

Montaña es la elevación o grupo elevaciones originadas por fuerzas endógenas (orogénesis) y modeladas y divididas por fuerzas exógenas.

#### **14.1 TIPOS BASICOS DE MONTAÑAS**

**14.1.1 Según su altura.** Se distingue entre montañas medias, de formas generalmente redondeadas a consecuencia de diferencias de altura escasas, y montañas altas, de formas agudas y pendientes abruptas, consecuencia de una erosión intensa determinada por el carácter enérgico del relieve (los Alpes).

**14.1.2 Según su forma y extensión.** Se distinguen montañas en cadena (cordillera, cadenas montañosas), con una serie de cadenas paralelas alargadas, y montañas-macizos, en las que la extensión es, más o menos, igual en todas las direcciones.

**14.1.3 Según su origen.** Se distinguen montañas volcánicas, surgidas por la actividad volcánica, y montañas tectónicas, que, a su vez, pueden ser plegadas (en ellas los pliegues determinan aún las formas y el agrupamiento de las cadenas), falladas o fracturadas (en ellas las fracturas y fallas son las que determinan los rasgos esenciales de la estructura) y plegado-fracturadas (los plegamientos están entremezclados en fallas).

Algunos montes se formaron por la **confluencia de placas** tectónicas en desplazamiento y la afluencia de las rocas en sus límites. En este proceso las rocas sedimentarias originarias del fondo oceánico se elevan y forman mesetas intermontañas donde enormes capas horizontales son levantadas, como el Tíbet en el Himalaya a 4200 metros de altitud o la meseta de Colorado en el Gran Cañón a 1600 metros de altura. También forman montañas plegadas, cuando el empuje contra escudos supone el plegamiento de depósitos geosinclinales con espesores de 10 Km., ejemplo Andes, Alpes, Himalaya y Rocallosas.

Otras montañas pueden alzarse **por fractura**; tales son las montañas de bloque como las de Ruwenzori entre Uganda y Zaire. Un tercer tipo de montes puede formarse como resultado de la **actividad volcánica** y ello puede ocurrir en regiones de plegamiento orogénico activo como a lo largo de la costa Pacífico donde están los volcanes Santa Helena (USA), Ruiz (Col.) y Misti (Per.). Hay otro tipo fundamental de montaña, la que nace empujada hacia arriba **por una intrusión** magmática o de un diapiro salino bajo la superficie.

#### **14.2 CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE LAS MONTAÑAS**

Una clasificación sintética de los tipos de montaña se presenta aún como una empresa muy difícil y aventurada, pues los criterios de clasificación son muy numerosos. Se puede adoptar la forma de conjunto, la dirección, la altitud, la antigüedad de la fase tectónica principal o del último levantamiento, las disposiciones estructurales, las redes hidrográficas, los paisajes, etc. Los aspectos, volumen topográfico, aspectos morfoclimáticos y arreglos morfoestructurales, facilitan ésta clasificación.

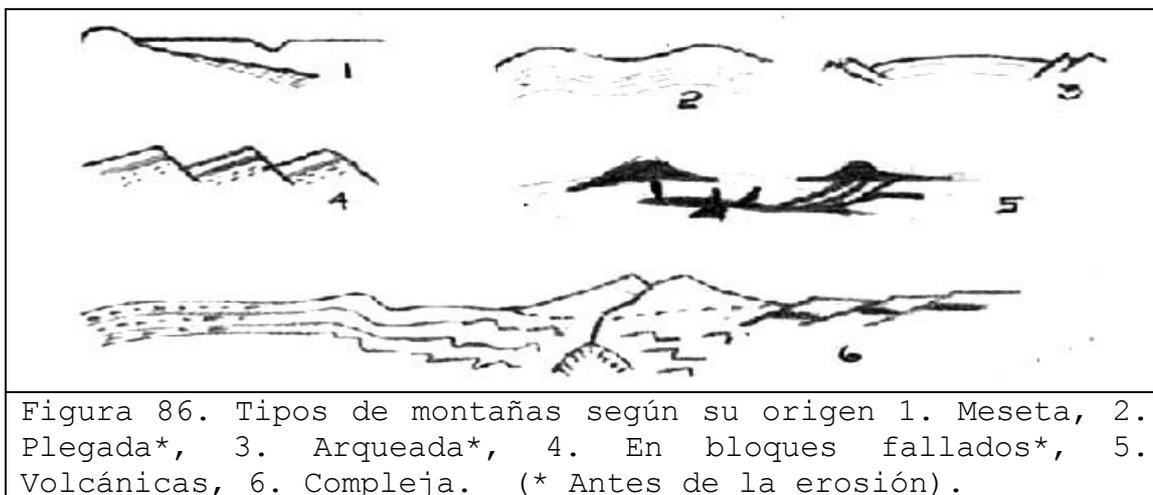


Figura 86. Tipos de montañas según su origen 1. Meseta, 2. Plegada\*, 3. Arqueada\*, 4. En bloques fallados\*, 5. Volcánicas, 6. Compleja. (\* Antes de la erosión).

**14.2.1 Volumen topográfico.** La importancia del volumen montañoso varía entre límites muy altos, pues existen montañas sencillas de algunos km. cúbicos, con una sola cumbre o restringidas cimas agrupadas. Es el caso de volcanes erguidos en islas aisladas en las extensiones oceánicas o sobre tierra (el Vesubio por ejemplo), o de las estribaciones separadas de las cordilleras plegadas.

