, P. (1984): La Chaîne Ibérique Orientale. Etude Géomorphologique. Thèse Doctorat Univ. Bordeaux. 682 p.
- Pellicer, F. (1984): Geomorfología de las Cadenas Ibéricas entre el Jalón y el Moncayo. Cuad. Est. Borjanos, XI-XII, 289 p. Borja (Zaragoza).
- Pellicer, F. y Echeverría, M.T. (1989): Formas de relieve del centro de la Depresión del Ebro. Inst. Fernando el Católico, 216 p. Zaragoza.
- Peña, J.L. (1994): La Cordillera Pirenaica. En Gutiérrez, M. (Dir.): Geomorfología de España, 159-225. Ed. Rueda. Madrid.
- Peña, J.L., Pellicer, F., Julián, A., Chueca, J., Echeverría, M.T., Lozano, M.V. y Sánchez, M. (2002): Mapa Geomorfológico de Aragón. Publicaciones del Consejo de Protección de la Naturaleza de Aragón. Zaragoza.
- Peña, J. L., Gutiérrez, M., Ibáñez, M.J., Lozano, M. V., Rodríguez, J., Sánchez, M., Simón, J. L., Soriano, A. y Yetano, M. (1984): Geomorfología de la provincia de Teruel. Instituto de Estudios Turolenses, 149 p., Teruel.
- Peña, J.L., Longares, L.A. y Espinalt, M. (2000): Paisajes Naturales de la Provincia de Teruel. Inst. Estudios Turolenses, 240 p. Teruel.
- Rodríguez, J. (1986): Geomorfología de las Sierras Exteriores oscenses y su piedemonte. 172 p. + 6 mapas 1:50.000. Inst. Est. Altoaragoneses. Huesca.
- Sánchez Fabre, M. (1989): Estudio geomorfológico de la Depresión de Alfambra-Teruel-Landete y sus rebordes montañosos. Tesis Doctoral Facultad Filosofía y Letras. 926 p. Zaragoza (ined.).
- Sancho, C. (1991): Geomorfología de la Cuenca Baja del río Cinca. Instituto de Estudios Altoaragoneses. Edición microfichas. Huesca.
- Serrano, E. (1998): Geomorfología del Alto Gállego (Pirineo aragonés). Inst. Fernando el Católico, 501 p. Zaragoza.
- Soriano, A. (1990): Geomorfología del sector centromeridional de la Depresión del Ebro. Institución Fernando el Católico, 269 p., Zaragoza.
- Yetano, L.M. (1980): El Sistema Ibérico zaragozano. Los macizos paleozoicos y su entorno. Estudio geomorfológico. Tesis Doctoral Fac. Filosofía y Letras. Univ. de Zaragoza (ined.)
- Zuidam, R.A. van (1976): Geomorphological development of the Zaragoza region, Spain. I.T.C., 221 p. Enschede.