

## RELIEVE Y GEOMORFOLOGIA DEL ECUADOR

*Por Alain WINCKFLL*

(Geomorfólogo de la ORSTOM - Misión en Ecuador - Apartado 99B - Quito)

*Esta publicación ha sido elaborada en base de trabajos, en parte realizados en el Departamento de Geomorfología y Teledetección del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) del Ecuador, en el marco de un Acuerdo de Cooperación con el "Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre Mer" (ORSTOM) de Francia.*

*Este trabajo incorpora levantamientos diversos realizados en colaboración con J. Acosta, G. Almeida, A. Carvajal, N. Corvalán, G. Manrique, G. de Noni, M. Sourdat, S. Zavgorodnyaya.*

El rasgo mayor de la Geomorfología del Ecuador está constituido por la presencia, en su parte central, de la Cordillera de los Andes que atraviesa el país de norte a sur, con una dirección meridiana y origina la división fisiográfica del país:

- La región costanera al oeste, yuxtaposición de relieves colinados y grandes llanuras.
- La gran barrera montañosa de la Cordillera de los Andes, al centro.
- Los relieves bastante monótonos de la cuenca amazónica, al este.

Por otra parte, el Archipiélago de Galápagos constituye en sí mismo, una entidad original.

## LOS CARACTERES DE LA MORFOGENESIS

### ETAPAS DE LA MORFOGENESIS

Los diferentes conjuntos de relieve elaborados concomitantemente a la formación de los Andes y testigos de una evolución tectónica bastante compleja, presentan una gran diversidad morfo-estructural. Incluyen relieves tan diferenciados como la cordillera metamórfica y volcánica de los Andes, la pequeña cordillera costanera volcano-sedimentaria, modelados típicos de cuencas sedimentarias en las regiones costanera y amazónica, construcciones volcánicas explosivas y efusivas o fenómenos aluviales, lacustres, marinos, etc. \*

La arquitectura general del relieve está directamente relacionada con la edificación de la cordillera andina sobre la línea de encuentro entre dos placas con movimientos en sentidos opuestos. La una, al este, es la terminación occidental del gran zócalo continental cristalino guyano-brasileño que se desplaza hacia el oeste donde se encuentra con la placa oceánica de Nazca-Cocos, compuesta de rocas básicas y

caracterizada por un movimiento opuesto hacia el este. En la(s) línea(s) de contacto (o zona de subducción) ubicada(s) aproximadamente en el sitio de la Sierra y Costa actuales se edificaron en el Cretáceo, pre-cordilleras semi-emergidas, como consecuencia de una fuerte actividad volcánica aérea y submarina, con lavas básicas: basaltos, doleritas, diabasas, pyroxenitas localmente en pillow-lavas asociadas con depósitos sedimentarios de tipo flysch en las fosas contiguas. (areniscas, arcillas y localmente esquistos).

A la misma época, la cuenca amazónica es la sede de una sedimentación de tipo plataforma, detrítica y localmente carbonatada (conglomerados, areniscas, arcillas y calizas) proveniente del este.

En el Eoceno, comienza la surrección del complejo volcano-sedimentario que constituye el basamento de la cordillera costanera y de la parte occidental de la Cordillera de los Andes. Su ladera oriental, compuesta en su mayoría de rocas metamórficas presenta en su parte inferior un cabalgamiento hacia el este encima de los sedimentos cretácicos y localmente terciarios que originó la zona de las escamas en el sector subandino. Estas facies metamórficas resultan de un metamorfismo de sedimentos tipo flysch sea de origen antiguo, sea consecutivo a la compresión resultante del movimiento de traslación de la cordillera hacia el este.

Este empuje, combinado con una fracturación secundaria de la placa oceánica pudo originar el cambio de orientación de la cordillera costanera hacia el este, al sur de Jipijapa. Por otra parte, numerosos batolitos intrusivos terciarios, se han introducido a lo largo de las dos vertientes de la cordillera andina.

La edificación de estas dos cordilleras continúa durante todo el Terciario y se acompaña con la individualización de grandes cuencas sedimentarias rellenas por una sucesión de ciclos sedimentarios marinos, transgresivos y regresivos, de tipo molásico, compuestos por una alternancia de arcillas, limos, areniscas y conglomerados. Así se forma la cuenca amazónica al este de los Andes, la cuenca costanera dividida en tres subcuencas al oeste: la de Santa Elena al sur, la de Manabí-Guayas en el centro, y la de Esmeraldas al norte. La surrección de los Andes se traduce en estas sedimentaciones por una tectónica bien marcada. Las capas más antiguas (Eoceno-Oligoceno) están generalmente plegadas, deformadas, basculadas, falladas y discordantes. Estos movimientos bajan de intensidad durante todo el Terciario y las sedimentaciones pliocenas son generalmente horizontales a sub-horizontales. En la parte central de la Sierra se forman una serie de cuencas de hundimiento (Quito, Ambato, Cuenca, etc.) rellenas por sedimentos detríticos (conglomerados, areniscas y arcillas) en ambiente fluvio-lacustre.