Los macizos montañosos adoptan muy a menudo la forma de un arco en media luna (Jura, Himalaya), doble forma de "S" (Alpes, Andes), a veces muy poco pronunciada (Urales), otras incluso exagerada (Cárpatos). Pero también existen montañas de forma rectangular (Harz, Tian Chang), o de bordes rígidos (Vosgos, Sierra de Córdoba en Argentina), explicados a menudo por fallas limitadas que enmarcan el levantamiento. Las formas circulares son excepcionales o están mal delimitadas (Macizo Central Francés).

La dirección de conjunto de los macizos montañosos es muy variada. Se observa sin embargo un predominio de las direcciones submeridianas sobre el continente americano y en el litoral oeste del Pacífico, y de las direcciones Este Oeste en Eurasia. Actualmente se considera que la dirección de conjunto de los volúmenes montañosos es el resultado del

dibujo y del movimiento de las placas siálicas, sin que por esto el problema haya quedado resuelto.

La altitud de los volúmenes montañosos depende de la amplitud del levantamiento más reciente y de la degradación experimentada por las cumbres, pues dadas ambas, proviene un cierto ajuste isostático, siendo normal que las cumbres más altas correspondan a los levantamientos más recientes (Everest, Mont Blanc). También las altitudes más pronunciadas se sitúan en los trópicos pues posiblemente se ha dado una migración de las orogenias hacia el Ecuador.

La aireación del volumen montañoso está conectada con la importancia de los puertos (divisoria de aguas) y de los valles, pues los primeros suelen coincidir con fallas o fosas tectónicas transversales, descensos de ejes de pliegues o ensilladuras. Ni la altitud ni el número de puertos guardan relación directa alguna con el volumen montañoso. Los valles cortan más o menos de manera densa y profunda el volumen montañoso donde los valles longitudinales se prolongan paralelos a los ejes de las cordilleras por facilidades estructurales como fajas de rocas blandas, sinclinales, fosas, líneas de falla o de cabalgamiento.

**14.2.2. Aspectos morfoclimáticos.** Las cordilleras de montañas llevan en su relieve la marca profunda de los sistemas de erosión que las atacan. Estos dependen esencialmente del clima el que a su vez viene determinado por el relieve actual y la latitud.

El relieve actual, que provoca un descenso de la temperatura, de un grado por 180 metros de altitud, supone violentos contrastes térmicos, fuertes vientos y un gran aumento de la pluviosidad. Las condiciones climáticas locales varían según la orientación de las vertientes (a barlovento o a sotavento, solana o umbría) y la altitud (frío más o menos vivo, zona de pluviosidad o de nubosidad máxima). La latitud, como para el resto del globo. El límite

de las nieves perpetuas, función del régimen de las temperaturas y del de las precipitaciones, asciende desde el ecuador a los trópicos (5000 m), después desciende en las zonas templadas (de 2500 a 3100 en los Alpes) y en las zonas frías (600 m a 70° N). Cabe pues concebir una clasificación de las montañas según su situación en tal o cual zona climática, teniendo en cuenta por supuesto la acción de los paleoclimas del cuaternario. Son ellas montañas tipo templado (Vosgos y Jura, en Francia), montañas tipo polar (Antártida y Groenlandia), montañas tipo escandinavo (Escocia, Escandinavia, Labrador), montañas tipo alto alpino (Alpes e Himalaya), montañas semiárido (Sahara, Arabia), montaña tipo tropical (Macizo Brasileño).

**14.2.3 Arreglos morfoestructurales.** La clasificación morfoestructural aunque es la más interesante de todas, tropieza con numerosas dificultades como lo precario de los conocimientos actuales, la complejidad de los conjuntos montañosos que jamás son homogéneos en grandes extensiones y el criterio clasificador que integre elementos estructurales y morfológicos.

Los tipos regionales se han propuesto principalmente, bajo consideraciones estructurales. Aquí existirían en espacios del orden de las decenas de km.: 1° desniveles principales que reproducen directamente las últimas deformaciones tectónicas, donde las cumbres corresponden a los puntos más elevados y las depresiones a los puntos más bajos. 2° Desniveles principales que se deben a la resistencia desigual de las rocas, donde los puntos altos corresponden a las capas más duras y los bajos a las más blandas. 3° Desniveles principales que se sitúan entre crestas y depresiones, donde la red hidrográfica que se desarrolla sobre un material rocoso relativamente homogéneo es la que crea por sí misma la organización del relieve. Los tipos planetarios se han propuesto a nivel continental como morfoestructuras del orden de los cientos y miles de km.. Son las mismas cordilleras que se describirán adelante cuyos criterios no pueden ser los mismos utilizados en los tipos

regionales pues se distinguen porque aquí se ponen en evidencia los grandes dominios estructurales que dividen el planeta.

### 14.3 TIPOS DE CORDILLERAS O PLEGAMIENTOS

Se pueden distinguir cuatro tipos principales de cordilleras, cuyo origen e instauración derivan de procesos distintos:

**14.3.1 Cordilleras intracontinentales o intracratónicas.** Se desarrollan en partes ya consolidadas de la corteza terrestre y no en los fondos oceánicos. Se caracterizan por una tectónica de fondo y otra de recubrimiento que afecta a una cobertura poco diferente de la de las cuencas sedimentarias vecinas. Ejemplo los Pirineos y Urales, en donde predomina la tectónica de fondo o Provenza y Jura donde es la tectónica de cubierta.

