

OBRA COMPLETA DISPONIBLE EN EL GEOPORTAL DEL ATLAS NACIONAL DE ESPAÑA <http://atlasnacional.ign.es>
Página de descargas <http://atlasnacional.ign.es/wane/ANE:Descargas>

Capítulo 3

ESTRUCTURA TERRESTRE Y FORMAS DE RELIEVE

Geomorfología

FORMAS DE MODELADO. MAPA DE LOCALIZACIÓN	84
MAPA DE ALTIMETRÍA Y BATIMETRÍA	84
MAPA DE PENDIENTES	85
MAPA GEOMORFOLÓGICO	86
MAPA DE TIPOS DE COSTAS	90

Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve de la Tierra. Además de tratar la configuración general de la superficie terrestre, estudia la clasificación, descripción, naturaleza, origen y desarrollo de las formas del terreno y sus relaciones con las estructuras geológicas subyacentes, así como la historia de los cambios geológicos registrados por esas superficies.

Topografía

La principal característica topográfica de la península ibérica es su elevada altitud, debida a la existencia de una gran altiplanicie interior o meseta. La Meseta está rodeada por importantes relieves (Cordillera Cantábrica, Sistema Ibérico, Sierra Morena y Cordilleras Béticas) y dividida por el Sistema Central en dos submesetas (norte y sur). La altitud media está en torno a los 650 m (ver mapa *Altimetría y batimetría*). Las altitudes más frecuentes se sitúan entre 700 y 800 m (páramos de la cuenca del Duero, submeseta norte). Un segundo pico de frecuencia aparece entorno a los 400 m, localizado en La Mancha (submeseta sur) y Galicia.

La cercanía a la costa de buena parte de las cordilleras peninsulares limita el rango de altitudes inferior a 200 m a estrechas franjas costeras, algo ensanchadas en el litoral catalán, Comunitat Valenciana y Campo de Cartagena (Murcia). Otro rango de altitud importante, en torno a 1.000 m, se corresponde con amplias zonas de media montaña en las Cordilleras Béticas, Sistema Central, Sistema Ibérico y Cordillera Cantábrica.

En la Península, las altitudes más destacadas, de norte a sur, se localizan en los Pirineos (Pico de Aneto, 3.404 m); Cordillera Cantábrica (Torre Cerredo, 2.650 m); Sistema Central (Almanzor, 2.591 m); Sistema Ibérico (Moncayo, 2.314 m); y Sistema Bético (Mulhacén, 3.479 m, el pico más alto de la Península).