El Cuaternario se caracteriza también por una evolución muy compleja, así se realizan en las cuencas sedimentarias:

- El hundimiento de la fosa del Guayas y su relleno por sedimentos detríticos fluvio-lacustres a fluvio-marinos: conglomerados, areniscas, arenas, arcillas de composición esencialmente volcánica.
- La depositación por transgresiones y regresiones sucesivas de sedimentos marinos escalonados (playas levantadas) en los alrededores de las costas meridionales.
- La construcción de una serie de grandes conos fluviales de deyección y esparcimiento en los piedemontes costanero y amazónico y la elaboración de grandes llanuras de divagación (sur del Guayas, zonas de Machala y Shushufindi) y valles aluviales con terrazas escalonadas.

En la cordillera de los Andes se producen principalmente a partir del Plioceno:

- Un volcanismo de tipo explosivo al norte y efusivo más al sur cuya emisión de materiales contribuyó a terminar el relleno de las cuencas intra-andinas del norte y a cubrir de piroclastos, lahares y coladas la parte norte de la Sierra, con mantos de lavas y piroclastos las alturas del centro-sur y con una capa potente de lapillis y cenizas, extensas zonas de la Sierra, del piedemonte costanero y parte del Oriente.
- Una erosión glacial y periglacial cuya extensión máxima se produjo en el período glacial sobre todos los altos relieves superiores a 3.000 y 3.500 metros, según las zonas.
- Una erosión fluvial posterior elaboró los grandes rasgos de la disección del paisaje, esencialmente en las cuencas intra-andinas y en las laderas interiores de éstas.

## CONDICIONES MORFOCLIMATICAS

Igualmente, la variabilidad de las condiciones morfoclimáticas es extrema. Debido a su posición geográfica al noroeste del continente suramericano, el Ecuador se sitúa al límite norte de las zonas influenciadas por la corriente fría de Humboldt. Así el sur de la Costa, cerca de la frontera con el Perú o la Península de Santa Elena, están sometidas a procesos morfoclimáticos de tipo desértico o subdesértico en tanto que la zona de Esmeraldas, en el norte de la Costa, y toda la región Amazónica presentan modelados y alteraciones con todas las características del dominio tropical húmedo. La parte central de la Costa presenta una serie de transiciones entre estos dos extremos.

Por otra parte, la influencia de la altitud en la Cordillera de los Andes se traduce por una magnífica serie de dominios que abarcan, desde procesos de clima tropical húmedo en la parte baja de las vertientes exteriores, templados más arriba y en el callejón central, hasta nivales; periglaciares y glaciares en las cimas más altas arriba de 4.000 y 4.500 metros.

## LOS CONJUNTOS REGIONALES

### LA REGION CENTRAL O SIERRA

La Cordillera de los Andes constituye una impresionante barrera montañosa de 100 a 120 kilómetros de ancho, con vertientes externas muy abruptas de alrededor de 3.500 a 4.000 metros de desnivel y con dos direcciones predominantes: NE-SO al norte de Quito y al sur de Alausí y NS en su parte central. Además, esta cordillera se caracteriza por una declinación general de las altitudes y una masividad decreciente de norte a sur.

En la parte norte, de la frontera con Colombia hasta Alausí, el paisaje general está compuesto por dos cordilleras meridianas, paralelas con altitudes medias de 4.000 a 4.500 metros separadas por la depresión intra-andina cuyas altitudes varían de 1.600 a 3.000 metros. La cordillera occidental está constituida por el complejo

volcánico cretácico en tanto que la cordillera oriental se desarrolla sobre facies metamórficas, levantadas por la orogénesis andina. Estas cordilleras están coronadas por dos filas paralelas de grandes volcanes que forman "La Avenida de los Volcanes" y culminan con el Cotopaxi, activo a 5.897 metros y el Chimborazo, apagado a 6.310 metros. De dinamismo explosivo, vulcano-estromboliano, estos estratovolcanes constituyen un verdadero museo de formas volcánicas: volcanes de cráter (Cotopaxi, Sangay, etc.) de caldera (Altar, Pululahua, etc.), de calderas sucesivas (Guagua Pichincha) o de caldera rellenada por agua (Quilotoa, Cuicocha), etc.

Han emitido enormes cantidades de piroclastos, coladas y lahares, andesíticos y dacíticos que han cubierto toda la parte norte de la Sierra. La cobertura muy extensa de lapillis y cenizas en la parte oriental de la región costera y en el piedemonte amazónico debe ser correlacionada con esta fase volcánica.

Debido a las fuertes altitudes, estas cordilleras están expuestas a acciones morfológicas nivales, periglaciares y glaciares, aún más, en el Cuaternario frío durante el cual los glaciares bajaron hasta altitudes de 3.200 y 3.800 metros, según los sectores. Han dejado huellas típicas como son los valles en U, los circos glaciares separados por agujas rocosas (horn) con vertientes tapizadas de escombros, pantanos de altitudes sobre depósitos infra-glaciares, bloques erráticos, morrenas, etc. La mayoría de los edificios volcánicos se erosionaron en esta época; quedando muchas veces en relieve, solamente las chimeneas en forma de neck (Iliniza, Corazón, etc.)