**14.3.2 Dorsales medio-oceánicas.** Comprenden una "provincia de cresta" de aproximadamente 10 Km. de ancho, cuyo eje lo ocupa una fosa o rift de una profundidad a veces de 3 Km.

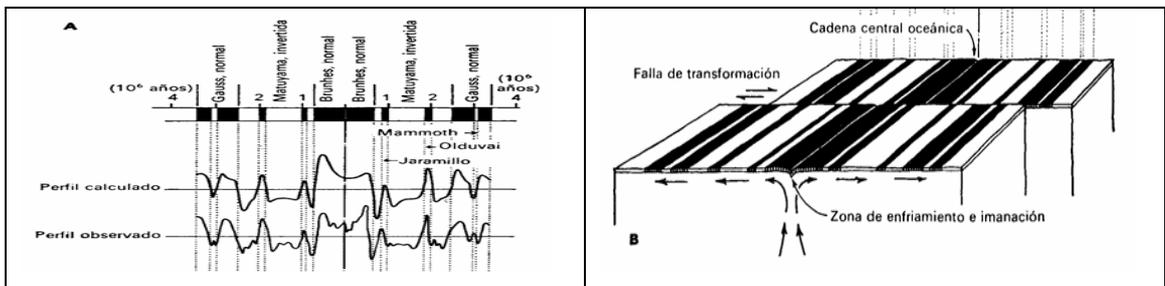


Figura 87. Magnetismo fósil en el fondo oceánico. Se muestran los grandes períodos del paleomagnetismo pliocuaternario a uno y otro lado de la cadena del Pacífico Oriental, registrados en la magnetita de los basaltos oceánicos. En A se muestra la coincidencia entre los perfiles de anomalías geomagnéticas observado y calculado; en B, la expansión del fondo oceánico e inversiones geomagnéticas. Tomado de ¿Qué es la Tierra? Takeuchi y otros.

En ocasiones las dorsales son el resultado de la consolidación del basalto suboceánico y están en el origen de la expansión del fondo de los océanos.

**14.3.3 Cordilleras geosinclinales o intracratónicas** (tipo alpino). Caracterizadas por flysch, ofiolitos y mantos de corrimiento. Los arcos insulares (Japón, Islas de la Sonda) comprendidos entre un cratón y una placa pueden ser asignados a éste tipo).

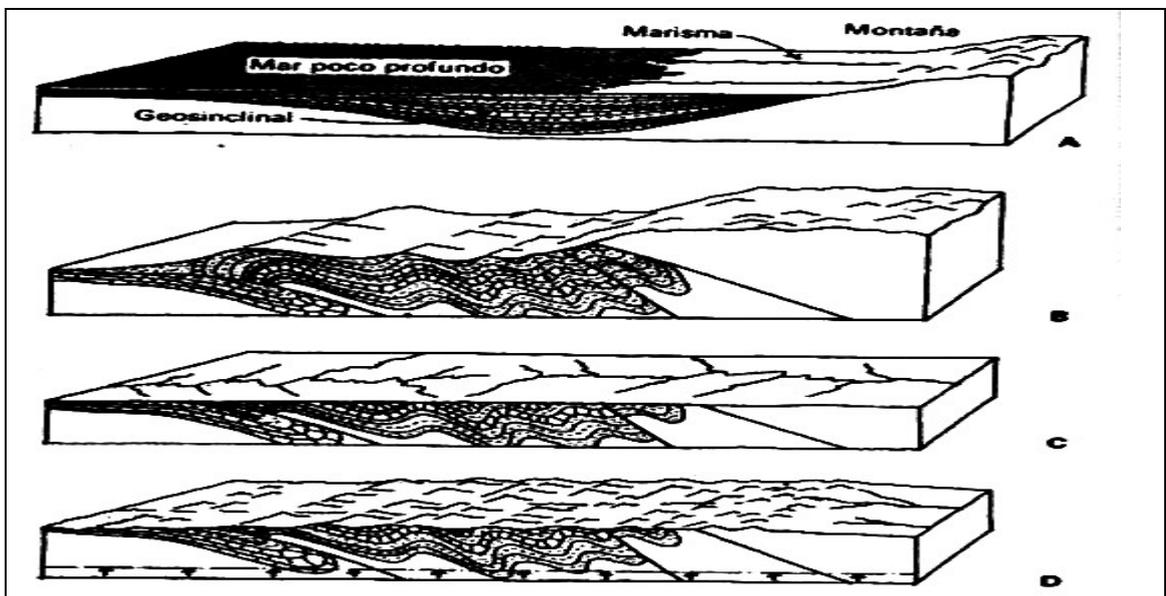


Figura 88. Colisión entre placa continental y placa oceánica. El esquema ilustra la causa de la elevación de los geosinclinales desde la fase de acumulación (A), pasando por la de plegamiento (B) y erosión (C), hasta, la elevación por ajuste isostático (D). Tomado de ¿Qué es la Tierra?, Takeuchi y otros.

**14.3.4 Cordilleras liminares o pericratónicas** (tipo andino). Desprovistas de flyschs, ofiolitos y mantos de corrimiento, pero donde el vulcanismo es activo. La unión de las dos cordilleras liminares no puede dar en ningún caso una cordillera geosinclinal.