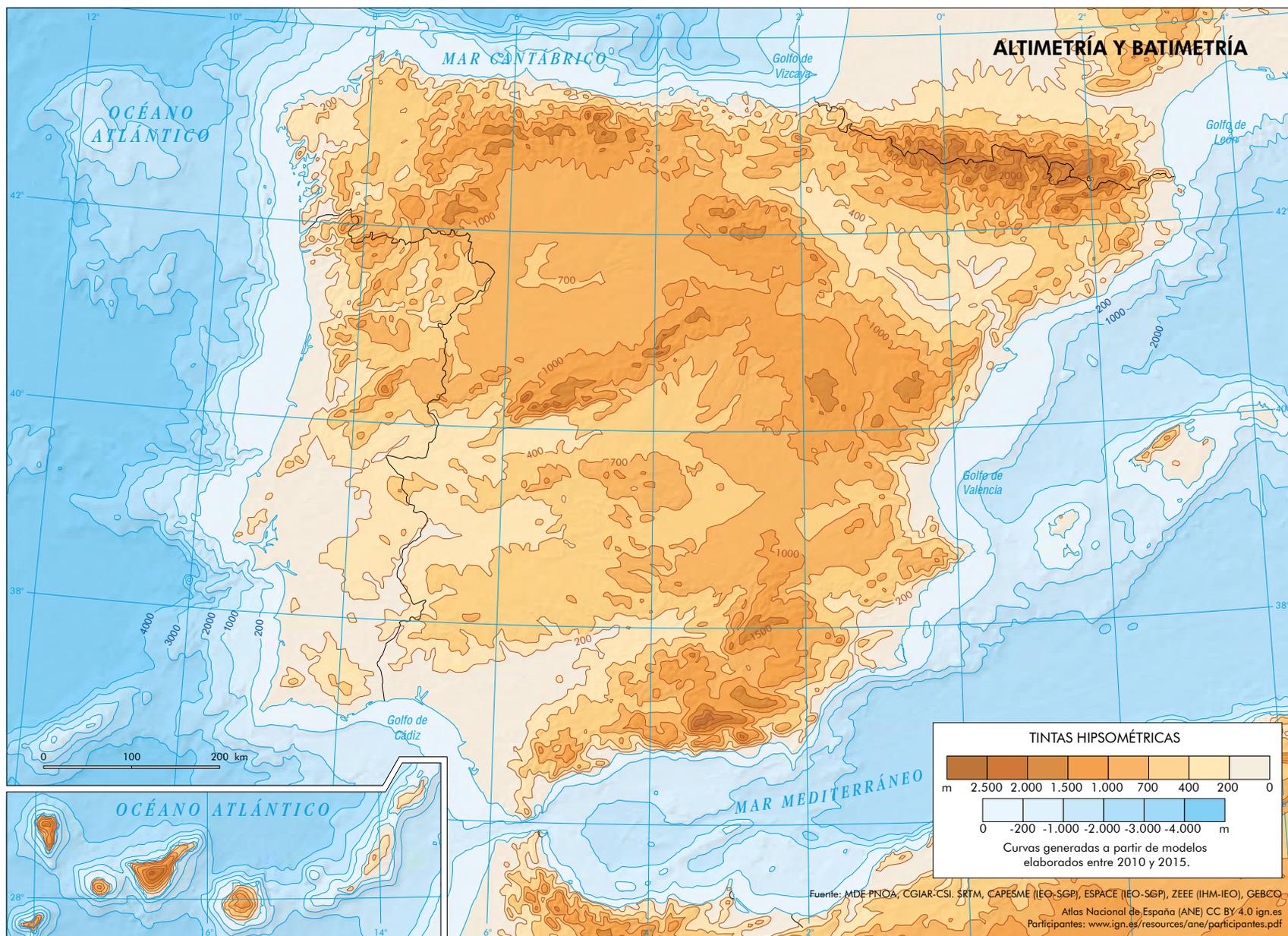
En las islas Baleares, con una elevación media de 140 m, destaca la serra de Tramuntana en la isla de Mallorca (1.436 m en Puig Major). El relieve de las Canarias responde a su origen volcánico y es aquí donde se localiza el pico más alto de España (Teide, 3.715 m).

La distribución de pendientes está vinculada a las altitudes (ver *Mapa de pendientes*), en la costa debido al carácter montañoso del litoral y en el in-

terior por el excavado del altiplano interior por los sistemas fluviales. Solo un 26% del territorio es llano, y se concentra en los altiplanos interiores, depresiones del Ebro y Guadalquivir, y llanuras costeras. Las pendientes suaves y moderadas (58% del territorio) se localizan en el contacto de las llanuras con los sistemas montañosos, donde predominan las pendientes fuertes (7%) o muy fuertes (7%). Solamente aparecen pendientes escarpadas, por encima del 50%, en los Pirineos y la Cordillera Cantábrica (0,7% del territorio).

Formas de modelado

El relieve de la superficie terrestre es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas, de acción generalmente contrapuesta. Las primeras crean relieves, mientras que las segundas los erosionan. Resultado de ambas fuerzas es la configuración de diferentes modelados, que pueden ser clasificados en función del agente morfogenético dominante. El territorio español, tanto peninsular como insular, ofrece un rico y amplio muestrario de diferentes formas de modelado (ver *Mapa Geomorfológico*).





1. Modelados estructurales

a) Tabular y monoclin. El relieve tabular constituye una estructura horizontal, labrada en rocas sedimentarias recientes, con distinta resistencia a la erosión, que no ha sufrido tectónica. Cuando es diseccionado por la red fluvial se originan formas residuales: páramos, mesas o muelas (superficies amplias, planas y elevadas, que culminan en un estrato duro), cerros testigos (resultan de la erosión de un páramo), anteceros (cerros testigos que han perdido el estrato duro superior) y campiñas (llanuras onduladas entre páramos de materiales blandos). Los relieves tabulares se encuentran en las grandes cuencas terciarias de ambas mesetas y en el valle del Ebro (foto 1). Cuando las capas se presentan inclinadas configuran relieves monoclinales o en cuesta. Estos se desarrollan en los márgenes de las cuencas sedimentarias o donde la tectónica ha basculado los estratos (ambas submesetas y depresiones exteriores del Ebro y Guadalquivir).

b) Plegado. Los relieves plegados responden a una tectónica compresiva y originan pliegues anticlinales y sinclinales según la fuerza orogénica o la litología. Los principales estilos son: jurásico, apalachense y alpino.