El límite actual de las acciones periglaciares se sitúan alrededor de 4.000 metros y los glaciares se localizan únicamente sobre los volcanes más altos, llamados nevados, arriba de 4.600 - 5.000 metros (Cotopaxi, Chimborazo, Altar, etc.) Localmente se forman campos de dunas y "yardang" de altitud cuando proyecciones arenosas están expuestas a vientos fuertes dominantes, al pie de algunos volcanes: oeste del Chimborazo, zona de Palmira.

La parte central de la Sierra, con un ancho casi siempre inferior a 40 kilómetros, está ocupada por una serie de cuencas deprimidas intra-andinas, con clima templado, alargadas de norte a sur, y situadas entre 1.600 y 3.000 metros (las hoyas de Quito, Latacunga, Ambato, etc.) Se trata de graben o fosas de origen tectónico rellenas con una alternancia de sedimentos fluvio-lacustres, localmente fluvio-glaciares cuaternarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) y de origen volcánico (coladas, lahares, proyecciones, cineritas, cenizas cementadas o cangahua). Las acciones combinadas de la tectónica, del volcanismo andino y de los episodios sucesivos de relleno y erosión de estas cuencas han provocado la elaboración de una serie de niveles escalonados de origen diverso, por ejemplo el horst de Quito, los niveles sobrepuestos de relleno alrededor de los ríos Guayllabamba o Pastaza, etc. El encajonamiento muy profundo de la red hidrográfica en estos depósitos como en las gargantas que atraviesan las cordilleras está totalmente desproporcionado con el escurrimiento actual.

Los contactos entre estas hoyas y las cordilleras cercanas están muy a menudo bien marcados, pero localmente pueden efectuarse mediante glacis-terrazas con pendiente suave como en el límite norte de la hoya de Quito o con llanuras y conos de esparcimiento de material volcánico: lahares, aluviones y lavas torrenciales del Cotopaxi al sur de la hoya de Quito y al norte de la hoya de Latacunga.

Estas cuencas están separadas las unas de las otras por elevaciones transversales o nudos, cuyas altitudes máximas varían de 3.000 a 3.400 metros. Están también

formadas por edificios volcánicos, a veces coalescentes, alineados sobre fracturas transversales de orientación ONO-ESE.

**De la región de Alausí, hasta la latitud de Zaruma-Saraguro,** los edificios volcánicos desaparecen y consecuentemente las cordilleras orientales y occidentales pierden su nitidez. Se presentan bajo la forma de planicies altas cada una de 40 a 50 kilómetros de ancho, con superficies onduladas bastante monótonas cuyas altitudes varían entre 3.600 y 4.700 metros, con un descenso característico de éstas de norte a sur.

Deben su origen a extensos derrames lavicos, de tipo fisural y efusivo, compuestos de una superposición de coladas riolíticas y dacíticas intercaladas con aglomerados y tobas ácidas sobre varios centenares de metros que dominan con acantilados importantes los relieves subyacentes. En superficie, estas mesetas llevan también numerosos pequeños conos volcánicos de desnivel inferior a 300 metros a menudo alineados, que seguramente han constituido unas bocas de emisión de esta potente cobertura volcánica, localmente cubierta por alteraciones arcillosas abigarradas. Se atribuyó a este episodio volcánico una edad plio-cuaternaria, anterior a los conos del norte.

La mayoría de estas planicies altas, superiores a 3.200 - 3.500 metros, llevan sobre superficies más extensas que al norte, magníficas huellas de erosión glaciaria (valles en U, morrenas, "ombilic" y "verroux") en las cuales se diseminan numerosas lagunas. Todas estas superficies, al igual que las zonas del norte, están fosilizadas por una capa continua, y de espesor métrica, de cenizas y lapillis bien meteorizados y emitidos por los volcanes más recientes de la parte norte de la Sierra.

Por otra parte, las depresiones intra-andinas presentan características muy diferentes a las del norte y se ordenan según dos filas paralelas orientadas NE-SO: Cuenca, Girón, Santa Isabel al oeste y Gualaceo, Nabón, Saraguro al este con altitudes entre 1.600 metros a Santa Isabel y 2.500 metros a Cuenca y Saraguro.

A excepción de la hoya de Cuenca, con topografía suave y ancho promedio de 20 kilómetros, la mayoría de estas cuencas se asemejan más a grandes valles estrechos encañonados, bien separados los unos de los otros, con vertientes bastante fuertes que a cuencas típicas. Además, si el origen de la mayoría es probablemente de origen tectónico, conviene diferenciar los graben de Cuenca y Nabón rellenos por sedimentos detríticos lacustres terciarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) cuyos estratos tectonizados originan numerosos relieves monoclinales, de las depresiones de Alausí, Girón, Santa Isabel, Saraguro, excavados en un complejo de rocas volcánicas antiguas de edad terciaria: riolitas, andesitas y aglomerados volcánicos. Por fin los ríos que las drenan, permiten comunicarse fácilmente con la zona litoral.

**De la región de Zaruma - Saraguro, hasta la frontera con el Perú,** el paisaje global se caracteriza por un descenso general de las altitudes máximas que alcanzan solamente 2.500 a 3.500 metros y una repartición confusa de los diferentes conjuntos fisiográficos sin orientación preferencial.