#### 14.4 GEODINAMICA

Es el estudio del conjunto de procesos que modelan y alteran la estructura de la corteza, donde se incluyen las fuerzas externas que actúan hacia abajo desde la biosfera y las internas que actúan hacia arriba y desde el interior del planeta. La geodinámica interna estudia pliegues, fallas, etc. y la externa el modelado del paisaje debido al viento, agua, hielo, etc.

El planeta está sometido a un proceso de gradación continua, donde intervienen fuerzas de degradación que tratan de nivelar los continentes, asociadas a la meteorización, la erosión y los movimientos masales, y fuerzas de agradación opuestas a las anteriores, que tratan de reconstruir el relieve, como son el vulcanismo y el diastrofismo. Ver capítulo 8, numeral 8.1: Procesos externos.

Las **fuerzas endógenas** son sistemáticas y las **exógenas** son aleatorias o estocásticas. Las fuerzas endógenas se asocian a movimientos epirogenéticos (de ascenso y descenso) y orogénicos (horizontales o verticales) de la corteza.

Al examinar los problemas que conciernen a la corteza y a la superficie del globo parece que el núcleo no interviene en la orogénesis. Los principales problemas están relacionados con el estado térmico de la corteza (el problema del gradiente geotérmico), los antecedentes del vulcanismo (el carácter constructivo del relieve), los antecedentes de la sismología (los terremotos acompañan a la orogénesis), las anomalías magnéticas (las perturbaciones magnéticas pueden preceder los sismos y obedecer a desplazamientos de magma), el paleomagnetismo (la alternancia de períodos de polaridad normal e inversa en las rocas de los fondos oceánicos), los sondeos oceánicos (los sedimentos marinos muestran antigüedad creciente conforme nos alejamos de las dorsales) y la isostasia (los continentes siálicos penetran tanto más el Sima cuanto más se elevan).

**14.4.1 Formas del movimiento de la corteza.** Las tres grandes formas del movimiento de la corteza son dictiogénesis, epirogénesis y orogénesis:

- **Dictiogénesis.** Movimiento que genera grandes abombamientos, arqueamientos, plegamientos y umbrales sin cambiar la estructura de las rocas.

- **Epirogénesis.** Movimiento causa de regresiones y transgresiones marinas, de formación de umbrales y depresiones (geoanticlinales, y geosinclinales) como espacios de erosión y sedimentación. Son movimientos lentos de ascenso y descenso de la corteza a nivel macro pero sin perturbación ni fracturamiento de estratos.

- **Orogénesis.** Movimientos tectónicos que forman montañas y en general los relieves de la corteza. Se originan en varios estadios y se acompañan de ciclos magmáticos. En la actualidad el mecanismo orogénico casi únicamente aceptado es el de la tectónica global o tectónica de placas, aunque existen y han existido otras teorías de las que algunas cuentan con defensores.

**14.4.2 Estadios de la orogénesis.** Los estadios de la orogenia son cinco a saber:

- **Geosinclinal.** Deposición de espesas capas de sedimentos en los geosinclinales lábiles y hundidos.

- **Altorógeno** (paroxismal). En lo profundo de los geosinclinales, y unidos al estrechamiento del espacio, tienen lugar movimientos en los que las capas se pliegan y fracturan.

- **Flysch** (calizas arenosas o amargas). Las montañas aparecen en la superficie como grupos aislados y el flysch, traído de la superficie, se deposita en el fondo marino.

- **Posorogénico.** Los orógenos formados en los dos primeros estadios son presionados a partir del subsuelo plástico y se levantan formando montañas.

- **Estadio de las molasas** (areniscas de cemento calcáreo). Comienzo de la erosión intensa, así el material erosionado es depositado en las depresiones situadas delante de las cordilleras.

Es importante conocer los cimientos de las montañas, es decir, los geosinclinales y su evolución. La palabra geosinclinal tiene un origen que se basa en dos constataciones, el extraordinario espesor de los sedimentos depositados en ciertos puntos del globo (13 Km. en los Apalaches y 20 Km. en las Montañas Rocosas), durante un período relativamente corto de tiempo (algunas decenas de millones de años), y después la desigualdad de espesor de los depósitos correspondientes a la misma duración en regiones vecinas, relación comprendida entre 1/2 y 1/100 (y que entre los Apalaches y la cuenca del Mississippi es 1/10).

Para explicar estos dos fenómenos se supone que el fondo de la depresión donde se efectúa el depósito penetra progresivamente en el magma bajo el peso de los sedimentos, formando una extensa cubeta o sinclinal de Sial dentro del Sima. Cálculos precisos han mostrado que el peso de los sedimentos era por sí sólo insuficiente para explicar éste hundimiento progresivo, llamado también subsidencia. Hundimiento que se ve favorecido por causas que provienen de la orogénesis, compresión lateral o succión del Sial mediante movimientos de convección del magma según se mostrará en los estadios y ciclos siguientes.

Los sedimentos del geosinclinal son de facies profunda o batial. Esta opinión ha sido combatida ulteriormente ya que el flysch, que se halla presente en todos los geosinclinales, es el resultado de una sucesión de lechos de esquistos finos y de sedimentos más groseros y mal calibrados (areniscas, conglomerados), que se repiten

rítmicamente en un espesor considerable. Cabría pensar pues, que el depósito se efectuó cerca de las orillas en un mar poco profundo (facies nerítica). Pero ni las causas de la ritmicidad (hundimiento por tirones, variaciones climáticas, corrientes de turbidez), ni la profundidad del depósito, son conocidas actualmente con certeza.