- En el *relieve jurásico* los estratos han sido fuertemente plegados (foto 2). Son características formas como: mont, cresta, combe, val, cluse, ruz o chevrons... La intensa erosión origina relieves invertidos con sinclinales colgados. Este relieve se encuentra en la Cordillera Cantábrica oriental, Sistema Ibérico, prepirineos y zona subbética.
- El *relieve apalachense* es un relieve herciniano arrasado por la erosión que ha sido reactivado por la orogenia alpina. Aparecen crestones y surcos paralelos, que pueden estar cortados transversalmente por pasillos y brechas (ruz y cluses). Se localiza en la parte occidental de la Cordillera Cantábrica, Montes de Toledo y Sierra Morena.
- El *relieve alpino* se caracteriza por una estructura en mantos de corrimiento que llegan a desplazarse decenas de kilómetros. Se da en las Béticas y los Pirineos. Resultado de los procesos erosivos son klippen y ventanas tectónicas.

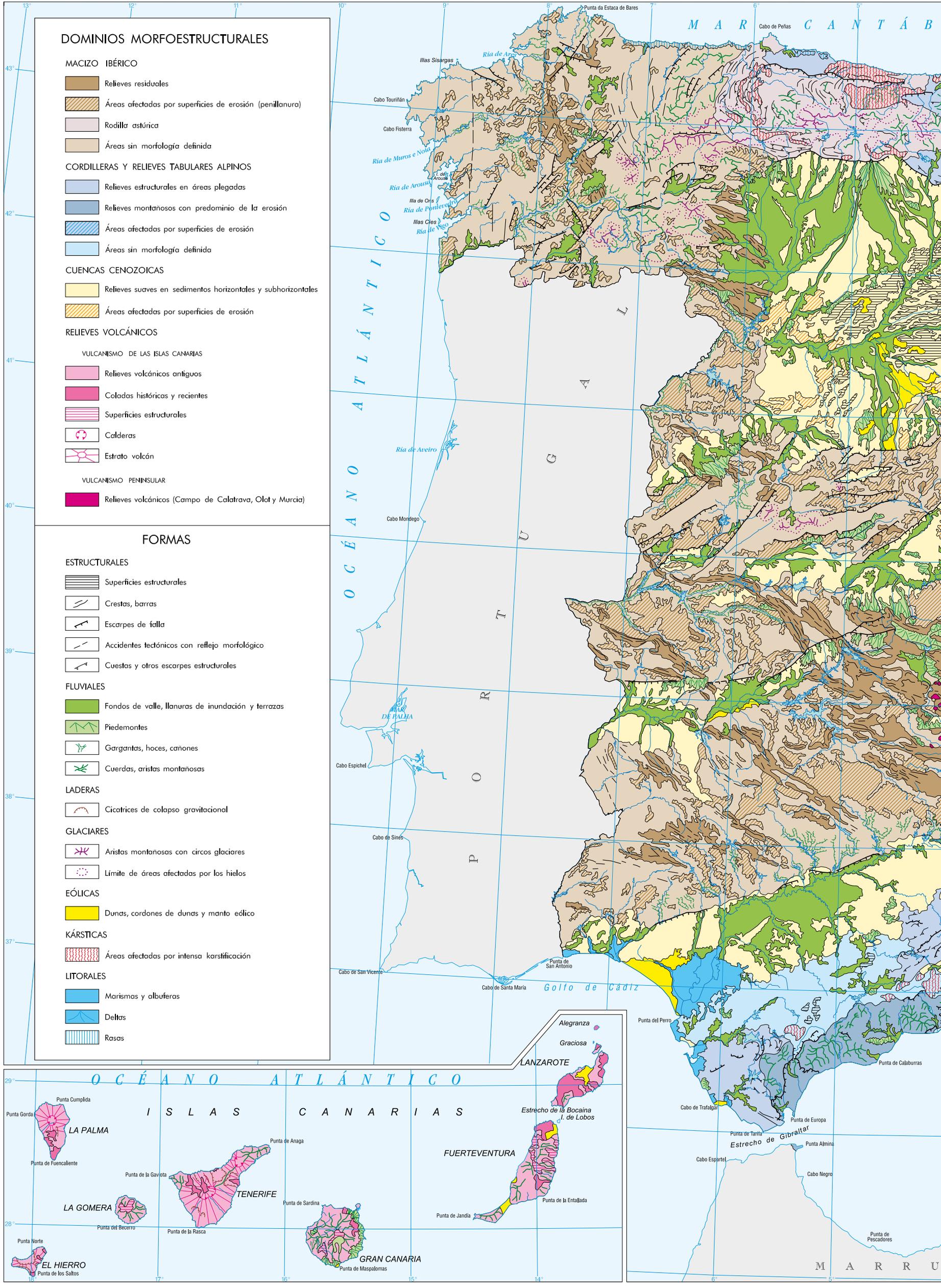
c) Fallado. Los relieves fallados están generados por una tectónica distensiva (fallas normales), o compresiva (fallas inversas). Ambas se correspon-