Esta zona se individualiza por la ausencia de actividad volcánica reciente y una fuerte disección en las rocas del substrato: volcánicas al oeste, metamórficas al sur y al este.

Los relieves más altos, en forma de estrechas cordilleras alargadas divergentes,

culminan entre 3.000 y 3.500 metros por ondulaciones moderadas que pueden representar testigos de una antigua superficie (de erosión?) inclinada hacia el suroeste: cordilleras de Celica, Gonzanamá, Zamora y Amaluza con huellas glaciares en estas dos últimas.

Los rasgos más característicos están constituidos por grandes valles con direcciones ortogonales (ríos Catamayo, Puyango, Zamora, etc.) tallados sobre líneas de fractura. Estos ríos drenan pequeños graben aislados, estrechos y alargados, rellenos por sedimentos detríticos terciarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) localmente remodelados por glaciares de esparcimiento, parcialmente ferruginizados: cuencas de Loja, Catamayo, Malacatos, Vilcabamba entre 1.400 y 2.200 metros. Los ríos Puyango y Catamayo se dirigen hacia la Costa mediante gargantas muy anchas en la vertiente occidental.

Otras particularidades geomorfológicas están constituidas por la presencia de numerosos batolitos graníticos y granodioríticos intrusivos, algunos en posición deprimida por erosión diferencial en comparación a las rocas volcánicas cercanas (Macará), y de un relieve de pequeñas barras apalachianas sobre una sedimentación alternada de flysch (lutitas, conglomerados, areniscas, grauvacas) en la zona de Zapotillo-Sabanilla al extremo suroeste.

## **LA REGION OCCIDENTAL O COSTA**

La zona costanera se extiende al oeste de la Cordillera de los Andes, cuya vertiente occidental se termina de manera abrupta cerca de los 600 metros. Su anchura mayor se localiza entre las latitudes de Guayaquil y Portoviejo donde alcanza 180 kilómetros, al norte se mantiene alrededor de 100 kilómetros y se reduce a una pequeña franja de 20 a 40 kilómetros en la zona de Machala al sur.

### **Los Relieves Costaneros**

Al oeste de la línea Guayaquil-Quinindé y al norte y noreste de esta ciudad se localizan todos los relieves altos y moderados de la Costa:

El armazón central está constituido por un macizo longitudinal o cordillera de la Costa, con relieves bastante fuertes y macizos formados sobre el complejo volcánico cretácico (basaltos, diabasas, andesitas, pyroxenitas). Este núcleo central está cubierto por las rocas discordantes del complejo volcano-sedimentario (conglomerados, areniscas, grauvaca, pillows-lavas y arcillas silicificadas) fuertemente tectonizadas y con buzamiento fuerte sobre las cuales se desarrollan relieves monoclinales como alrededor de Balzas y Guayaquil.

Al norte de Jipijapa, la cordillera está constituida por una serie de horst discontinuos (Montecristi, Jama, etc.) dispuestos según una orientación NNE-SSO, paralela a los Andes. Su anchura promedio no sobrepasa los 10 kilómetros, y sus altitudes máximas alcanzan 600 - 800 metros. Al sur de Jipijapa, la cordillera se presenta continua, más ancha (15 kilómetros) y toma la forma de un arco, cuyas altitudes descienden hasta Guayaquil al sur-este, donde se termina, cubierta por los depósitos recientes de la llanura.

De una y otra parte, la cordillera está bordeada por una serie de relieves sedimentarios sobre rocas terciarias compuestas de una alternancia de areniscas, conglomerados, arenas, limolitas y arcillas, resultado de ciclos transgresivos y regresivos discordantes. Las más antiguas (Eoceno a Mioceno) depositadas en cobertura de la cordillera han sido las más tectonizadas y se presentan en estratos monoclinales con buzamiento fuerte, localmente en estructura anticlinal y siempre falladas. Al contrario, las capas más recientes (Plioceno), más alejadas de la cordillera y dispuestas hacia el exterior de las cuencas presentan capas sub-horizontales a horizontales, discordantes sobre los sedimentos precedentes y generalmente poco falladas.

Además, la repartición de las formas de relieve proviene de la acción de la erosión diferencial que ha excavado las rocas blandas: arcillas y limolitas, dejando en relieve las facies más resistentes: areniscas y conglomerados.

En función de la disposición de los diferentes elementos del paisaje, se individualizan tres sub-regiones:

1. En la cuenca de Manabí al centro, limitada por la cordillera al sur y el río Esmeraldas al norte, el relieve se ordena en franjas paralelas con orientación NNE-SSO. La cordillera costanera, paralela a los Andes, esta rodeada por depresiones bajas, con altitudes inferiores a 150 - 200 metros, desarrolladas sobre arcillas y lutitas sea en posición periférica (Jipijapa), sea en el centro de un anticlinal erosionado (Chone-Portoviejo) ocupado en su centro por grandes valles aluviales.