Tampoco conviene perder de vista que existe un magmatismo geosinclinal y una noción de metamorfismo que los acompaña, y menos conviene perder de vista que la noción de geosinclinal es inseparable de la de orogénesis. En un plano más general, donde existen cordilleras no geosinclinales, también se presentarán dichos fenómenos, como se ilustra con los ciclos magmáticos que acompañan los estadios de la orogenia.

**14.4.3 Ciclos magmáticos.** Los estadios de la orogénesis se acompañan de ciclos magmáticos que son cinco, a saber:

- **Inicial.** Magmas básicos son movilizados durante el período geosinclinal.
- **Sinorógeno.** Transformación de magmas graníticos en gneises durante el plegamiento.
- **Tardiorógeno.** Presencia de magmas ácidos que ascienden al final del plegamiento.
- **Subsecuente.** Magmas intermedios son movilizados al final del plegamiento.
- **Final.** Magmas básicos cerrando el ciclo magmático.

#### **14.5 CAUSAS DE LAS FUERZAS ENDOGENAS DE LA OROGENIA**

Las teorías relevantes en la orogenia son: contracción termal, corrientes de convección, deriva continental y tectónica de placas.

**14.5.1 Contracción termal.** La pérdida de energía de acreción de la Tierra (enfriamiento) ocasiona la disminución de su volumen y el encogimiento consecuente de la corteza. El enfriamiento no se da en el núcleo, tampoco en la corteza, ocurre fundamentalmente en la zona de desorden atómico del manto. En contra de la teoría se discute la no distribución de las cordilleras en arcos de círculos máximos y de manera más regular, según los criterios de uniformidad con los cuales se pierde el calor es un modelo de capas esféricas concéntricas.

**14.5.2 Corrientes de convección.** Las corrientes de convección someten al manto a un flujo plástico entre el núcleo caliente y la corteza fría; la velocidad del flujo es de 12 cm por año. Las corrientes emergen por las dorsales, se desplazan horizontalmente arrastrando las placas tectónicas para sumergirse por las zonas de subducción. En las zonas de subducción se arrastran materiales y se forma geosinclinales; aquellos ocasionan un freno local de las corrientes de convección y como consecuencia los materiales que se fusionan generan las montañas. Se discute en contra de la teoría el que el manto tenga zonas de discontinuidad.

**14.5.3 Deriva continental** (Wegener 1912). Supone la existencia de un sólo continente Pangea, que se subdivide en dos grandes continentes Laurasia al norte y Gondwana al sur; pero ellos se subdividen en otros. Los continentes por menos pesados (SIAL) flotan sobre el SIMA. África y América se separan para dar origen al Atlántico mientras el Pacífico, el más primitivo de los océanos, perdió espacio; también de Africa se desprendieron la India anterior y la Antártica, mientras que América se separó del bloque Euroasiático; la deriva empezó hace 150 millones de años (Mesozoico) fue intensa hace 50 millones de años (Cenozoico) y sólo en el pleistoceno tomó el planeta su actual fisonomía.

Por la rotación de la Tierra los continentes se desplazan del polo al Ecuador, donde la fuerza centrífuga es mayor; simultáneamente los continentes se van retardando por

inercia al occidente mientras la Tierra gira hacia el oriente. Por el efecto de "aplanadora" en los dos movimientos se pueden explicar montañas así: en el primer caso el Himalaya y los Alpes en el costado de avance y en el segundo los Andes y las Rocallosas, sobre el costado occidental.

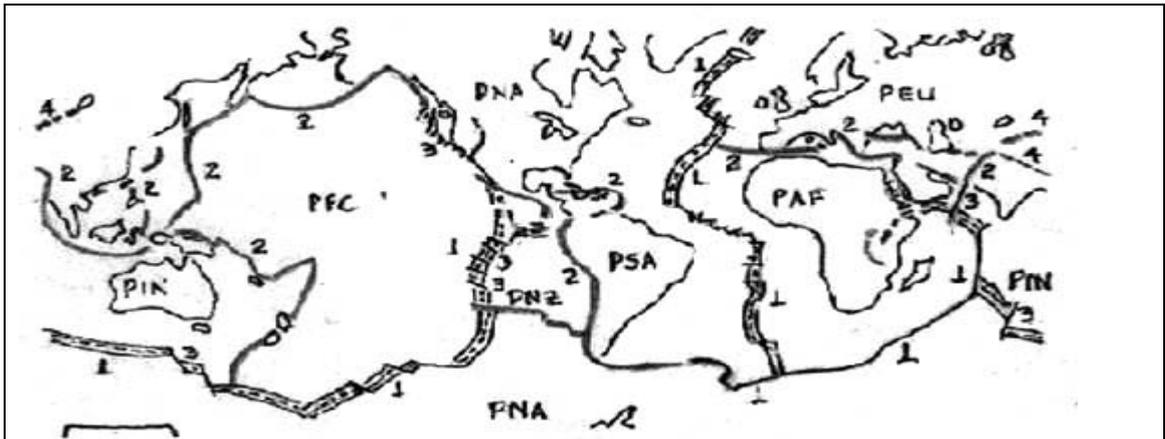


Figura 89. Placas principales y sus límites: 1. límites constructivos, 2. límites destructivos, 3. fallas transformantes, 4. límites inseguros, 5. dirección de movimiento de placas. Placa Pacífico PFC, Placa Norteamericana PNA, Placa Suramericana PSA, Placa de Nazca PNZ, Placa Antártica PAN, Placa Africana PAF, Placa Euroasiática PEU, Placa Indoaustraliana PIN.