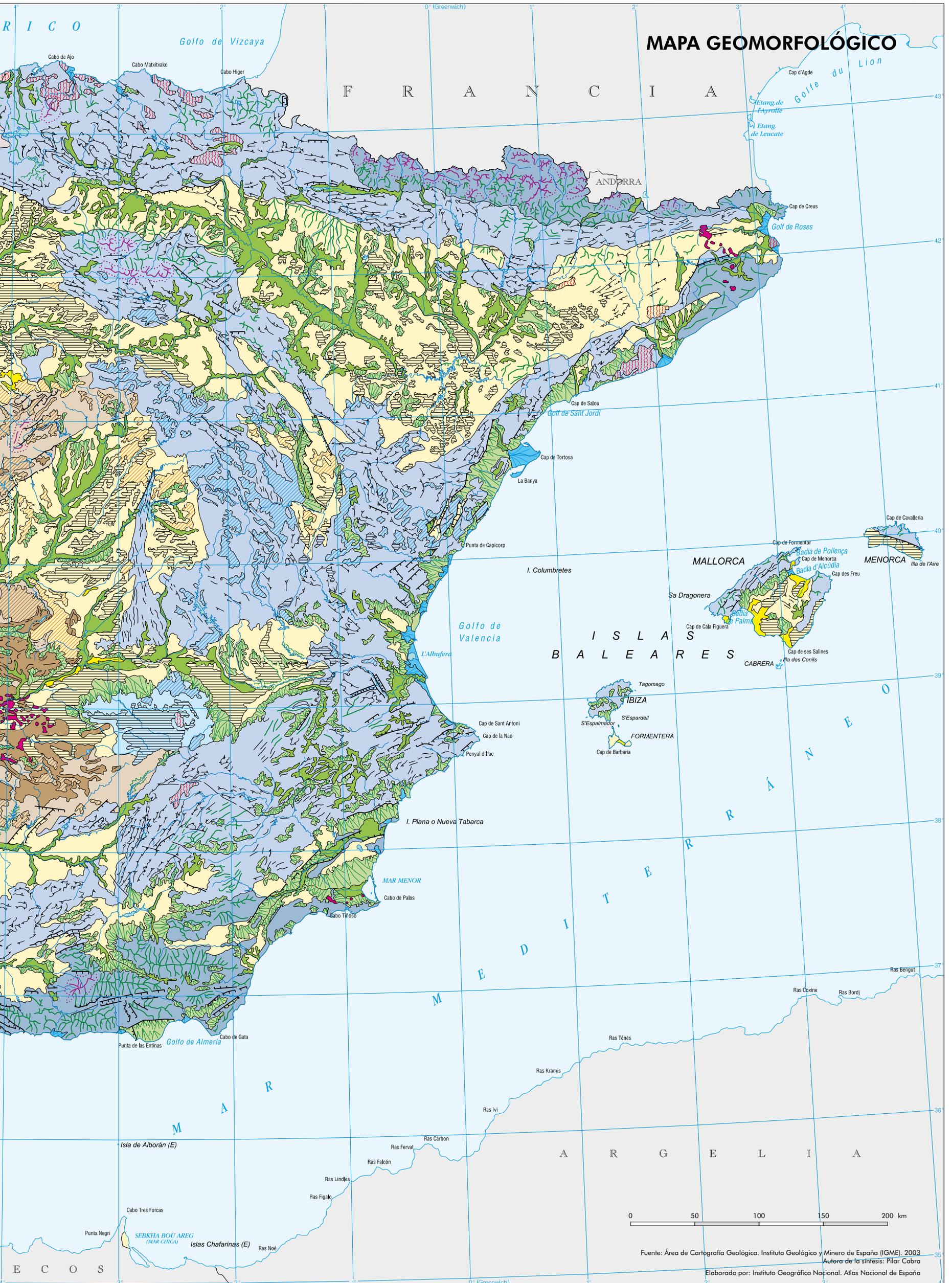
den con desplazamientos de bloques en la vertical, pero también se producen en la horizontal (fallas en dirección o de desgarre). Las morfologías ocasionadas por fallas suelen dar lugar a escarpes de falla más o menos rectilíneos, muy numerosos en la Península y Baleares (ver *Mapa Geomorfológico*).

