

# EL RELIEVE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA: GRANDES UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

© Javier Valera Bernal

## 1. COMPLEJA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA

La historia geológica de la Península Ibérica viene condicionada por su posición entre Europa y África. Por el sur el antiguo **continente de Gondwana**, por el norte un conjunto de tierras emergidas desgajadas de Pangea, Paleoeuropa, y entre ambos, un mar más ancho y profundo que el actual Mediterráneo, el mar de Tetis.

En estos dominios ocurren durante los tiempos geológicos acontecimientos que van a cambiar la distribución de tierras y mares y todos sus rasgos geográficos.

### 1.1. Etapas

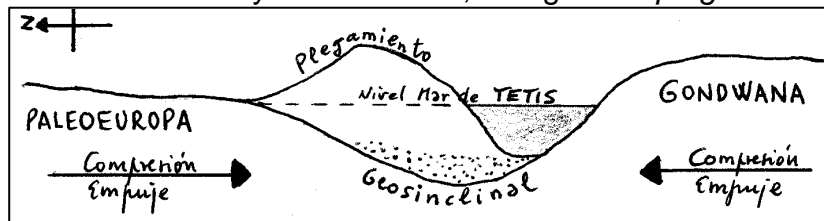
#### 1.1.1. Precámbrico

En esta etapa se produjo el *plegamiento huroniano*, de escasa importancia para las formas de modelado.

#### 1.1.2. Primario o Paleozoico

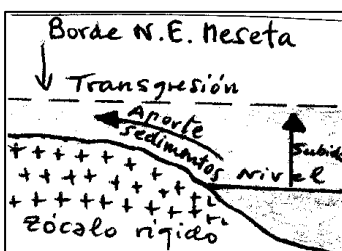
Al principio, en el Cámbrico, se produjo el *plegamiento caledoniano*, que tampoco influye en el modelado.

Al final, en el Carbonífero y el Pérmico, surge el *plegamiento HERCINIANO*. Se pliegan en él los materiales depositados en el Tetis, Paleoeuropa se extiende hacia el



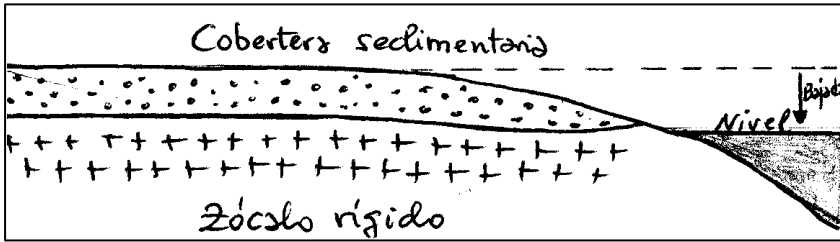
sur y se reduce la anchura de ese mar. A consecuencia de los materiales depositados en los geosinclinales del Tetis, emergen relieves como el Macizo Galaico y surge lo que será el núcleo fundamental de la Meseta (Macizo Hespérico o Herciniano), el zócalo rígido de granitos y gneis.

A fines de este período y comienzos del Secundario se inició un ciclo de *erosión postherciniana*. Las montañas emergidas sufren una erosión prolongada, se nivelan las alineaciones y los pliegues quedan arrasados, formándose una gran superficie de arrasamiento postherciniana.



#### 1.1.3. Secundario o Mesozoico

En los mares que rodean el Macizo Hespérico (núcleo de la Meseta) se depositan importantes espesores de sedimentos (calizas, margas, areniscas).



El borde N.E. del Macizo arrasado se sumerge y subsidie en el Tetis y es cubierto por sedimentos. La transgresión

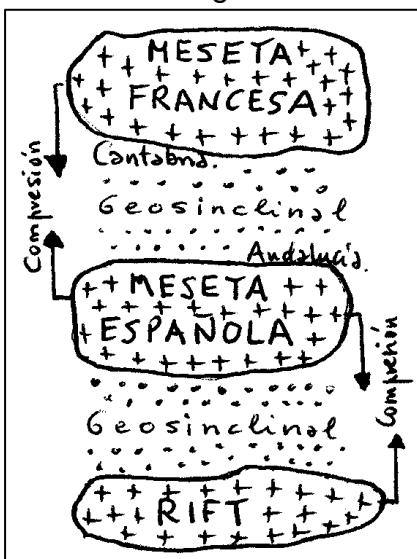
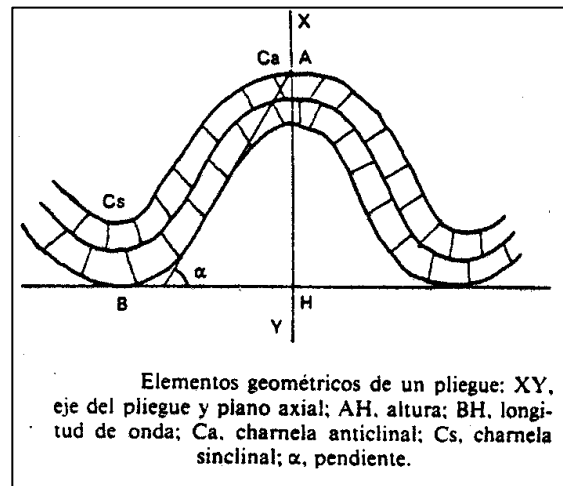
marina cenomanense aporta sedimentos hacia el interior de la Meseta. Por tanto, el Macizo Hespérico se cubre de sedimentos de edad cretácica que después de la regresión marina subsiguiente descansan sobre los gneis y granitos del Paleozoico.

Mientras, prosigue la sedimentación marina en las profundas fosas del geosinclinal alpino que se extiende por el área pirenaica y bética.

La erosión sigue actuando sobre los relieves peniplanizándolos. Se llega así al Terciario, con una amplia superficie de arrasamiento poligénica -distintos ciclos erosivos, diferentes materiales-: la gran superficie de arrasamiento fundamental de la Meseta.

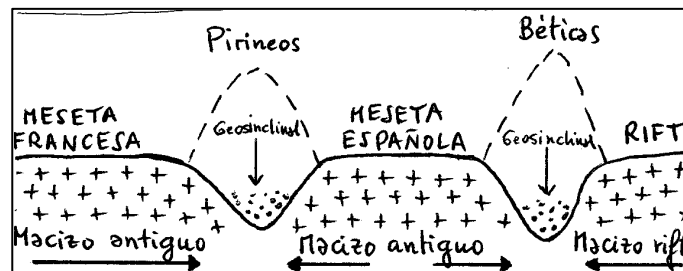
#### 1.1.4. Terciario o Cenozoico

Durante la primera mitad del Terciario se producen los *plegamientos ALPINOS*. Esta orogenia pliega los sedimentos depositados en los mares mesozoicos. Al chocar con el rígido Macizo Hespérico, se producen fallas y por el contrario, se pliegan los sedimentos secundarios -cobertera- depositados en sus bordes N. y N.E. Se forman así la Cordillera Cantábrica y el Sistema Ibérico. Estas formaciones son de estilo sajónico ya que son de plegamiento aunque también aparecen fracturas (cobertera plástica plegada, sobre zócalo rígido fracturado).

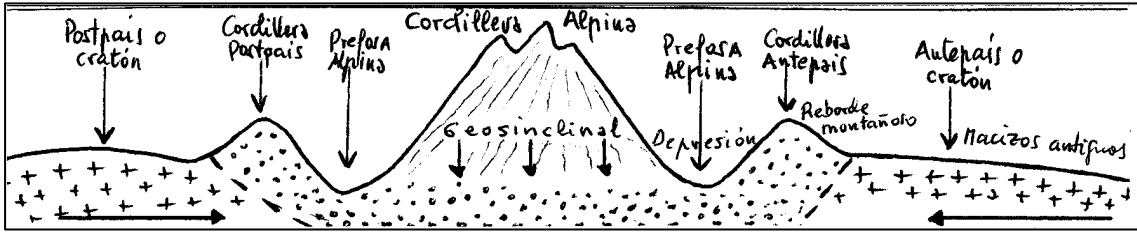


Por otra parte, a expensas de los potentes espesores de sedimentos mesozoicos acumulados en geosinclinales emergen las dos grandes cordilleras alpinas: Pirineos y Béticas.