En el metamorfismo regional y dinámico, por la presión, la roca fluye y así sus minerales tienden a alargarse y aplanarse formando bandas paralelas por lo que la roca toma una propiedad llamada foliación. En otros ambientes, la roca se transforma sin tratar de fluir ni bandearse con lo que la textura puede ser foliada o no foliada. La textura o clivaje foliado, puede ser pizarrosa, filítica, esquistosa o gnéisica; la textura no foliada puede ser densa o granular.

No explica esta teoría montañas interiores como los Apalaches y otras ya desgastadas que existieron sobre los escudos o cratones; todas ellas anteriores al supuesto Pangea.

**14.5.4 Tectónica de Placas.** De la última glaciación del paleozoico quedan sobre rocas de varios continentes, huellas que sumadas a sus rasgos comunes permiten ensamblar el anterior Pangea. Los pasados depósitos de tillita dejaron surcos sobre la roca de base que advierten la posición ensamblada de los continentes en la pasada edad del hielo. Esas direcciones concordantes se explican por la dirección de avance y retroceso de los hielos en ese período. Resulta interesante estudiar si los depósitos de arena de pasados ambientes eólicos muestran una dirección concordante a la de los vientos en el hipotético ensamblaje del Pangea.

En 1950 se descubre el paleomagnetismo y se advierte con él un desplazamiento continuo de los fondos oceánicos; en las rocas se ha fosilizado la alternancia en la dirección del dipolo magnético terrestre con período del orden de los 700 mil años. En el fondo oceánico las rocas no superan los 150 millones de años de antigüedad, mientras que en los continentes alcanzan los 3000 millones de años. Supuestamente el fondo oceánico está regenerándose de continuo: el borde constructivo de las placas lo constituyen las dorsales oceánicas, el borde destructivo las zonas de subducción (márgenes continentales activos y arcos de islas) y el borde pasivo de ellas son las fallas de transformación. La corteza de la Tierra se conforma por doce placas, subdivididas en otras menores.

Respecto al flujo convectivo la dirección del desplazamiento de las placas puede ser concordante; si el flujo contribuye el desplazamiento, o contraria si el desplazamiento de la placa tiene que vencer la fricción del flujo convectivo.

## **14.6 SUCESION Y CLASIFICACION DE LAS OROGENESIS**

El número de ciclos de actividad orogénica es cercano a cien. Períodos considerados en otros tiempos como de calma revelan unos plegamientos. La mayor parte de cordilleras circumpacíficas se remontan a la era secundaria

(paleozoica), relativamente tranquila en Europa occidental, mientras los montes Salair de Asia central se plegaron en el cámbrico. No obstante aunque algunos geólogos estimaron que tales paroxismos tectónicos eran universales y sincrónicos y que apenas se distinguían unas cuarenta fases de 300 mil años cada una, tal opinión fue firmemente combatida señalando discordancias terciarias en varios lugares.

#### **14.6.1 Edad de las principales fases de plegamiento en América**

Cuadro 19. Fases de plegamiento en América.

PERIODO	TIEMPO (millones de años)	FASE DE PLEGAMIENTO
Cuaternario	2	Fase pasadeniense (Coast Rangers, Sierra Nevada)
Plio- mioceno	15 a 25	Orogenia de Coast Rangers
Eoceno	65	Plegamientos laramienses (Montañas Rocosas)
Jurásico	135 a 180	Plegamientos nevadienses (Sierra Nevada, Andes)
Pérmico	225 a 280	Revolución apalachiana
Devónico	345 a 400	Plegamientos acadenses (Apalaches)
Ordovícico	440 a 500	Plegamientos tectónicos (Apalaches, América del Sur, Groenlandia)
Precámbrico	570 a 700	Plegamientos Keweenawanienses (Canadá)

PERIODO	TIEMPO (millones de años)	FASE DE PLEGAMIENTO
Algónquico	700 a 1000	Plegamientos uronienses (Canadá)
Arcaico	1000 a 2000	Plegamiento laurentienses (Canadá)

Fouet-Pomerol. Las montañas, Orbis, 1986.

**14.6.2 Velocidad del proceso.** Hay que admitir que una velocidad orogénica de 10 cm por siglo puede acelerarse y se puede citar como ejemplo la península Idu en Japón que se eleva 20 cm cada año. También depósitos de sedimentos rítmicos como flyschs y molasas suponen periodos de levantamientos bastante superiores a los 300 mil años.

Se deduce de lo anterior que la orogénesis es un proceso lento y continuo cuyo ritmo desigual puede dar lugar a paroxismos que no aparecen mundialmente ni de manera simultánea. Se puede por otra parte dissociar la orogénesis de la tectogénesis, pues es posible que los movimientos de cobertura aparezcan continuos, mientras que el levantamiento del zócalo procede por sacudidas.