El relieve germánico, es un sistema de bloques levantados (horst) que se corresponden con sierras, y bloques hundidos (graben), los valles. Por lo general cada horst suele estar asociado con varios grabens. Las fallas son frecuentes en casi todos los relieves (foto 3), no obstante los ejemplos más representativos de relieve germánico se localizan en el Sistema Central, Macizo Galaico-leonés, Sierra Morena o Sistema Ibérico. La fosa del río Lozoya (Sistema Central), es un buen ejemplo de graben relleno de depósitos aluviales transportados desde los horst que lo rodean.



Foto 1: Estructura tabular. Mesa en el sector central de la cuenca terciaria del Ebro, formada por sedimentos arcillosos y coronados por yesos. Foto 2: Relieve plegado. Serie cretácica plegada en el sector centro-occidental del Sistema Ibérico, en Alhama de Aragón (Zaragoza). Foto 3: Relieve fallado. Fallas en el Alto de Escajos, Riotuerto (Cantabria).





2. Modelados ligados a la litología

a) Granítico. El granito es un material rígido y resistente, pero al mismo tiempo susceptible de fragmentarse y sensible a la alteración por meteorización. Los principales factores que intervienen en este modelado son: cambios químico-mineralógicos, variaciones texturales y presencia de discontinuidades o fisuras. De la conjunción de dichos factores, destacan las siguientes formas:

- *Formas prismáticas y en domo.* Relieves de aspecto monolítico y paredes verticales (foto 4). A sus pies se pueden encontrar grandes acumulaciones de bloques.

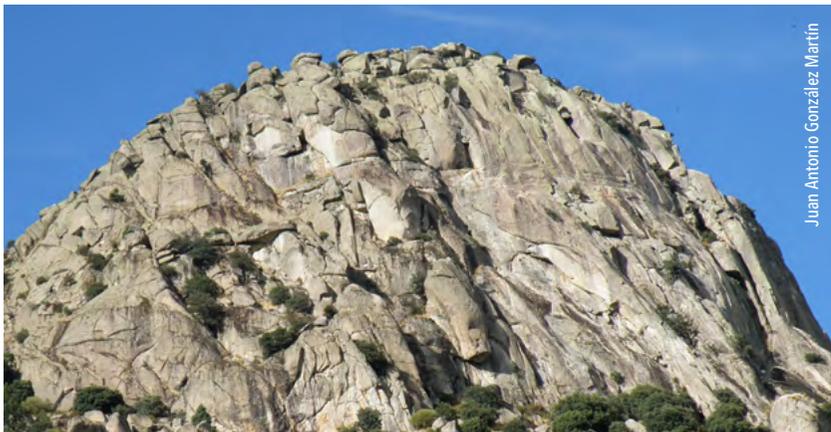


Foto 4: Modelado granítico. Domo granítico en la sierra de la Cabrera (Madrid)

- *Berrocales.* Tienen lugar cuando la red de diaclasas es ortogonal y las condiciones climáticas moderadas. Constituyen paisajes caóticos de perfiles redondeados, con alveolos o pasillos de arenización y caos de bloques, bolos o tors.
- *Microformas graníticas:* pilancones, acanaladuras y tafonis. Los pilancones son concavidades labradas por el agua en superficies horizontales en el cruce de fisuras. Las acanaladuras se producen en superficies inclinadas (similar al lapiaz kárstico). Los tafonis son concavidades esféricas labradas en paredes verticales poco soleadas por disolución y alteración química. Este tipo de formas también suele darse en otras rocas granudas como areniscas y conglomerados.