Estas depresiones están limitadas por altos relieves monoclinales sobre conglomerados y areniscas localmente calcáreas, de edad miocena, que culminan entre 500 y 700 metros. Sobre estas facies, se desarrollan hermosas formas estructurales como las cuevas falladas de Pedro Pablo Gómez al sur de Jipijapa, al este de Chone y los horst monoclinales de San Isidro al noroeste de Chone. Más al exterior, cerca del océano al norte y al sur de Bahía de Caráquez, pero más representados al este, al contacto con la llanura del Guayas se extienden relieves tabulares. Esas mesas sobre areniscas y conglomerados pliocenos presentan siempre una inclinación ligera hacia el exterior de las cuencas que guía la repartición de las diferentes redes hidrográficas. Sus superficies altas, generalmente muy disectadas y situadas entre 300 y 450 metros dominan con abruptos y acantilados los relieves colinados bajos, entre 100 y 200 metros, excavados en las arcillas y limolitas mio-pliocenas. Ejemplos muy típicos de estos relieves se encuentran entre Portoviejo y Pichincha, entre Chone y El Carmen, al norte de Pedro Carbo, etc.

2. Al norte del río Esmeraldas, la cuenca de Esmeraldas-Santiago se caracteriza por relieves colinados a tabulares, bastante disectados, que bajan suavemente desde el pie de la cordillera entre 600 y 800 metros, hasta el océano. Se trata de una cuenca sinclinal con estratos sedimentarios concéntricos inclinados hacia el noreste -noroeste y compuestos de sedimentos idénticos a los de Manabí. Los relieves modelados sobre estos estratos se componen de sur a norte, de una sucesión de capas monoclinales sobre areniscas miocenas bastante disectadas con altitudes entre 500 y 600 metros, de depresiones arcillosas más bajas al norte y noreste, reemplazadas al oeste de Borbón por relieves tabulares bajos muy disectados entre 200 y 400 metros sobre areniscas y conglomerados, poco consolidados y en posición subhorizontal.

3. Al sur del tramo de la cordillera orientado NO-SE entre Jipijapa y Guayaquil, se localiza la Península de Santa Elena con una disposición tectónica original. Está compuesta de relieves colinados bajos a moderados (100 a 200 metros) desarrollados

sobre el relleno detrítico fino (arenas, limos, arcillas) de la cuenca sinclinal de Gómez Rendón en forma de un ángulo abierto hacia el sureste. La mayoría de los relieves son bajos, pero algunos estratos de areniscas han permitido la formación de pequeñas cuevas y barras monoclinales con buzamiento suave como entre Gómez Rendón y Playas.

Estos relieves bajos están rodeados por un conjunto de horst areniscosos y conglomeráticos, con estratos fuertemente parados y muy fallados que culminan cerca de 400 metros en los cerros de Chanduy.

El rasgo morfológico más interesante de la Península de Santa Elena como el de la Isla Puná al Sur, es la presencia en la cercanía de las costas, de una serie de niveles escalonados desarrollados sobre sedimentos marinos recientes depositados por una serie de transgresiones y regresiones marinas cuaternarias. Las más antiguas compuestas por areniscas conchíferas forman mesetas y relieves tabulares entre 40 y 80 metros en la región de Santa Elena, alejadas de las costas actuales, localmente falladas e inclinadas. Más al norte, al suroeste de Manta, depósitos similares han sido levantados hasta cerca de 400 metros. Los depósitos más recientes (verdaderas playas levantadas de arenas) constituyen llanuras y planicies ligeramente onduladas entre 0 y 30 metros, a proximidad de las costas, en la punta extrema al oeste de la Península y en las regiones de Chanduy y Playas. Estas planicies están localmente cubiertas por glaciares de esparcimiento, pedregosos, localmente ferruginizados, y testigos de antiguas condiciones sub-desérticas, alrededor de los cerros más importantes como el de Chanduy, o llevan dunas y yardang litorales.

### **Las Llanuras Costaneras**

Se localizan en el centro-este y en el sur de la región costanera, inmediatamente al pie de la cordillera.

1. Entre Quinindé-Santo Domingo al norte y Babahoyo al sur, se extiende una gran llanura de cerca de 80 kilómetros de ancho entre los Andes al este y los relieves costeros al oeste. Su topografía se caracteriza por una disección bastante avanzada y el modelado de superficie resulta de la yuxtaposición de numerosas fajas de superficies planas a ligeramente onduladas separadas por gargantas estrechas de alrededor de 50 metros de profundidad. Estas planicies se desarrollan sobre sedimentos detríticos (arenas, areniscas, conglomerados) con muchos elementos volcánicos provenientes de la Sierra y testigos de una fuerte actividad volcánica que constituyeron la primera fase de relleno de una gran cuenca de hundimiento. Los materiales aportados por los grandes ríos y sedimentados en ambiente fluvio-lacustre a fluvio-marino se caracterizan por una declinación de las altitudes desde la salida de la cordillera (600 metros en Santo Domingo) hasta los bordes exteriores de la cuenca: 200 metros en Quinindé al noroeste y 20 metros en Babahoyo al sur.

Diferentes generaciones de conos de deyección y esparcimiento depositados al pie de la cordillera, atestiguan una sucesión de fases de depositación las unas contemporáneas del relleno de la cuenca, las otras posteriores. Estos depósitos están fosilizados en su mayoría por proyecciones volcánicas eólicas de espesor variable (1 a 6 metros) y originadas por episodios volcánicos sucesivos en los volcanes del norte de la Sierra. Compuestas originalmente por lapillis y cenizas, estos depósitos totalmente meteorizados y los suelos limosos derivados, constituyen una de las zonas agrícolas más fértiles de la región costanera. Las planicies de Arenillas al sur y la de San

Lorenzo al norte, pertenecen al mismo episodio de relleno.