Los Pirineos surgen a expensas de los materiales acumulados desde Cantabria hasta

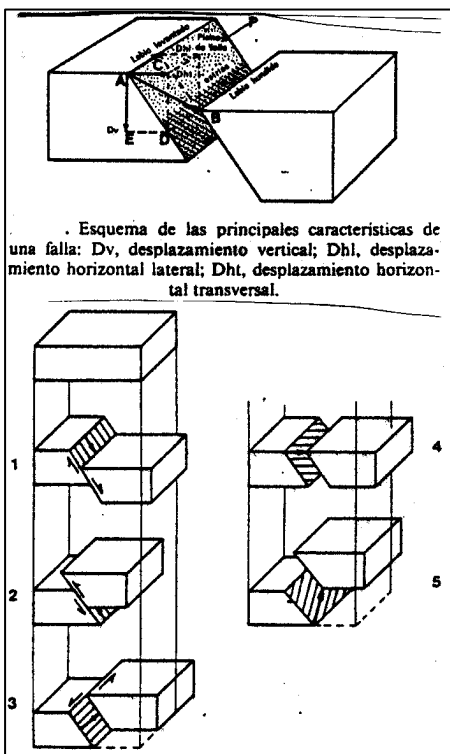


Andalucía, entre la Meseta central francesa y la española. Las Béticas a expensas de los materiales entre la Meseta española y el macizo bético-rifeño.



En ambos casos, los macizos antiguos actuaron como topes de prensa indeformables. Tras la elevación de estos relieves, el mar se retira casi a sus límites actuales.

Debido al esfuerzo de plegamiento nacen las Prefosas Alpinas, que darán lugar a las depresiones del Ebro y del Guadalquivir.



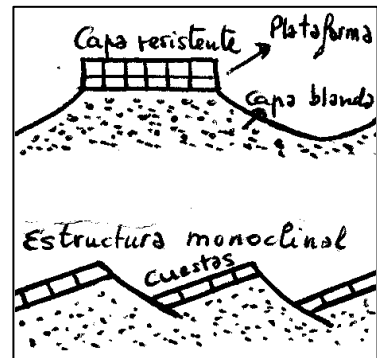
Las últimas convulsiones orogénicas alpinas repercuten en el interior del rígido bloque arrasado de la Meseta, produciéndose abombamientos y combaduras de amplio radio de curvatura, y fracturas -fallas- y dovelas desniveladas en horts y fosas tectónicas. Las de mayor altura constituyen las montañas del interior de la Meseta (por abombamiento): Sistema Central y Montes de Toledo (montañas de bloques de estilo germánico). Las hundidas forman las Depresiones Castellanas, verdaderas combaduras de la Meseta a consecuencia de las convulsiones orogénicas antes citadas.

En la última fase del Terciario (Neógeno), asistimos a la *EROSION POSTALPINA*. Esta violenta erosión se produce sobre los bloques hercinianos levantados y sobre las cordilleras alpinas recién surgidas, acarreando enormes masas de escombros con los que se rellenan las Prefosas

Alpinas y las Depresiones internas de la Meseta.

Las Prefosas Alpinas se colmatan de sedimentos. Con ello la depresión del Ebro y la depresión del Guadalquivir quedan incorporadas definitivamente a la Península, adquiriendo a fines del Mioceno su configuración actual.

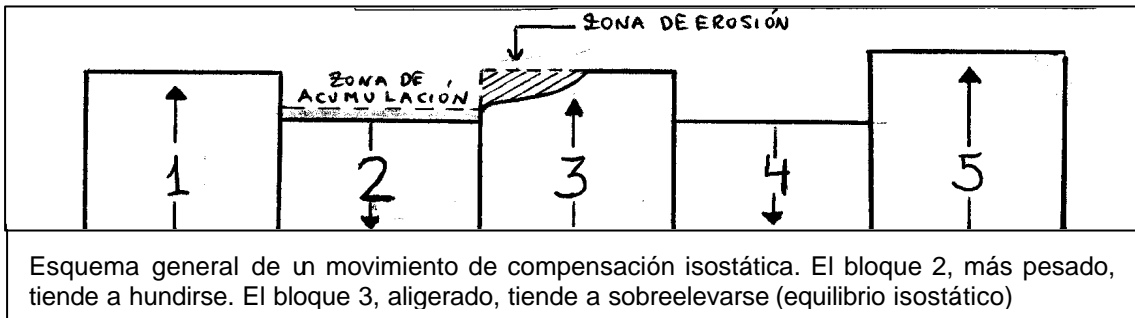
Las Depresiones internas de la Meseta (cuencas del Duero, Tajo y Gadiana) se rellenan con materiales miocénicos y pliocénicos (pudingas). Incluso la mayor parte de las nuevas cordilleras quedaron sepultadas bajo las pudingas. Los sectores hundidos se colmataron pronto y en los sectores elevados, al trabajar la erosión sobre materiales de diferente consistencia -erosión diferencial-, ésta ha respetado las rocas duras y ha excavado valles en las blandas, produciendo una consecuencia



geográfica: ha reaparecido en forma moderada la antigua estructura herciniana.

En resumen, la Península se va convirtiendo de nuevo en una superficie de arrasamiento.

El FINAL DE LA HISTORIA TERCIARIA viene marcada por los reajustes isostáticos. El cese de la compresión orogénica produce la estabilidad de los bloques. (Isostasia: teoría sobre el equilibrio hidrostático de la Tierra).

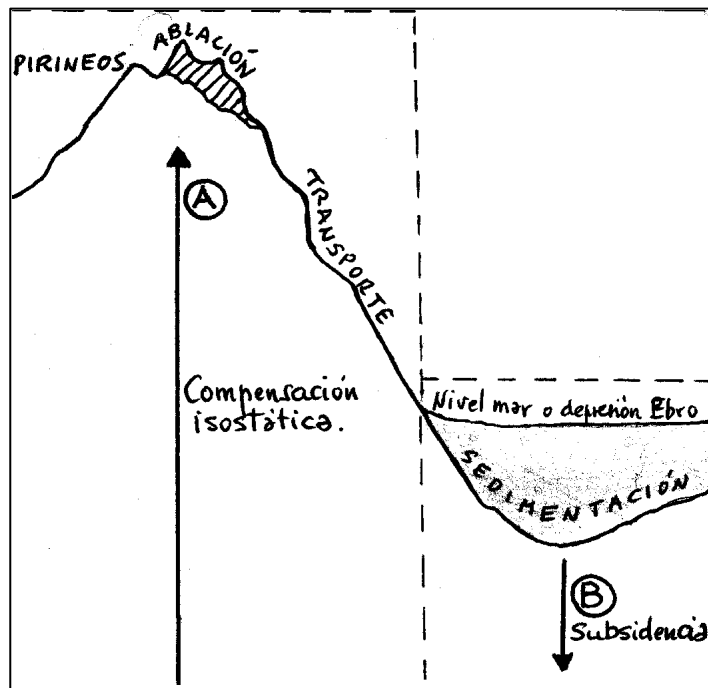


Se produce más tarde una descarga de los bloques intensamente erosionados que da lugar a un levantamiento casi espasmódico. De esta manera, las cordilleras alpinas, las interiores y los rebordes montañosos de la Meseta logran alturas incluso superiores a las actuales. Con ello se vigorizan de nuevo las acciones erosivas y nace la actual red hidrográfica, destacando el papel del sistema Ibérico que hace bascular a la Meseta hacia el Oeste.

Al mismo tiempo, se produce una sobrecarga en prefosas y depresiones, que siguen hundiéndose.

El croquis de la ilustración nos muestra dos momentos: A) cuando un macizo o cordillera es erosionada, el continente asciende; B) cuando un gran peso de sedimentos es depositado en un delta o depresión se produce un movimiento de descenso.

Estos reajustes isostáticos posteriores al plegamiento alpino tienen trascendencia geográfica: al provocar nuevos desniveles



dan lugar también a manifestaciones volcánicas (Calatrava. Olot) e inauguran una nueva fase de erosión, la actual, dando lugar a la topografía que hoy contemplamos.