El modelado granítico es característico del Sistema Central, Sierra Morana, Extremadura y Galicia.

b) Kárstico. El modelado kárstico se origina por procesos de erosión por disolución. Aunque predomina sobre rocas calizas, también existen en otras rocas como yesos (karst de Sorbas, Almería). Las formas kársticas pertenecen al exokarst (superficiales) o al endokarst (subterráneas), y se clasifican según sean de absorción, conducción o emisión.

- *De absorción:* Hay numerosas formaciones como lapiaces o lenares entre los que se distinguen varios tipos según su forma, lugar de formación o tamaño; dolinas, las formas más típicas que crean depresiones cerradas, de dimensiones y profundidades variables (foto 5) y de cuya unión se forman las uvalas; poljé, que constituyen extensas llanuras, y cuya presencia indica un estado avanzado del karst; cañones, gargantas u hoces, que deben su formación a la incisión fluvial y a fallas.



Foto 5: Modelado exokárstico. Dolina en la sierra de las Nieves (Málaga)

- *De conducción:* están condicionadas por la fracturación, planos de estratificación, y presencia de niveles impermeables: simas, grutas y cavernas (foto 6) son las más características.
- *De emisión:* pueden ser surgencias en las que la alimentación procede del área karstificada, y resurgencias, en las que las aguas no proceden del karst pero han entrado en él.



Foto 6: Modelado endokárstico. Cuevas de Valporquero (León)

Las áreas con predominio de morfología kárstica son la Cordillera Cantábrica oriental, Montes Vascos, Cordillera Ibérica, cordilleras Costeras catalanas y Béticas (incluida Mallorca) (ver *Mapa Geomorfológico*).

c) Volcánico. Las formas de relieve de las áreas volcánicas son fruto de la irrupción de materiales procedentes del magma y dan lugar a paisajes cambiantes al ser rocas recientes. Canarias es el territorio volcánico por excelencia, si bien son también reconocidos otros paisajes volcánicos como los de Olot, sudeste de España (Cabo de Gata), Campo de Calatrava, o islas Columbretes (ver mapa de *Áreas volcánicas de la España peninsular*).

A los relieves de formas cónicas, se les unen extensas coladas de lava y campos de piroclastos como lapilli y cenizas volcánicas. Las formas más destacadas son los conos de piroclastos, pero también son importantes las calderas volcánicas, algunas fruto del hundimiento de la cámara magmática (Las Cañadas del Teide, foto 7).



Foto 7: Modelado volcánico. Parque Nacional del Teide (Tenerife)

Las coladas de lava se clasifican en: Aa o malpaís (de aspecto escoriáceo) y pahoehoe (lavas fluidas que dan lugar a lavas cordadas). La composición de la lava determina la forma del paisaje después de la erupción. Los campos de piroclastos suelen cubrir grandes extensiones que forman superficies regulares, lo que contrasta con los diques que la erosión diferencial deja en resalte y los hace hitos muy reconocidos.

d) En rocas blandas. En las depresiones arcilloso-margosas fáciles de erosionar, en condiciones climáticas áridas y semiáridas, con escasa cubierta vegetal, las precipitaciones de alta intensidad han modelado un paisaje muy particular de surcos, cárcavas y barrancos, denominado badlands. Este tipo de formaciones son típicas de las depresiones y cuencas terciarias intrabéticas y pirenaicas y algunas de estas áreas han sido declaradas de interés singular, como es el paraje de Barrancos de Gebas en Murcia (foto 8). En donde se dan las condiciones favorables, como en la depresión del Ebro o las cuencas neógenas de Murcia, son frecuentes los procesos de erosión subsuperficial denominados piping.