Al norte de Quinindé, esta llanura está limitada por una falla importante responsable del solevantamiento reciente de las estructuras sedimentarias de la cuenca de Esmeraldas-Santiago, atravesada por el río Esmeraldas en una garganta antecedente.

2. Al sur de Babahoyo, estas planicies disectadas están reemplazadas por una llanura aluvial actual, baja, totalmente plana, inferior a 20 metros. Está parcialmente inundada en estación lluviosa por grandes ríos méandricos que elaboran formas características: niveles escalonados, diques aluviales, meandros abandonados, hoyos de decantación y desborde, abanicos de explayamiento, etc. Se trata de una gran cuenca de subsidencia reciente, rellena por más de 2.000 metros de sedimentos en la zona de Daule y prolongada al sur por la zona de subsidencia actual del Golfo de Guayaquil (delta del río Guayas).

Al sur de Guayaquil, desde Naranjal hasta la frontera con el Perú, esta misma llanura se reduce a una faja de 30 kilómetros de ancho, bordeada por manglares al oeste y conos de deyección al pie de la cordillera.

### **Los grandes tipos de costas**

Las costas ecuatorianas son de tres tipos:

Costas acantiladas altas con pequeñas bahías intercaladas en las zonas de relieves sedimentarios terciarios de la parte central entre Río Verde y Muisne o de Pedernales a Manglaralto.

- Costas medianas y bajas con pequeños acantilados y grandes playas rectilíneas delanteras en los sectores de depositación de las diferentes transgresiones cuaternarias: entre La Tola y Río Verde, cerca de Manta, en toda la periferia de la Península de Santa Elena y en la parte noroeste de la Isla Puná.
- Costas bajas de tipo deltaico con una red anastomozada de brazos fluvi-marinos y de islas cubiertas por manglares como en la región de Valdez, en el Golfo de Guayaquil y a lo largo de la costa sur.

### **LA REGION ORIENTAL O AMAZONICA**

Esta extensa zona que representa casi la mitad del territorio nacional y constituye la terminación occidental de la gran llanura amazónica, se caracteriza por una repartición bastante simple de los conjuntos de relieve.

Inmediatamente al pie de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes se extiende paralelamente una faja de 50 kilómetros de ancho con latitudes comprendidas entre 500 y 2.500 metros, que se asemeja a una tercera cordillera llamada domo del Napo al norte, cordilleras del Cutucú y del Cóndor al sur con un hiato en la parte central.

Están constituidos por relieves moderados a bien marcados, generalmente muy disectados, desarrollados sobre rocas secundarias y terciarias de la zona subandina (areniscas localmente calcáreas, calizas, arenas, conglomerados y arcillas) fuertemente deformadas y plegadas por la orogénesis andina. Las formas de relieve se caracterizan por su gran variedad. Formas estructurales como el anticlinal con eje NS de la región del Sumaco, cuestas de areniscas cuarzosas de cobertura en toda la parte sur, chevroneos a lo largo de las flexuras que delimitan el plegamiento de las capas sedimentarias al este (regiones de Macuma y Taisha) se oponen a sectores fuertemente disectados con huellas estructurales estompeadas en las cordilleras del Cutucu y del Cóndor o en los valles encañonados en el domo del Napo.

Unos batolitos graníticos, profundamente arenizados y con relieves fuertes se encuentran al límite inferior del contacto cabalgante de la cordillera oriental en la zona de las escamas en tanto que una serie de volcanes culminando a 3.900 metros con el Sumaco yacen encima de los terrenos sedimentarios del norte sobre una posible línea de fractura regional NNO-SSE. Los volcanes más activos del país se localizan sea en el flanco oriental de los Andes (Sangay), sea en la zona subandina (Reventador) y atestiguan una migración de la actividad volcánica del oeste hacia el este.

Esta cordillera está sustituida en la zona del Puyo por un gran cono antiguo de deyección y esparcimiento fluvial (areniscas, grauvacas, arenas y conglomerados, generalmente muy meteorizadas del Cuaternario antiguo) en forma de abanico a la salida de la garganta del río Pastaza. Estos relieves tabulares, cuya superficie presenta un estado de disección bien avanzado, están inclinados de los 1.200 metros al oeste del Puyo hacia los 250 metros al este donde se terminan por una franja muy disectada con abruptos bastante suaves y cerros testigos aislados que dominan los relieves cercanos de 100 a 150 metros. Su hiato al este del Puyo se relaciona seguramente con la erosión consecutiva al plegamiento anticlinal de la región Arajuno-Canelos, hoy totalmente erosionado en posición deprimida y limitado por los acantilados en borde del cono.

Inmediatamente al sur, los ríos Palora y Upano han elaborado conos similares, aunque más recientes y menos disectados. Además el río Upano abandonó posteriormente su curso primitivo hacia el Pastaza para dirigirse al sur, hacia el Santiago, atravesando los relieves altos de sedimentos terciarios. Esta "captura" puede posiblemente correlacionarse con movimientos recientes en la estructura anticlinal de Arajuno.