**14.6.3 Neotectónica.** El cuaternario no es ciertamente una época singular: se da el nombre de neotectónica a la tectónica reciente que se traduce a veces por levantamientos de varios centenares de metros (islas de la Sonda, Calabria, Tunicia), medidas muy precisas de nivelación y minuciosos estudios de geomorfología permiten ponerla de manifiesto en áreas calificadas de tranquilas (Pays de Bray y Picardía). Para los ingenieros la neotectónica da información fundamental sobre procesos que tienen vigencia y que puede comprometer la estabilidad de importantes obras.

## **14.7 ESTILOS ESTRUCTURALES DE LOS TERRENOS DE COLOMBIA**

Los siguientes apartes se toman de la publicación geológica especial de Ingeominas N14-1 de 1986, titulada Mapa de terrenos geológicos de Colombia. En la Fig. 90 se anexa el mapa a escala reducida del mismo documento.

Los terrenos son como fragmentos diversos de placas yuxtapuestas que conforman un mosaico de piezas soldadas entre sí. Estos se dividen en grupos y a su vez los grupos en formaciones. Los terrenos están caracterizados por poseer litología, estratigrafía, estilo estructural e historia propia, y por tener como límites con los terrenos vecinos fallas. Aludiremos aquí sólo al estilo estructural, a la estratigrafía y a los límites de algunos terrenos.

### **14.7.1 Terreno Cajamarca**

- **Estilo estructural.** Pliegues imbricados con convergencia al W y expresión subvertical del plano de falla, y fallamiento con desplazamiento a lo largo del rumbo; rumbos dominantes NS a N50° E, y una dirección secundaria N40-60°W.

- **Estratigrafía.** Intercalaciones de sedimentitas pelíticas, samíticas y calcáreas con derrames básicos; volcanoclásticas básicas metamorfizadas en facies de esquisto verde a anfibolita (grupo Cajamarca).

- **Límites.** (Faja que nace en Pasto y muere al norte de Antioquia)

W: Sistema de Fallas de Romeral.

E; Sistemas de fallas del W del río Magdalena hasta Puerto Triunfo y luego NS Falla Otú.

NW: Falla de Murrucucú.

S: Convergencia del sistema de fallas de Romeral y el sistema de fallas del W del río Magdalena, a lo largo del río Guáitara.