Foto 8: Modelado en margas. Badland en Barrancos de Gebas (Murcia)

3. Modelado glaciar y periglacial

En la actualidad, la actividad glaciar es mínima y en retroceso, consecuencia del calentamiento global, si bien la presencia de glaciares durante el último millón de años queda patente en las grandes montañas españolas. Los glaciares en España se han reducido a lo largo del Holoceno con un repunte en la Pequeña Edad de Hielo (siglos XIV a XIX). Hoy ocupan una superficie insignificante. De 1984 a 1993 los glaciares activos en el Pirineo se redujeron de 1.800 a 468 ha, y en 2012 sólo existían 10 glaciares y 8 hejeros, con una extensión 160 ha.

Entre las formas glaciares destacan: valles en U, valles colgados, lagos, circos glaciares y grandes aristas. También se dan formas sedimentarias como morrenas. Valles glaciares y circos son las formas más fáciles de reconocer, especialmente en el Pirineo (foto 9).

Las formas periglaciares, como suelos poligonales (foto 10), terracillas, senderos de vacas, derrubios estratificados, glaciares rocosos y canchales son fruto también de la acción del hielo en el suelo. Formas periglaciares espectaculares aparecen en las cumbres pirenaicas y béticas, o en los altiplanos y cumbres de las cordilleras Ibérica y Cantábrica.



Foto 9: Modelado glaciar. Valle glaciar en el paraje de Aguas Tuertas, Parque Natural de los Valles Occidentales (Huesca)

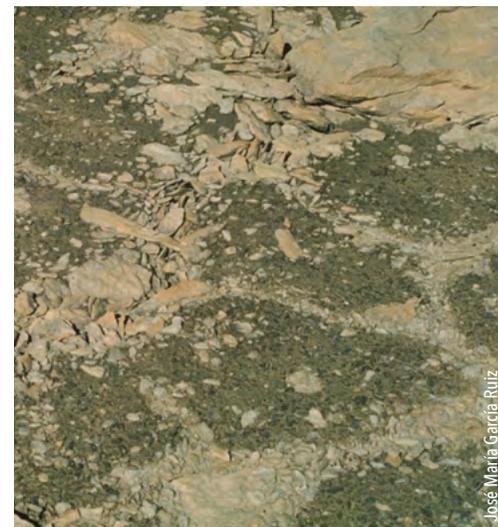


Foto 10: Modelado periglacial. Polígonos de piedras en el Pirineo aragonés

4. Modelado fluvial

Los ríos ejercen un trabajo geomorfológico intenso y constante, arrancando, acarreado y sedimentando materiales. En España, los contrastes climáticos ofrecen paisajes fluviales contrastados como ramblas en el sudeste o arroyos en Pirineos. Los tramos altos de los cauces suministran los materiales, los medios los transfieren, y en los tramos bajos se forman los grandes edificios sedimentarios.

Las formas fluviales erosivas más abundantes son gargantas (hoces del Duratón o desfiladero de los Gaitanes), cascadas (nacimiento del río Mundo) o meandros. En los lechos de los ríos se encuentran pilancones o marmitas de gigante modelados por la abrasión de los materiales arrastrados en el fondo de las corrientes. Las formas fluviales sedimentarias, por su extensión, son más llamativas, pues terrazas y llanuras ocupan grandes espacios en los tramos bajos de los ríos (foto 11). En los tramos finales, en contacto con el mar, las formas características son deltas y estuarios (delta de l'Ebre).

En España las formas fluviales actuales son, más que nunca, el resultado de la acción de la naturaleza y la actividad humana: cambios en los cauces, abandono de áreas de montaña, construcción de embalses...



Foto 11: Modelado fluvial. Terraza fluvial en el río Ésera en Benasque (Huesca)

5. Modelado eólico



Foto 12: Modelado eólico. Dunas de Maspalomas (Gran Canaria)

El modelado eólico más representativo en España son los sistemas dunares. Están asociados a las costas tanto peninsulares como insulares. En la costa cantábrica y Galicia se encuentran ligados al aporte de ríos o bien sobre las barreras arenosas confinantes de los estuarios (El Puntal en Laredo, San Vicente de la Barquera, Oyambre...), también presentes en las rías Baixas y Altas (Cedeira, Corrubedo, Samil...). Con diferentes grados de fijación por la vegetación, en la costa atlántica andaluza se encuentran sistemas dunares más amplios asociados a formaciones litorales (El Rompido, Punta Umbría, mantos eólicos de El Abalarío...), aportes de sedimentos por la deriva litoral (dunas móviles de Doñana) o la persistencia de los vientos de levante (dunas móviles de Bolonia o Valdevaqueros).