Al este, debajo de los 250 - 300 metros y hasta la línea del Protocolo de Río de Janeiro, se extiende el paisaje bastante monótono conocido como llanura amazónica. Está constituida por una yuxtaposición infinita de pequeñas colinas suaves convexas a convexo-cóncavas y con desniveles relativos siempre comprendidos entre 20 y 50 metros. Se trata de un verdadero "mar de colinas en media-naranjas" desarrolladas sobre sedimentos arcillosos terciarios fuerte y profundamente meteorizados bajo clima tropical húmedo y cubiertas de alteraciones rojas y abigarradas ferrálicas.

La red fluvial amazónica se caracteriza por presentar dos generaciones de formas muy distintas. En una primera fase, al Cuaternario antiguo, se elaboraron grandes llanuras de divagación y esparcimiento de material arenoso de origen volcánico como el río Aguarico en la región de Shushufindi o el río Pastaza a Macuma.

Por otra parte, los valles bastante anchos se componen de un sistema de terrazas escalonadas, de numerosas zonas pantanosas, cauces abandonados y hoyos de

decantación y desborde. Los ríos, con un cauce actual muy meándrico, parecen a menudo inadaptados a las características de estos valles.

## **LA REGION INSULAR O ISLAS GALAPAGOS**

El Archipiélago de Galápagos ubicado a una distancia de 900 a 1.200 kilómetros del continente está constituido por catorce islas mayores, generalmente desérticas, a excepción de la parte superior de las más altas: Isabela, Fernandina, San Cristóbal, Santa Cruz, muy a menudo cubiertas de nubes y neblina.

Estas islas, de tamaño variable, están constituidas por grandes volcanes ubicados sobre fracturas en una plataforma submarina de la placa oceánica. Caracterizados por un dinamismo hawaino, estos volcanes culminan a 1.689 metros con el Cerro Azul (Isabela) pero su elevación total desde el fondo del mar sobrepasa 4.000 - 4.500 metros.

Según la edad (desde el Mio-plioceno hasta la época actual) y el grado de actividad, caracterizados por una migración del sureste hacia el oeste, se puede diferenciar tres grupos.

Al oeste, las Islas Isabela y Fernandina están constituidas por los volcanes más activos y más típicos. Presentan conos aplastados en forma de escudo, con un diámetro basal de 20 a 30 kilómetros, laderas inferiores muy suaves y partes superiores abruptas rodeando grandes calderas somitales de 4 a 9 kilómetros de diámetro y hasta 1.100 metros de profundidad. Las vertientes están cubiertas por numerosos flujos de lava basáltica y andesítica originados por fisuras laterales y filas de pequeños conos parásitos ubicados sobre fracturas radiales y compuestos de escorias, lapillis y cenizas. La Isla Fernandina se compone de un solo volcán, en tanto que la Isla Isabela resulta de la alineación de seis volcanes sobre dos direcciones ortogonales.

La mayoría de las otras islas (Florena, Marchena, Santa Cruz, San Cristóbal, etc.) también de origen similar, se caracterizan por una edad más antigua, la casi ausencia de actividad volcánica histórica y actual y una disección más avanzada. Las formas bien representadas se componen de edificios volcánicos antiguos, bien disectados con cráteres, calderas y coladas poco marcadas y de numerosos conos parásitos. Cabe anotar la existencia de un flujo de lava de 110 kilómetros cuadrados de superficie con menos de 100 años de edad en la Bahía Sullivan de la Isla Santiago y la presencia de una gran caldera, al nivel del mar, en el sur de la Isla Tower, constituida por un volcán cuya cima emerge apenas

Por otra parte, pequeños fragmentos de basalto submarino han sido levantados por tectónica y constituyen las islas más antiguas del Archipiélago: Española, Santa Fe, Baltra, Seymour con relieves generalmente poco marcados y formas volcánicas originales poco reconocibles.

## **MORFODINAMICA ACTUAL**

La morfodinámica actual se caracteriza por una gran diversidad de acciones genéticas. Los procesos actuales son bastante activos. Así por ejemplo en la cuenca baja del Guayas todos los fenómenos aluviales relacionados con las inundaciones en cada estación lluviosa; en ciertas alturas de los Andes los procesos de tipo eólico o en la

cercanía de los volcanes activos las marcas de la actividad volcánica actual: caída de cenizas, coladas de los volcanes Reventador y Sangay. Pero, entre los más importantes se debe recalcar los procesos erosivos de todo tipo (soliflucción, erosión difusa, concentrada, movimientos de gravedad, derrumbes, etc.) que afectan todas las vertientes fuertes expuestas a un uso agrícola intensivo especialmente en la Sierra o en las zonas de desmonte actual: laderas de la cordillera, sectores de colonización reciente.