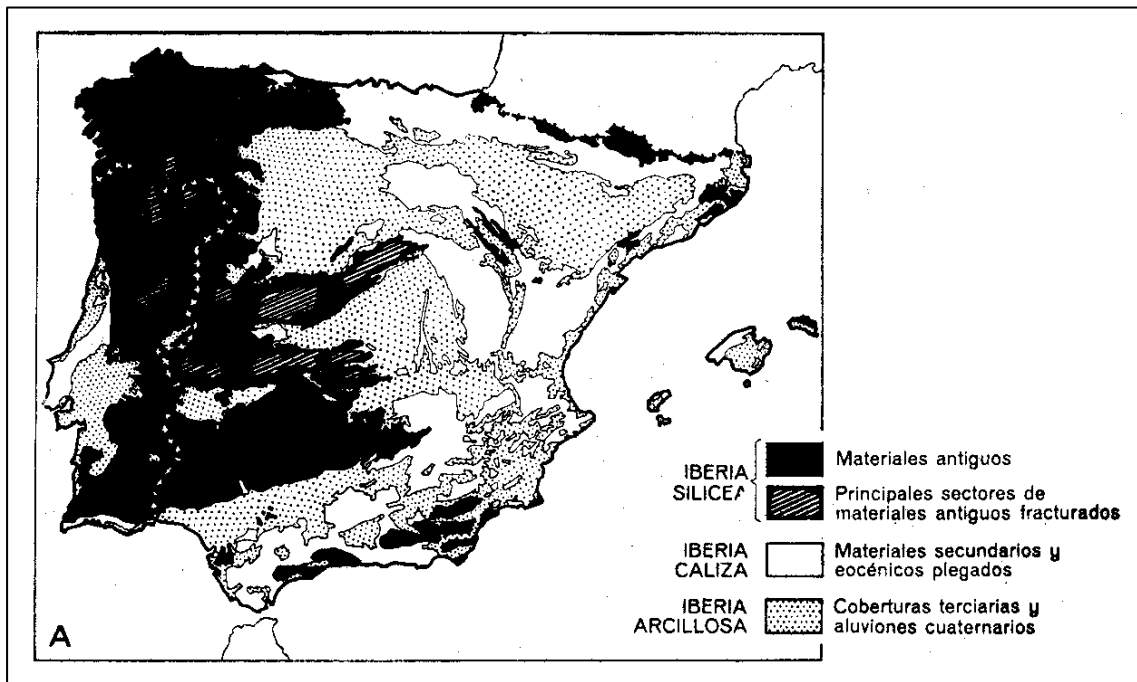
#### 1.1.4. Cuaternario

En este período hay que destacar la instauración de los sistemas de erosión actuales que tienen al clima como principal factor. Actúan distintos tipos de erosión.

Se produce la aparición de glaciares que modelan valles y esculpen circos en sus cabeceras. En el Norte peninsular hay un predominio del sistema morfogenético de erosión periglacial mientras que en el Sur este sistema morfogenético es mediterráneo semiárido. También se forman terrazas marinas y fluviales.

## 2. LITOLOGIA

Eduardo Hernández Pacheco fue el primero en hablar de las tres Hispanias, para referirse a las formas del relieve específicas que la erosión modela sobre ciertas rocas. Distinguió entre Hispania silicea, caliza y arcillosa.



### Silicea

Se corresponde con la España paleozoica, la compuesta por granitos, gneis, pizarras, cuarcitas, etc. Es la que coincide con el Occidente peninsular: Galicia, parte de Asturias, oeste de la cuenca del Duero, cordillera central, montes de Toledo, Extremadura y sierra Morena. Aparecen paisajes de *pedrizas*, *canchales* o *berrocales* por el amontonamiento de bloques en posición caótica, acumulaciones del granito en bolas. Los relieves presentan caracteres seniles en comparación con el área calcárea.

### Caliza

Se trata de formaciones sedimentarias, sobre todo de calizas, areniscas y conglomerados, materiales que están plegados.

Dibuja sobre el mapa una Z invertida que arranca de la costa catalana, sigue por el Pirineo hasta Asturias y desciende luego por el sistema Ibérico, siguiendo por las Béticas. Da lugar a formas *kársticas* en las serranías abruptas.

Arcillosa

Es el área de dominio de la arcilla, margas y yesos. Se localiza en ambas mesetas (cobertera sedimentaria) y en las depresiones del Ebro y del Guadalquivir. Es la España de las llanuras y de los páramos.

Las formas de relieve pueden ser páramos formados por mesas o plataformas y en el caso de materiales blandos de escasa consistencia que resulten fácilmente arroyados, el paisaje es de *cárcavas* (*bad-lans*).

### 3. GRANDES UNIDADES MORFOESTRUCTURALES

#### 3.1. LA MESETA

Dividida en dos mitades por el Sistema Central: Meseta Septentrional (avenada por el Duero) y Meseta Meridional (avenada por el río Tajo y el Guadiana, separados por los Montes de Toledo). No todas las llanuras son iguales. Aunque no dejan de tener rasgos comunes, ambas submesetas ofrecen entre sí claras diferencias.

**Afinidades:** Posición y evolución geomorfológica (dos elementos estructurales). Parte occidental: afloramientos del zócalo paleozoico rígido, arrasado por la erosión. Parte oriental: sedimentos (cobertera sedimentaria) mesozoicos plegados y casi totalmente arrasados.

**Diferencias:** 1) La meseta septentrional es más homogénea que la meridional. Está avenada en su mayor parte por la cuenca del Duero, no existiendo cordillera que la subdivide, como ocurre en la meridional en donde los Montes de Toledo la dividen en dos (cuenca del Tajo y del Guadiana). 2) La meseta septentrional es más elevada que la meridional. Por ello, a veces, se habla de meseta superior e inferior (meseta norte: 800-850 m. de altitud media; meseta sur: 500-700 m.). La meseta meridional está basculada hacia el Atlántico mientras la septentrional mantiene una altitud media parecida. 3) La meseta castellano-leonesa está casi totalmente rodeada de montañas, aislada. La manchego-extremeña está abierta al océano por el oeste.

En resumen, se trata de altas llanuras rodeadas o interrumpidas por montañas, dando lugar a una morfología tabular. La Tierra de Campos en la meseta norte y La Mancha en la sur muestran una uniformidad y monotonía que sólo se rompe por mesetas un poco más altas, los *páramos*.

3.1.1. Cordilleras interiores de la Meseta (Sistema Central y Montes de Toledo).

##### 3.1.1.1. Sistema Central (cordillera de bloques, tipo *germánico*)

Divide la meseta en dos mitades, la septentrional avenada por el Duero y la meridional avenada por el Tajo y el Guadiana.

Está formado por montañas de bloques desnivelados de materiales hercinianos levantados por el plegamiento alpino sin recubrimiento sedimentario posterior (sólo aflora levemente al Este).

Se caracteriza por su diversidad geomorfológica, su modelado litológico y la morfología debida a la erosión.

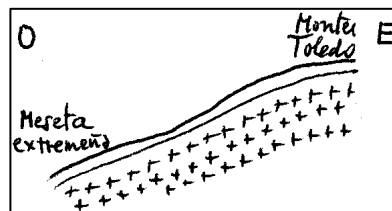
**Diversidad geomorfológica:** cabe destacar la tectónica de fracturas, apareciendo fallas longitudinales de dirección O.SO-E.NE, casi perpendiculares a las estructuras hercinianas; fallas transversales a las anteriores que siguen el rumbo herciniano (N-S) y dividen la cordillera en fragmentos separados por corredores más o menos amplios (corredor de Béjar); y otras fallas en el interior de la cordillera que han originado fosas o cubetas alargadas como las del alto Lozoya y el Tiétar.

**Modelado litológico:** las sierras occidentales están compuestas de materiales graníticos, Guadarrama es fundamentalmente gneísica y Somosierra es más pizarrosa dando muestras de *erosión diferencial*. Esta cordillera está formada por sierras que se encuentran por encima de los 2.500 m. alineadas de E a O: Ayllón, Somosierra, Guadarrama, Gredos, Béjar, Francia y La Estrella (Portugal).

**Morfología debida a la erosión:** 1) *Penillanuras*: debemos destacar las superficies de erosión a distintos niveles, desde las cumbres al piedemonte. Cumbres suaves arrasadas y aplanadas las hay en casi todas las sierras de la cordillera (Gredos: Sierra Llana -2.200 m.) (Paramera de Avila). Estas penillanuras presentan en muchos casos rampas de erosión somontanas rígidas: en el flanco norte, el que mira al Duero, son más elevadas; en el flanco sur, el que mira al Tajo, son más bajas. Podemos destacar como ejemplos la del Escorial, la de Segovia-La Granja, Salamanca y Cáceres. Estas rampas de erosión pueden ser variadas según los materiales que las componen: hablamos de *pedimentos* si las rocas son cristalinas, de *rañas* si hay un substrato cristalino con cubierta detrítica y de *glacis de erosión* si las rocas son blandas al pie de un relieve estructural. Un *glacis de erosión* es "una explanada, un declive insensible que se extiende delante de una montaña, perdiéndose en la llanura". A veces, estos pedimentos y rañas son salpicados de *montes-islas*, *inselberg* o *monadnock*, "modelados a modo de islas escarpadas y su forma puede ser diversa (se encuentran en áreas llanas)". 2) Formas glaciares: el glaciario cuaternario produjo sólo formas menores, retoques en las cumbres más elevadas. Afectó sólo a niveles situados por encima del límite inferior de las nieves perpetuas (1.800-1.900 m.). Se trata de *glaciares de circo*, que emitían lenguas de corto recorrido dando lugar a lagunas (Peñalara). La acción es más visible en Gredos y Guadarrama.