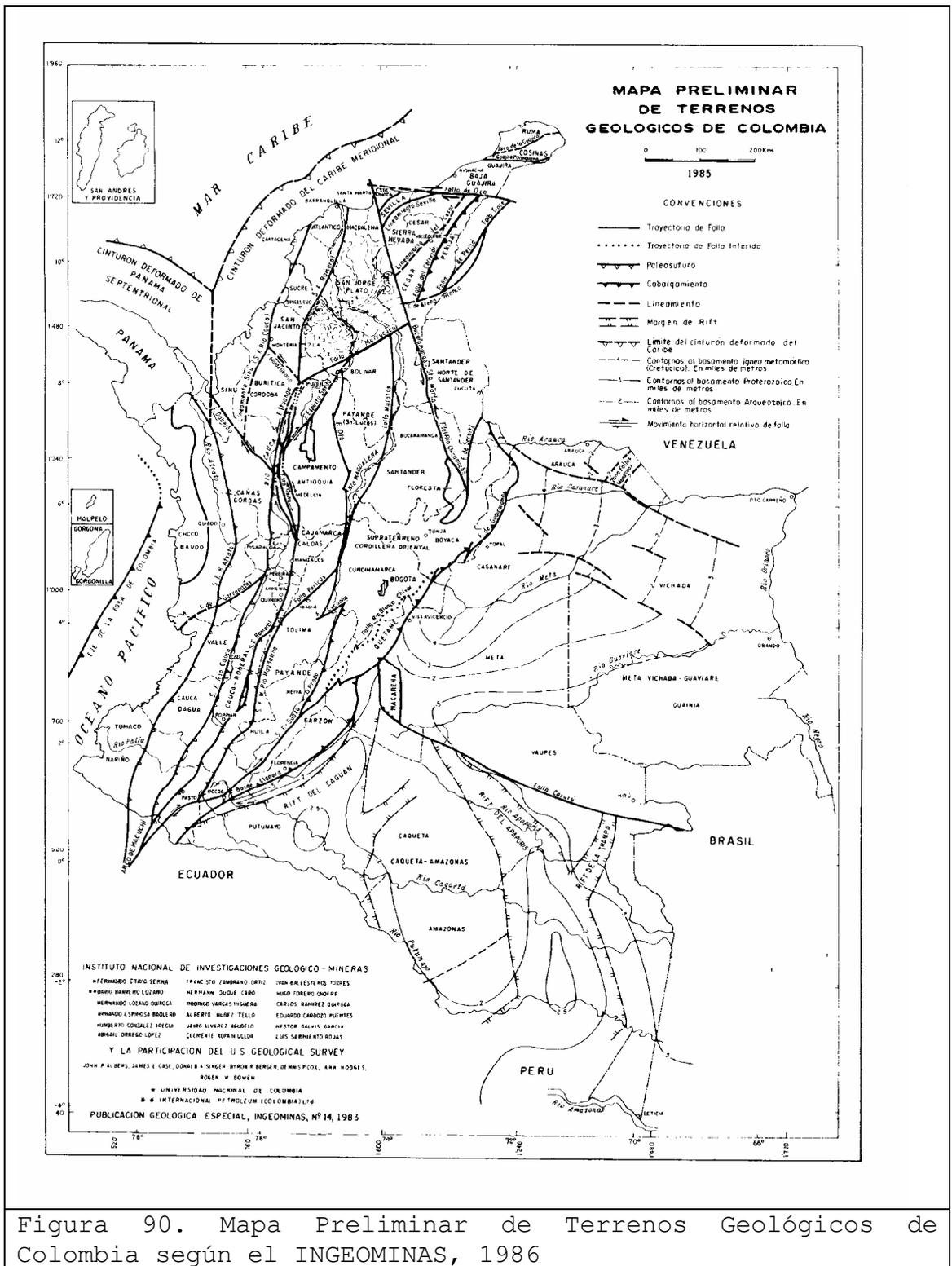


Figura 90. Mapa Preliminar de Terrenos Geológicos de Colombia según el INGEOMINAS, 1986

#### **14.7.2 Terreno Payandé (suprayacente devónico-jurásico inferior)**

- **Estilo estructural.** Fallamiento con expresión subvertical de los planos de falla que delimitan bloques levantados o hundidos; el fallamiento con rumbo general NW es Jurásico superior.

- **Estratigrafía.** Sedimentitas del Devónico y Carbonífero, en relaciones localmente discordantes con la formación Luisa, formación Payandé y formación Saldaña.

- **Límites.** (Faja que se extiende de Mocoa a Ibagué)

W: Desde Armero, Falla Pericos hasta intersección con el sistema de fallas de Romeral.

E: Sistema de Fallas Suaza-Prado hasta su intersección con la Falla Cucuana y desde allí, Falla Honda hacia el norte.

#### **14.7.3 Terreno Cauca-Romeral**

- **Estilo estructural.** Fallamiento imbricado con convergencia variable.

- **Estratigrafía.** Secuencia incierta, con fragmentos de corteza siálica y simática de edad desde el Paleozoico hasta el Cretácico. Incluye el complejo ofiolítico del Cauca, el grupo Arquía, las formaciones Buga, Cartago, Combia, Chimborazo, Ferreira, Galeón, Jamundí, Nariño, Popayán, Zarzal y Quebradagrande, entre otras.

- **Límites.** (Faja desde Nariño hasta Santafé de Antioquia por el Valle del Cauca)

W: Sistema de fallas del río Cauca.

E: Sistema de Fallas de Romeral.

N: Unión rumbo deslizante de las fallas del río Cauca y Romeral.

S: Enfrentamiento con el "Arco de Islas de Macuchi", del Ecuador.

#### 14.7.4 Terrenos Cañasgordas y Dagua

- **Estilo estructural.** Pliegues imbricados con convergencia al oeste. Desplazamientos verticales predominantes. El terreno Cañasgordas no presenta metamorfismo reconocible como sí el Dagua.

- **Estratigrafía.** En ambos terrenos hay una secuencia con intercalaciones de vulcanitas básicas. Las principales unidades estratigráficas son, en el primero el grupo Cañasgordas, el batolito de Mandé, el gabro de Altamira y el complejo ultramáfico de Bolívar; en el segundo el grupo Dagua, el grupo diabásico, y las formaciones Aguaclara, Marilopito y Peña Morada.

- **Límites de Cañasgordas.** (Cordillera Occidental desde Nariño hasta el Valle).

W: Falla del río Atrato.

E: Sistema de Fallas del río Cauca.

S: Falla de Garrapatas.

NE: Falla Dabeiba.

- **Límites de Dagua.** (W de Risaralda, E de Chocó y W de Antioquia).

W: Falla del Atrato y discordancia con el terreno suprayacente Atrato-San Juan-Tumaco.

E: Sistema de fallas del río Cauca.

N: Falla de Garrapatas.

S: En Ecuador, intersección con la prolongación transformante del Sistema de Fallas de Romeral.

#### 14.7.5 Terreno suprayacente Atrato-San Juan-Tumaco

- **Estilo estructural.** Pliegues imbricados con convergencia W que incluyen escamas de corteza oceánica.

- **Estratigrafía.** Secuencias faciales turbidíticas, isópicas heterócronas (?).

- **Límites.** (Costa Pacífica exceptuando la región de Baudó).
- W: Discordancia y fallamiento (paleosutura?) contra el Terreno Baudó.
- E: Falla del Atrato.
- N: Fallamiento contra el Arco de Sautatá.

#### **14.7.6 Supraterreno Cretácico**

- **Estilo estructural.** Pliegues de cobertura con convergencia variable.
- **Estratigrafía.** Sedimentitas e intrusivos básicos del cretácico inferior y medio.
- **Límites.** (Entre Neiva y Santander por el E del río Magdalena).
- E: Llanos Orientales.
- W: Sistema de Fallas de Romeral.

#### **14.7.7 Terreno suprayacente cenozoico (vulcanogénico terciario- cuaternario)**

- **Morfología.** Estratovolcanes. El vulcanismo está generado por la subducción de la Placa de Nazca bajo el margen W de la Placa Suramericana.
- **Estratigrafía.** Conos y calderas, flujos de lavas, tefras, lahares.
- **Límites.**  
E-W: Irregulares, a ambos lados del eje de la Cordillera Central. Valle superior del río Magdalena. Localmente en la parte central de la Cordillera Occidental en el Departamento del Valle del Cauca.