En la costa mediterránea, a pesar de la intensa presión antrópica, aún se encuentran formaciones dunares en las desembocaduras de ríos y ramblas (Guadiaro, Andarax, Segura...), deltas (Ebro, Llobregat...) y ensenadas (Davesa del Saler, Empordà...). En las costas insulares se asocian puntualmente a bahías y ensenadas, si bien en las islas Canarias orientales se localizan campos dunares muy bien desarrollados (Jandía, Corralejo, El Jable, Maspalomas...) (foto 12). Depositiones antiguas de la línea de costa son las dunas fósiles o relictas pleistocenas (eolianitas).

6. Modelado de laderas y piedemontes

En el modelado de laderas intervienen procesos de erosión por arroyada y gravitacionales. Los de arroyada dependen de la litología, vegetación, pendiente y tipo de precipitación. Producen diferentes tipos de erosión, con distintos estadios: erosión por salpicadura, laminar, regueros, cárcavas y en túnel (*piping*). En los gravitacionales interviene la gravedad, rozamiento y cohesión del material. Se desencadenan por distintos factores como variaciones morfológicas, modificación del volumen de material, sismicidad, vibraciones antrópicas, cambios climáticos, acción mecánica de plantas y meteorización. Se clasifican según su geometría, material, velocidad del movimiento, forma de rotura, edad, etc., al ocasionar desprendimientos o caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos y coladas, o diversas combinaciones.

En los piedemontes son de destacar abanicos aluviales y glaciares. Los abanicos son deposicionales y de mayor pendiente, mientras que los glaciares constituyen extensos y suaves planos inclinados de erosión o acumulación. Ambas formaciones son visibles en regiones áridas y semiáridas de la Península. En ocasiones, abanicos y glaciares son formaciones difíciles de diferenciar.



Foto 13: Movimiento de ladera en el Pirineo catalán

7. Modelado litoral

En la costa cantábrica y gallega predominan las costas acantiladas junto a playas confinadas y plataformas litorales relictas (rasas), sobre-elevadas respecto al nivel del mar actual (foto 14). En la costa gallega, el reciente ascenso del nivel del mar es el origen de las rías. En la costa atlántica del sudoeste peninsular predominan amplias playas rectilíneas asociadas a formaciones arenosas (flechas, tómbolos, etc.) que, cerrando las antiguas bahías de los principales ríos (Guadiana, Guadalquivir, Guadalete...) han facilitado el desarrollo de marismas mareales (Tinto-Odiel, bahía de Cádiz...) y marismas fluvio-pluviales (Doñana). La proximidad de los relieves béticos (entorno de Gibraltar) favorece la existencia de acantilados, playas de menor entidad (foto 15) y marismas mareales.

Las costas mediterráneas reflejan la proximidad de los relieves béticos e ibéricos, la escasa magnitud de rango mareal (< 1 m) y el régimen peculiar de la red hidrográfica (ramblas). Por ello, se encuentran playas adosadas a depósitos fluvio-coluviales y a deltas (Vélez, Adra, Andarax, Ebro, Llobregat, Besòs...), que alternan con tramos acantilados (Maro, Gata, Costa Brava...). En sectores deprimidos se desarrollan albuferas (Torrevieja, Manga del mar Menor, Valencia, Pego-Oliva...) aisladas de la costa por cordones litorales y restingas (foto 16).

En las costas insulares predominan los acantilados sobre rocas calizas en Baleares y volcánicas en Canarias, intercalados con calas o amplias ensenadas (Pollença, Alcúdia, Sa Ràpita) que favorecen el desarrollo de amplias playas y cordones dunares (ver mapa de Tipos de costas).



Autor: Germán Flor

Foto 14: Playas confinadas, acantilados y rasas en el entorno de Cudillero (Asturias)



Autor: José Ojeda

Foto 15: Playas y formaciones dunares que cierran la ensenada de Valdevaqueros (Cádiz)



Autor: José Ojeda

Foto 16: Playas de gravas asociadas a la restinga del Prat de Cabanes-Torreblanca (Castellón)