### 3.1.1.2. Montes de Toledo (cordillera de bloques, tipo *germánico*)

Dividen la Meseta en dos cuencas hidrográficas: Tajo y Guadiana. Se trata de una cordillera de bloques tectónicos separados por fosas y dispuestos de este a oeste, desde la Mancha hasta Portugal, entre el Tajo y el Guadiana. Tiene un centenar de kilómetros de largo y altitudes entre los 1200 y los 1400 metros, siendo la máxima de 1603 m. en la Sierra de Guadalupe.

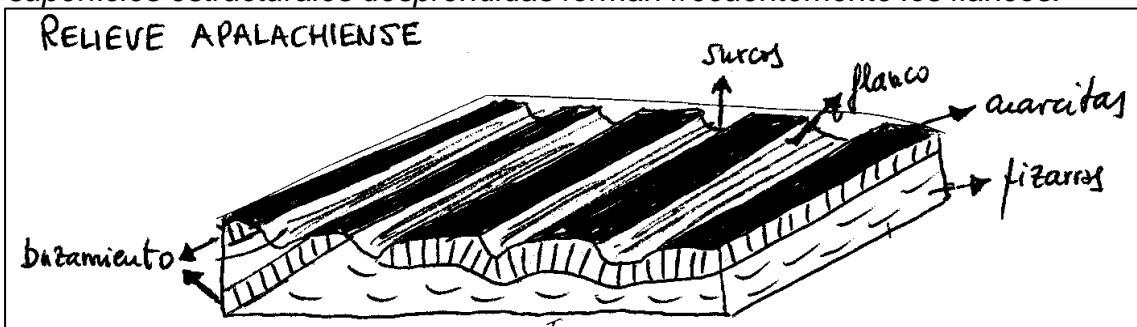


Hacia el oeste las alineaciones montañosas descienden suavemente y se resuelven en relieves que se funden con la meseta extremeña. La similitud de

alturas a que se mantiene buena parte del macizo indica que se trata de los restos de una planicie ampliamente deformada. Aquí, al contrario que en el Sistema Central, las influencias de la estructura del zócalo de la Meseta son mucho más acusadas, hasta el punto que en el sector occidental las alineaciones principales del relieve obedecen a la dirección *armoricana* de los pliegues hercinianos.

Litológicamente hay un predominio de pizarras y cuarcitas, estando presente en menor cantidad el granito (N.E.)

Las formas de modelado que aparecen en los Montes de Toledo son escarpes por erosión diferencial. Este tipo de modelado denominado **apalachiense** se explica de la siguiente manera: *si la región se levanta después de una planización, la erosión reemprende su obra selectiva, se encaja en las rocas blandas y desprende las duras. Las cimas son rocas duras, rotas por la antigua superficie de erosión y los surcos se tallan en rocas débiles. Las superficies estructurales desprendidas forman frecuentemente los flancos.*



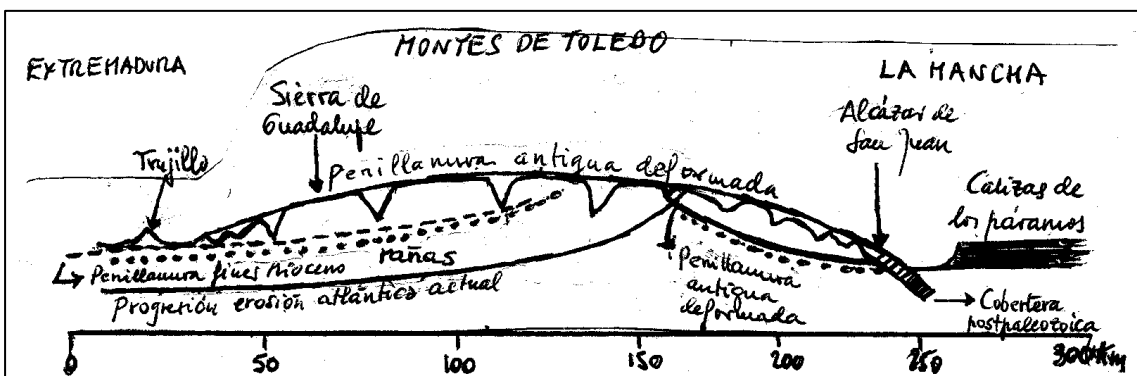
En los Montes de Toledo se puede observar esta forma de modelado apalachiense, destacando:

- Crestones de cuarcita, de mayor resistencia (alineación de San Pedro-75 km. de largo).
- Valles encajados o excavados en las pizarras.
- Algunos macizos graníticos que forman islotes destacados por su resistencia a la erosión (erosión diferencial), como es el caso de Trujillo.

En definitiva se trata de un modelado apalachiense engendrado sobre una superficie de erosión rejuvenecida a causa del abombamiento y en la que la erosión reciente, al ahondar sobre ella, ha hecho reaparecer los rasgos estructurales arrasados por la penillanura.

No obstante, algunas alineaciones quedan rotas por fallas de edad alpina, orientadas de este a oeste, como por ejemplo la falla que bordea el Tajo al oeste de Toledo.

Existen además rampas de erosión (pedimentos y glacia) salpicadas de montes isla (sur de Toledo) y cubiertos por rañas.



### 3.1.1.3. Campo de Calatrava, meseta extremeña y depresiones castellanas

El **Campo de Calatrava** es una región de montañas medias situada entre la Mancha y la Meseta extremeña. Su prolongación natural se encuentra en el centro y sur de Extremadura. Viene a ser un cuadrado de unos 100 km. de lado que conforma una unidad morfológica bien individualizada, caracterizándose por:

- su posición elevada entre la llanura manchega y los llanos extremeños.
- su altitud entre los 750 y los 800 m. (100 a 200 m. más que la Mancha).
- ser un umbral montañoso que separa el alto y medio Guadiana.
- tener su origen en un abombamiento de la Meseta, acompañado de una red de fracturas.
- su vulcanismo, producido por las fallas o fracturas, que ha dado lugar a una región volcánica -el Campo de Calatrava: con asomos basálticos formando *roquedos* denominados castillejos y negrizales, y sesenta *conos volcánicos* de tipo *vulcaniano* y *estromboliano*, de modestas dimensiones -100 a 200 m. de altura, como por ejemplo el volcán de Fuentilleja.

Ya hemos hablado anteriormente de la fusión de los Montes de Toledo con la Meseta extremeña. Esa fusión en la que ambas unidades se confunden es la **Penillanura de Meseta extremeña**, extensa superficie entre 250 y 500 m. de altura, perfectamente nivelada y poco retocada por la erosión. Sólo destacan algunos relieves residuales por erosión diferencial entre los 100 y 200 m. de altura -Montánchez (988), San Pedro (710) y San Mamede (1025), en los Montes de Toledo, la mayoría de origen estructural litológico, presentando crestones de cuarcita y macizos graníticos resistentes como el de Trujillo (monte-isla).

En cuanto a su estructura, el zócalo paleozoico, en su sector más hundido -Guadiana, aparece cubierto por una tenue cobertera de finos *derrubios* de arcillas y arenas que se extiende a trechos por la penillanura: es la Tierra de Barros y los Llanos de la Serena, de suelos fértiles y cultivables.

Las **Depresiones interiores o castellanas** son:

- Planicie terciaria de Castilla-León
- Planicie terciaria de Castilla-La Mancha
- Depresión del Duero o castellano-leonesa
- Depresión del Tajo-Guadiana o castellano-manchega

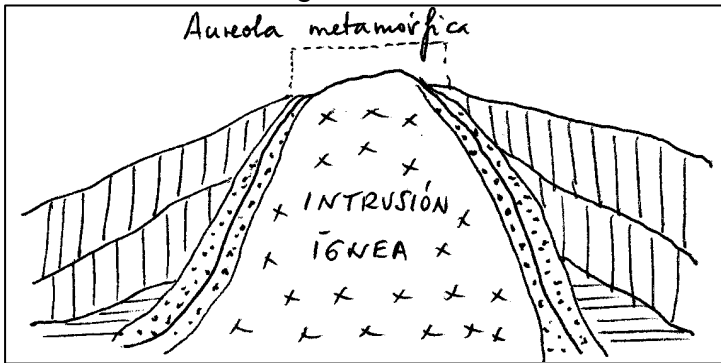
## 3.2. REBORDES MONTAÑOSOS DE LA MESETA

La Meseta está rodeada por el N.O., N.E. y S. por un cingulo montañoso de variada constitución y características morfológicas. Las cuatro fachadas, cada una con su personalidad geográfica, repercuten sobre multitud de hechos geográficos.

### 3.2.1. Macizo Galaico (montaña de bloques, tipo *germánico*)

Estas montañas son el fragmento noroeste del zócalo de la Meseta. Los mismos terrenos y alineaciones estructurales de la Meseta se prolongan a través de Galicia, pero en un país montañoso y muy accidentado, aunque las sierras son de altitud poco elevada, las alineaciones están poco definidas, sus dorsos están redondeados y cortados por una red hidrográfica fuertemente encajada en valles estrechos, alternándose con pequeñas depresiones interiores.

Todo el conjunto descende en bloques, cada vez más bajos, hasta hundirse en el océano en amplias rías. Sus formas topográficas, suaves y redondeadas son debidas a la antigüedad del relieve.

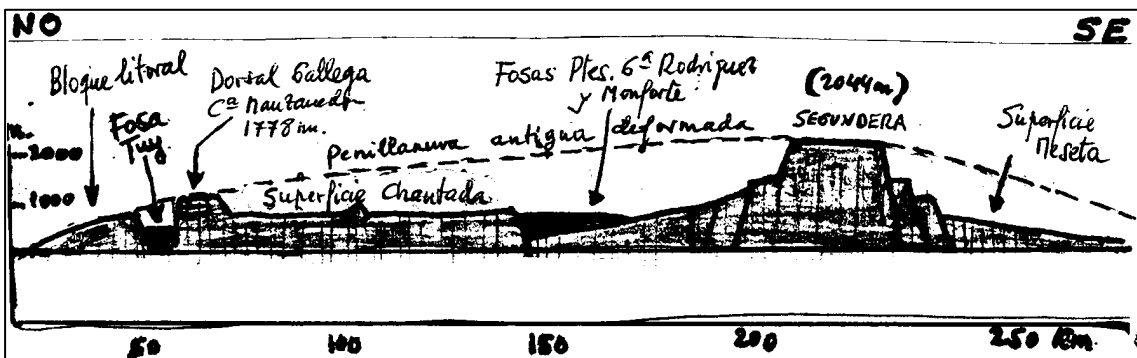


Hay una característica que define al Macizo Galaico: la escasa influencia de la estructura en el relieve. Las dos terceras partes del roquedo gallego corresponden al llamado "complejo cristalino" (formaciones paleozoicas transformadas

por metamorfismo), rocas de alto grado de *metamorfismo* (gneis, micacitas) formadas a expensas de sedimentos antiguos (precámbricos y paleozoicos), atravesados por potentes *batolitos* (gran masa de roca *ígneas* formada por la *intrusión* de magma en profundidad y a gran escala) graníticos y otros tipos de rocas eruptivas de edad variable.

Este conjunto cristalino domina en el centro y oeste de Galicia. En el este, las formaciones paleozoicas están cada vez menos transformadas por el metamorfismo y se acusan más las influencias de las alineaciones estructurales hercinianas (de dirección N.NO a S.SE). En el centro y oeste la complejidad de las rocas se manifiesta escasamente en los rasgos del modelado, siendo únicamente afloramientos de rocas más resistentes los que dan lugar a la formación de roquizales o penedos.

En general, todas las alineaciones estructurales determinadas por el roquedo han sido uniformemente cepilladas por la erosión en una serie de penillanuras encajadas unas en otras, cortadas por fracturas que las han desnivelado en bloques de altitud diversa: por ejemplo, la superficie de Chantada y las fosas de Tuy, Verín, Vigo y Padrón.



Corte esquemático del relieve del Macizo galaico

Por lo tanto, estamos ante una **multiplicidad de superficies de erosión que han tenido su evolución morfológica**. Las montañas galaicas están originadas

por un gran abombamiento del ángulo noroccidental de la Meseta, cortado por numerosas fallas principalmente alineadas de norte a sur y resueltas en una alternancia de horts y cubetas escalonadas desde el mar hasta las cumbres de la Sierra Segundera (Dorsal Gallega, superficie de erosión más elevada), punto culminante de la bóveda.

A pesar de su altura relativamente modesta, los macizos más elevados soportaron *glaciares* de alguna importancia en la sierra Segundera.

### 3.2.2. Cordillera Cantábrica (montaña intermedia, de plegamiento y fractura, tipo *sajónico*)

Constituye el reborde septentrional de la Meseta y sus relieves más destacados se elevan alrededor de los 2.500 metros: Peñavieja, Cerredo (2648 m.), Naranjo de Bulnes, Cordel) .

Su orografía muestra una gran unidad y una alineación constante este-oeste, aunque geológica y geomorfológicamente presente diferencias según **sectores**:

- **Sector occidental o macizo asturiano:** geológicamente, prolongación del Macizo Galaico, llegando hasta Llanes. Los materiales son paleozoicos, accidentados por fosas tectónicas. El punto de inflexión y contacto con el sector central se denomina "rodilla asturiana".
- **Sector central o montañas de Santander:** de tipo alpino, donde el zócalo desaparece bajo una cobertera que se engrosa y da lugar a una zona de calcárea de pliegues suaves.
- **Sector oriental o umbral del País Vasco:** zona de contacto con los Pirineos y en la que hay grandes espesores de sedimentos intensamente plegados.

No obstante hay un rasgo común para toda la Cordillera Cantábrica: la gran disimetría norte-sur: el acceso desde la Meseta es leve debido a que los desniveles son medios; sin embargo desde la cordillera hasta la costa cantábrica, los desniveles son bruscos, provocando que los ríos, en poco tramo y con mucha pendiente, tengan gran fuerza erosiva y se encajen en profundas *hoces* y *gargantas*.

En cuanto a la **estructura geológica y la evolución del modelado**, el sector asturiano presenta un relieve apalachiense, lo mismo que el oriental de Galicia, con una diferencia: aquí, las elevadas superficies de erosión de las cumbres se desarrollaron sobre una sucesión de pliegues.

En los **Picos de Europa** hay grandes afloramientos de **calizas**, dando lugar a formas *kársticas* en forma de *lapiaces*, *dolinas* y *poljés* (exokars), y cuevas y simas con *estalagmitas* y *estalagmitas* (endokars). Estos relieves kársticos se caracterizan por su *proceso de disolución*.

En el **sector próximo al litoral** se observa en el relieve la influencia de fallas longitudinales alineadas de este a oeste, que dan lugar a una larga fosa o depresión en la que se albergan restos de la cobertera secundaria. Se trata de la zona próxima a Oviedo y el sureste de Santander.

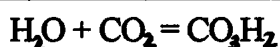
En las **montañas de Santander**, la cobertera mesozoica se ha conservado mejor por el proceso de hundimiento del zócalo paleozoico, apareciendo *relieves en cuesta y cubetas sinclinales*.

El **sector oriental o umbral del País Vasco** presenta rasgos geomorfológicos de una verdadera cordillera de plegamiento. En este sentido, Lautensach, sólo llama al sector central y oriental, Cordillera Cantábrica.

Por lo que se refiere a los sistemas de *erosión glaciar y periglacial*, hemos de apuntar lo siguiente: hubo varios focos glaciares importantes (Picos de Europa, 2.672 m.) y *lenguas glaciares* que llegaron a tener hasta doce kilómetros de largo y, paralelamente, el límite periglacial descendió casi a nivel del mar.

**Caliza: carbonato cálcico ( $\text{CO}_3\text{Ca}$ )**

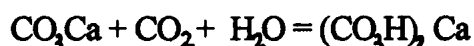
**Agua cargada de anhídrido carbónico produce ácido carbónico:**



**Acido carbónico más el carbonato cálcico produce el bicarbonato cálcico**



**Las dos reacciones se suman: carbonato cálcico más anhídrido carbónico más agua producen bicarbonato cálcico (inestable y soluble en el agua)**



Proceso de disolución de la caliza

3.2.3. Sistema Ibérico (montaña intermedia, de plegamiento y fractura, tipo *sajónico*)

La Cordillera Ibérica, que separa la Meseta de la Depresión del Ebro, no tiene la recia compacidad de las sierras cantábricas ni la robustez pirenaica. Amplias depresiones longitudinales y pequeñas cuencas locales la escinden en varias unidades que le quitan así el carácter de cordillera continua. Es muy variada dentro de la relativa sencillez de las alineaciones morfoestructurales, pudiendo distinguirse desde en N.O. (Sierra de la Demanda) hasta Alcoy -unos 400 km. de largo- varios sectores diferenciados, tanto por su dirección como por sus características morfológicas: mitad septentrional, con una orientación noroeste-sureste, y mitad meridional, con una orientación N-S.

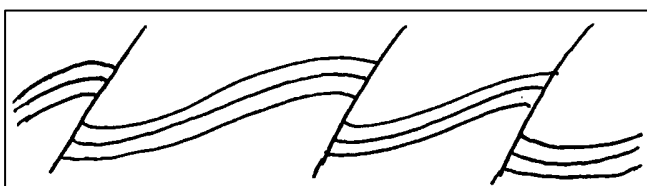
Si seguimos con las diferencias, otras pueden ser:

- En su *tercio N.O.*, la cordillera se eleva bruscamente con alineaciones rígidas y macizos importantes: Demanda, Urbión (2.235 m.) y Cebollera.
- El *tramo medio* de la cordillera (desde el S.E. de Soria hasta más allá de Teruel) pierde vigor y queda hendido por una depresión o fosa de unos 200 km. de largo por 10 ó 15 km. de ancho: se trata de la Depresión Longitudinal Ibérica o corredor Calatayud-Teruel. Esta fosa, que ha orientado el curso longitudinal del río Jiloca, y se ha rellenado por sedimentos terciarios, divide parte de la cordillera en dos ramas paralelas:

la *interior o castellana* (Paramera de Molina, Santa Cruz, Sierra de Albarracín -1.921 m.- y Serranía de Cuenca -zona de contacto con la Meseta) y la *lindante con la depresión del Ebro o aragonesa* (Moncayo -2.313 m.-, Maestrazgo, Javalambre y Gúdar).

- El sector oriental, a partir del Maestrazgo, presenta todas las alineaciones estructurales cortadas por un sistema de fallas escalonadas, de dirección N-S, paralelas a la costa, que hundén progresivamente la cordillera bajo el mar (Columbretes, Cofrentes).

La estructura de la cordillera está constituida por una cobertera mesozoica, depositada por los mares que durante el secundario bordeaban la Meseta y que descansa sobre el zócalo paleozoico, encontrándonos pocos sedimentos en su parte oeste y fuertes capas de los mismos en su parte este. Cuanto más superficial es el zócalo rígido hay mayor presencia de fracturas y menos pliegues.



En las zonas en las que hay pliegues, éstos se dirigen de N.O. a S.E. y son suaves. El zócalo aflora en aquellas zonas donde hay un mayor abombamiento de los pliegues

(Demanda, Albarracín) motivando una **alternancia pliegues-fallas**.

La Cordillera Ibérica enlaza con las cordilleras del interior meseteño y con las de la periferia peninsular. La importancia de estos contactos es de gran interés geográfico porque repercute en las comunicaciones y transportes. Son:

- Por el norte: Cordillera Cantábrica y Pirineos: el enlace con la Cantábrica se hace a través del estrecho corredor de la Bureba. Con los Pirineos el contacto es de tipo estructural.
- Por el este: Cordilleras Costeras-Catalanas: aquí el contacto es de tipo estructural.
- Por el oeste: Sistema Central: el contacto se hace a través de la Sierra Ministra (1.309 m.), que enlaza con Ayllón y Somosierra.
- Por el sur: Cordilleras Béticas: las alineaciones N-S del sistema Ibérico entran en contacto con las alineaciones E-O de las Béticas, que apuntan al mar en el cabo de La Nao.

Desde el punto de vista de su evolución morfológica, después del plegamiento, la cordillera fue arrasada por la erosión, que formó penillanuras (Soria, Numancia) sobre la que se elevan algunos macizos. En este caso, la erosión diferencial actuó sobre un roquedo de consistencia muy diferente: pizarras -zona de Albarracín-, arcillas y calizas - zona de la serranía de Cuenca.

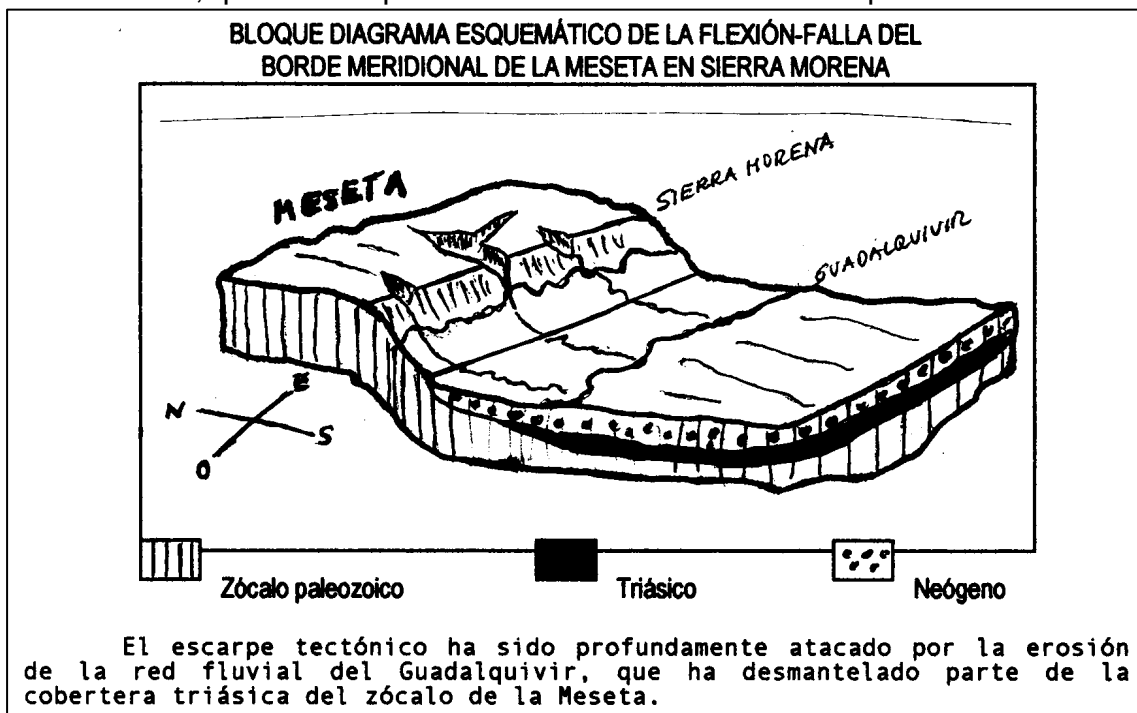
Los glaciares cuaternarios tan solo afectaron levemente a algunos macizos elevados de la cordillera (Moncayo, Demanda, Picos de Urbión), con pequeños glaciares de circo. La influencia periglacial sólo se dejó sentir en sectores de la sierra de Albarracín.

#### 3.2.4. Sierra Morena (montaña de bloques, tipo germánico)

Es el reborde meridional de la Meseta. Vista desde ahí apenas se nota el desnivel que produce, pero si la contemplamos desde la depresión del Guadalquivir, esta sierra aparece como un gigantesco escalón rectilíneo formado por relieves que se elevan a más de 1.000 m., dando lugar a un violento contraste. Ese escalón o flexión-falla es un gran accidente geológico que interrumpe el zócalo antiguo de la Meseta y lo pone en contacto con los terrenos terciarios de la llanura bética.

Mientras al norte de ese accidente aflora el zócalo paleozoico, que forma un reborde que se eleva sobre los 1.000 m. (Sierra Madrona -1.323 m.-, Sierra de Almadén y Sierra de Aracena), a sus pies se sitúa la llanura terciaria, surcada por el río Guadalquivir, que transcurre a sólo 100 m. de altitud. Los ríos que por el norte afluyen al Guadalquivir hienden dicho peldaño, se encajan en profundos tajos (Despeñaperros) y dan al reborde sur de la Meseta su aspecto montañoso y aserrado.

Existen ciertas hipótesis sobre la génesis de Sierra Morena. Algunos geólogos españoles dicen que este escalón rectilíneo de 400 km. de longitud es una gigantesca falla, aunque esto no está del todo claro ya que al oeste, en algunos sectores, el zócalo meseteño se hunde suavemente bajo la cobertera triásica y terciaria, dibujando una flexión acentuada más que una falla. Por otra parte, en otros sectores, más que una falla única, existen fallas alineadas de E.NE a O.SO, que descomponen el labio de la Meseta en bloques.



En resumen, no se trata de una gran falla única alineada de este a oeste, sino de una gran flexión fallada en muchos puntos.

Sobre este escarpe tectónico se desencadenó una violenta erosión fluvial que lo fue exhumando de su cobertera terciario. Los ríos ahondaron sus valles sobre distintos materiales (pizarras, cuarcitas), apareciendo un típico ejemplo de modelado apalachense.

### 3.3. DEPRESIONES PREALPINAS

#### 3.3.1. Depresión del Ebro

Se sitúa entre el Sistema Ibérico y los Pirineos, en una ancha zona deprimida de forma triangular. Tiene 380 km. de longitud y 150 km. de anchura máxima.

En su sector oriental afloran terrenos marinos (margas). Los terrenos continentales y lacustres son arenas y conglomerados (*brechas, puddingas*) que se sitúan, sobre todo, en el borde la cuenca y al pie del Pirineo. Aquí desembocan poderosos ríos cargados de gruesos derrubios arrancados a la cordillera que aparecen en los bordes de la depresión. Estos derrubios son las *puddingas montserratinas*.

Al centro de la cuenca no llegan esos aportes gruesos y por ello predominan materiales finos, arcillosos y arenosos instalados entre sales sódicas y potásicas (debemos recordar que la depresión formó un brazo de mar y estuvo abierta a su influjo). Excepto en el margen de la cuenca, dominan las formas tabulares.

En definitiva, aparecen las siguientes **formas estructurales de relieve**:

- Tormos y relieves montserratinos: Mallos de Riglos, Montserrat.
- Relieves de plegamiento: en el borde pirenaico.
- Relieves en comba o invertidos: cuando hay presencia de yesos.
- Plataformas tabulares, muelas, relieves en gradería y cuevas: en zonas alejadas de los bordes de la cuenca.
- Bad-lans y paisajes margosos: dando lugar a cárcavas.

Por importantes que sean los relieves de origen estructural y litológico, no puede perderse de vista que el **principal agente de modelado ha sido la denudación** o erosión de material suelto, producida desde fines del terciario y durante el Cuaternario. Gracias a ella ha sido vaciada en gran parte de sedimentos, sobre todo en el centro, donde dominan materiales menos resistentes como margas y arcillas. Los materiales más duros, de los bordes de la cuenca, no han podido ser erosionados por dicha denudación.

En general puede decirse que la depresión es un "bajo relieve vaciado". La labor erosiva ha dejado sus huellas en el modelado, tanto en sus formas de erosión como en sus *depósitos aluviales*, presentando:

- *Hoyas de erosión* excavadas por acción fluvial.
- Mantos de derrubios de piedemonte depositados por los ríos en periodos de estabilidad tras haber excavado.
- Glacis de erosión.
- *Delta*.

#### 3.3.2. Depresión del Guadalquivir

Localizada entre los bordes escarpados de la Meseta y las sierras béticas, es una amplia llanura de forma triangular, de unos 150 m. de altitud media, ampliamente abierta hacia el Atlántico, al contrario que la del Ebro que lo hace en

un delta. Tiene unos 330 km. de longitud y 200 km. una anchura en su porción costera, pero se estrecha aguas arriba del Guadalquivir.

Se **diferencia de la depresión del Ebro** en:

1. Gran disimetría de los bordes de la depresión: el norte, rectilíneo y abrupto, producido por la gran flexión-falla de Sierra Mbrena; el sur, sinuoso y discontinuo, determinado por los primeros pliegues béticos.
2. El relleno de la depresión es diferente a la del Ebro: aquí es casi exclusivamente marino porque la depresión estaba abierta al mar; en el Ebro domina lo continental y con *detritus* gruesos cuando estuvo cerrada al mar.
3. Las anteriores diferencias motivan que las formas de relieve sean también distintas: en el Ebro dominan las *cuestas* y las *plataformas estructurales* modeladas sobre rocas duras, mientras en el Guadalquivir lo hacen los relieves en colinas y lomas suavemente onduladas, modeladas a expensas de sus finos materiales marinos.
4. La depresión del Guadalquivir está libre y ampliamente abierta al Atlántico, entrando en contacto con él a través de una ancha zona anfibia de *marismas* y doblada de la franja de dunas de las Arenas Gordas, de 10 km. de anchura y en donde se reconocen dunas que superan los 50 m. de altura. La depresión del Ebro, por el contrario, queda cerrada por el doble murallón de las cordilleras Costeras Catalanas.

**Una afinidad si tienen ambas:** se trata de grandes zonas hundidas - prefosas alpinas- a consecuencia de los paroxismos alpinos, rellenadas posteriormente por sedimentos terciarios.

### 3.4. CORDILLERAS EXTERIORES A LA MESETA

#### 3.4.1. Cordilleras Costeras Catalanas

Forman una barrera montañosa de unos 250 km. de longitud y unos 30 a 40 km. de anchura, extendida paralelamente a la costa que aísla las tierras hundidas de la depresión del Ebro del Mediterráneo. Más hacia el sureste y más allá del Ebro se enlazan con el Maestrazgo o extremidad oriental del Sistema Ibérico: son su continuación morfológica y estructural.

Esta cordilleras no constituyen un relieve destacado y macizo, sino que aparecen fragmentadas tanto longitudinal como transversalmente, dando al conjunto una cierta complejidad.

Se dividen **tres grandes unidades alineadas longitudinalmente** de N.E. a S.E.:

1. Cordillera Costera o Litoral: de 150 km. de longitud y altitudes modestas, apareciendo de sur a norte el macizo de GarraF (592 m.), Tibidabo, Montnegre (759 m.) y Gabarres.
2. Depresión Prelitoral: país de colinas suaves entre 100 y 250 m. formando comarcas como la del vallés, Penedés y Camp de Tarragona.

3. Cordillera Prelitoral: alineación más importante de este sistema montañoso, de unos 250 km. de longitud, en la que destacan el Montseny (1712 m., Montserrat y la Sierra del Puerto de Tortosa.

**Geológicamente** están constituidas por terrenos paleozoicos y mesozoicos plegados. En su mitad norte predominan los terrenos antiguos, graníticos y paleozoicos, mientras que en el sur lo hacen terrenos secundarios, sobre todo calizos. Pliegues y fallas de edad alpina trastocan a veces el rumbo estructural N.E.-S.E.

En cuanto a su **evolución morfológica** se da un gran contraste paisajístico entre la mitad norte y la sur de estas cordilleras, que se manifiesta claramente en las formas de modelado. En la *parte norte*, en la que aflora el viejo macizo paleozoico, las fuerzas erosivas tuvieron tiempo de arrasarlo y labrar una extensa peniplanicie -extensa superficie de erosión- sobre la que actuó la orogenia alpina formando dovelas. Se trata, por tanto, de un sistema de bloques paleozoicos arrasados y desnivelados por fallas alpinas. En el *sector meridional* dominan las formas estructurales determinadas por la alineación de los pliegues y la diferente dureza de las rocas que las constituyen, en las que alternan bancos duros de calizas y blandos de arcillas y margas. En los bordes de la Cordillera Prelitoral, que linda con el Terciario de la depresión del Ebro, aparecen grandes masas de conglomerados en los bordes de la cuenca, dando lugar a un modelado de tormos montserratinos. Por último cabe citar la presencia de terrazas y glaciares de erosión en la Depresión Prelitoral.

#### 3.4.2. Cordilleras alpinas

##### 3.4.2.1. Pirineos

Forman entre el golfo de Vizcaya y el cabo de Creus una recia cordillera continua de unos 435 km. de longitud. Su pico más elevado es el Aneto (3.404 m.) en el macizo de la Maladeta. La cordillera, en su centro, da la sensación de una masa compacta que desciende suavemente hacia el oeste hasta enlazar con los Montes Vascos y de forma más brusca hacia el este (a 50 km. de la costa se yergue el Canigó (2.785 m.).

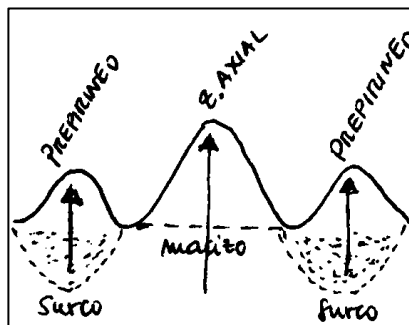
El eje longitudinal de la cordillera es, pues, disimétrico, con un descenso más brusco del lado del Mediterráneo. También es disimétrica la cordillera si hacemos un corte transversal: en el Pirineo Central la anchura es de 150 km.; en el sector navarro, de unos 25-30 km.; y en el sector catalano-gerundense, de 10 km.

Por lo que se refiere a su **estructura geológica**, los Pirineos están constituidos por tres unidades de naturaleza y edad diferentes: Zona Axial, Prepirineo y Subpirineo. Veámos estas unidades:

1. **Pirineo o zona axial** (denominada así por Solé Sabarís). Es el eje directriz de la cordillera, un fragmento de la cordillera herciniana incorporado a la orogenia alpina y elevado hasta la altura a que se encuentra en las últimas etapas orogénicas.. Está constituido por terrenos precámbricos y paleozoicos (pizarras y granitos). Es el Pirineo propiamente dicho, el de las máximas altitudes y formas abruptas y

bravías. Destacan: el Canigó, Puigmal, Encantats, Posest y Aneto (3.404 m.).

2. **Prepirineo.** Está constituido por las cobertera mesozoica plegada, con materiales sedimentarios de origen marino, margas y calizas. Se sitúa al norte y al sur del Pirineo Axial, de forma paralela al mismo. Sus cumbres rebasan los 2.000 m., pero se escalonan gradualmente hasta las depresiones. Los materiales que lo constituyen se depositaron durante el Secundario y principios del Terciario en dos largos surcos sedimentarios paralelos y separados por el umbral de la zona axial, materiales que después sufrieron los efectos del plegamiento alpino y formaron una serie paralela de pliegues alineados de este a oeste, adosados a la zona axial. En este momento queda constituido el Pirineo por su enclave herciniano, la zona axial, elevado y rejuvenecido por efecto de las presiones alpinas y por una serie de ondulaciones de plegamiento formadas a expensas de materiales depositados en aquellos surcos sedimentarios.



El *Prepirineo español* se divide en:

- Sierras Interiores: zona interna, pegadas al Pirineo herciniano o axial: Peña Tendeñera, Collarada (2.963 m.), Cotiella, Cadí, Boumort.
- Sierras Exteriores: zona externa, paralelas a la anteriores y de alturas más modestas: Leyre (1.371 m.), Loarre, Guara, Montsec.
- Depresión Media Prepirenaica: localizada entre ambas cresterías, se extiende una larga y estrecha depresión -Canal de Berdún-, avenida por el río Aragón y prolongada hacia Cataluña por la cuenca de Tremp y hacia Navarra por la cuenca de Pamplona.

Con la elevación de la cordillera de plegamiento nació una red hidrográfica de gran vigor que atacó los relieves recién formados y originó a sus expensas enormes masas de derrubios acarreados hasta el borde la depresión del Ebro: son los conglomerados mostserratinos.

3. **Subpirineo.** Hacia el extremo oriental del Pirineo, en Gerona, el modelo estructural de la cordillera sufre una transformación notable. Aquí los materiales terciarios que descansan sobre el zócalo fueron plegados y fracturados formando un conjunto montañoso que se eleva hasta los 1.500 m., formado por margas y areniscas (Puigsacalm, 1.514 m.). Los pliegues, de dirección este-oeste, han sido cortados por fallas más modernas norte-sur, formándose la región volcánica mejor conservada de la península, la comarca de la Garrotxa. Tiene unos cuarenta conos volcánicos que han dado lugar a sendas coladas de

lava. Sus dimensiones son modestas, destacando Croscat, a cien metros de altura sobre el valle, y los de Olot.

Este cordón montañoso dirigido de N.O. a S.E. se denomina **Cordillera Transversal Catalana** y une el Pirineo con las series catalanas del litoral. Sus relieves cierran por el nordeste la depresión del Ebro y se escalonan desde los 1.500 m. a los 200 m. de la depresión del Ampurdán, abierta al mar en el golfo de Rosas.

En cuanto a sus **formas de modelado**, en líneas generales los grandes rasgos del relieve pirenaico son de origen estructural, pero dentro de cada unidad se acusa la mayor o menor resistencia de las distintas clases de rocas a la erosión (erosión diferencial). Así, mientras en la zona axial el granito da formas bravías y escarpadas por su mayor resistencia ante las pizarras, en el Prepirineo se crean alineaciones deprimidas donde se intercalan calizas y margas.

Esta subordinación del relieve a la estructura de los pliegues E-O, determina uno de los rasgos morfológicos característicos de la cordillera: la ausencia de grandes valles longitudinales -que tanto abundan en los Alpes. En este sentido, sólo podemos encontrar el canal de Berdún como valle longitudinal desde Jaca a Pamplona (100 km. de largo). Los principales valles pirenaicos son transversales y están orientados perpendicularmente al eje de la cordillera.

El glaciario cuaternario ha actuado de forma importante. El nivel de las nieves perpetuas descendió hacia 1.800 m. en el oeste y 2.200 m. en el este. Los hielos cubrieron todos los macizos elevados, partiendo hacia el sur diez grandes glaciares -con lenguas de hasta 500 m. de espesor- que morían entre 770 y 800 m. de altitud. Los glaciares excavaron en las cabeceras de los *valles*, circos de paredes escarpadas dando lugar al típico modelado *en forma de U o artesa*. Asimismo estos glaciares sobreexcavaron pequeñas cubetas que al fundirse el hielo se convirtieron en *lagos* (ibones en Aragón). Los glaciares modificaron el relieve de la cordillera y le dieron el modelado actual.

#### 3.4.2.2. Cordilleras Béticas

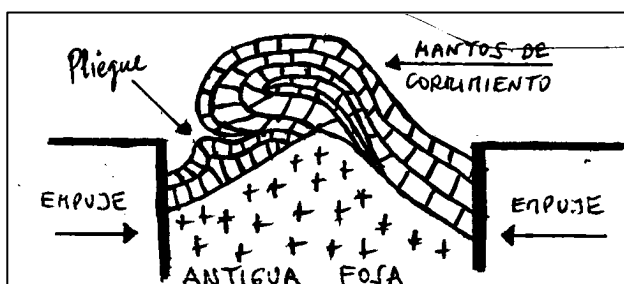
Escasean aquí las formas abruptas y bravías de los paisajes alpinos y sólo se abren hoces, gargantas y quebradas en el macizo de Sierra Nevada. Esto quiere decir que falta un eje directriz y que la cordillera se resuelve en una serie de macizos de formas pesadas que se hallan casi aislados unos de otros o dejan entre sí relieves bajos y amplios, con lo que se pierde esa noción de eje directriz.

Entre los espesores de materiales que se acumularon y dieron lugar en el plegamiento alpino a la cordillera, alternan: calizas, areniscas, arcillas y margas. Esto provocó durante la orogénesis deslizamientos entre materiales de distinta consistencia, lo que explica la falta de continuidad y la distribución anárquica de las líneas de plegamiento y el modelado de formas suaves sobre materiales blandos (margas).

El plegamiento alpino hizo aparecer las arrugas que forman las actuales Cordilleras Béticas y hundió simultáneamente la región del Guadalquivir, que se transformó en prefosa alpina. Originó tres grandes conjuntos orográficos y tectónicos:

1. **Cordillera Bética:** es el arco interior del plegamiento, bordea la costa y presenta las cumbres más elevadas: Ronda, Almirajara, Tejada, Nevada (3.478 m.), Baza, Gádor, Filabres y Estancias.
2. **Cordillera Subbética:** es el arco exterior del plegamiento y es paralela de la anterior, al norte de la misma; sus cumbre son más modestas: Grazalema, Pandera, Segura, Cazorla (1.830 m.), Sagra y Espuña (1.579 m.).
3. **Depresión Intrabética o Surco Intrabético:** depresión longitudinal frecuentemente estrechada situada entre la cordillera Bética y la Subbética, destacando: corredor de Boyar, hoya de Antequera, de Granada, de Guadix y de Baza.

Las Cordilleras Béticas están formadas por *pliegues alóctonos*, deslizados horizontalmente de sur a norte a distancias considerables, formando como en los Alpes notables *mantos de corrimiento*. De abajo a arriba, los geólogos distinguen los siguientes mantos estructurales:



1. En el arco interno (Bético):

- Cristalino de Sierra Nevada: zócalo paleozoico autóctono, ligeramente empujado por el paso de los mantos que han resbalado por encima de él.
- Alpujárrides y rondaides: materiales del secundario, calizos, deslizados a 80-90 km. del lugar donde se formarían los pliegues. Se trata de pliegues alóctonos.
- Bético de Málaga o maláguides: paleozoico y restos de cobertera mesozoica.

2. Arco externo (Subbético): aparecen *cabalgamientos*.

En los macizos calcáreos tan frecuentes en las Béticas aparecen las formas kársticas en el *torcal* de Antequera y los calares de las sierras del alto Segura.

El retoque glaciar fue insignificante a causa de la situación meridional de la cordillera. Tan solo en algunas cumbres importantes como Sierra Nevada hay huellas de modelado glaciar.

## BIBLIOGRAFÍA

- DE MIRO I ORELL, M., y DOMINGO I MORATO, M. (1985): Breviario de geomorfología. Col. Opera Geographica Minora. Barcelona: Oikos-tau.
- DERRUAU, M. (1966): Geomorfología. Barcelona, ediciones Ariel.

- DERRUAU, M. (1977): Las formas del relieve terrestre. Nociones de geomorfología. Barcelona, Toray-Masson
- DRAIN, M. (1979): Geografía de la península Ibérica. Col. ¿Qué sé? Barcelona, Oikos-tau.
- FLORISTAN SAMANES, A. (1988): España, país de contrastes geográficos naturales. Madrid, Síntesis.
- LOPEZ BERMUDEZ, F., RUBIO RECIO, y CUADRAT, J.M<sup>a</sup>. (1993): Geografía Física. Madrid, Cátedra.
- PLANS SANZ DE BREMOND, P. y FERRER, M. (1993): Geografía Física. Geografía Humana. Madrid, EUNSA.
- STRAHLER, A. (1977): Geografía Física. Barcelona, Omega
- VILÁ VALENTÍ, J. (1968): La península ibérica. Barcelona, Ariel.