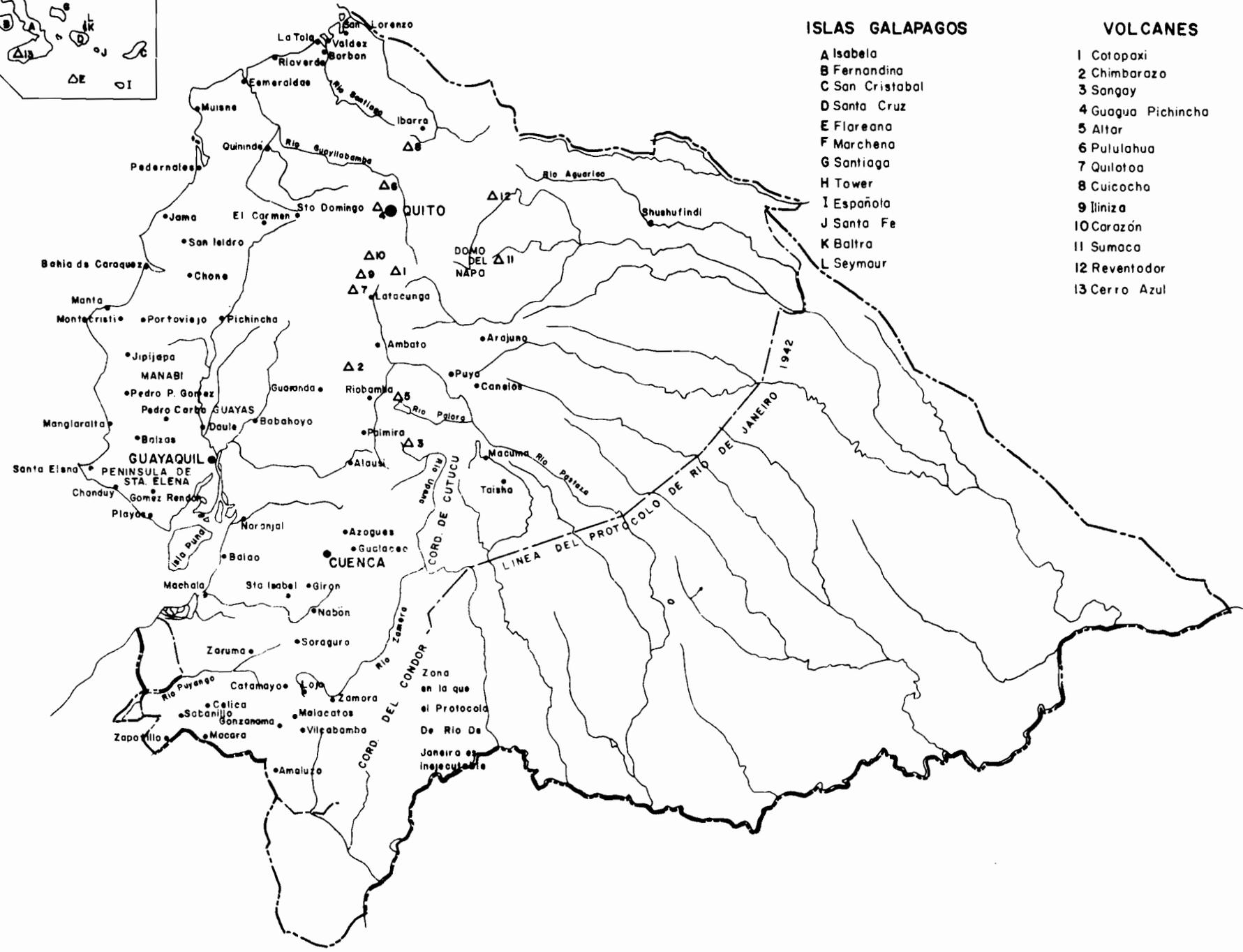
### BIBLIOGRAFIA SUMARIA

1. J. Acosta, A. Carvajal, A. Winckell: Inventario cartográfico de la Costa Ecuatoriana: hojas de Bahía de Caráquez, Santo Domingo, Quevedo; escala 1:200.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM-Quito, Publicación en curso.
2. J. Acosta, A. Winckell: Inventario cartográfico de la Costa Ecuatoriana: hojas de Babahoyo, Guayaquil, escala 1:200.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM. Quito. Publicación en curso.
3. G. Almeida, N. Corvalán, A. Winckell, S. Zavgorodnyaya: Inventario cartográfico de la Costa Ecuatoriana: hojas de Salinas, Jipijapa, Portoviejo, escala 1:200.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM - Quito, 1978 - 1980.
4. Cartografía geológica de la Dirección General de Geología y Minas - Quito (Mapas a escala 1:50.000, 1:100.000 y 1:1'000.000)
5. Cartografía topográfica del Instituto Geográfico Militar - Quito (Mapas a escala 1:25.000, 1:50.000, 1:100.000, 1:500.000 y 1:1'000.000)
6. A. Carvajal, G. Manrique, A. Winckell: Inventario cartográfico de la Costa Ecuatoriana: hoja de Valdez, escala 1:200.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM - Quito. Publicación en preparación.
7. E. Custode, M. Sourdat: Cartografía pedo-geomorfológica de la Región Amazónica Ecuatoriana: provincias de Napo, Morona Santiago, Zamora Chinchipe, escala 1:500.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM - Quito. 1977 - 1982.
8. B. Faucher et E. Savoyat: Esquisse Geologique des Andes de L'Equateur Revue de Geographie Physique et de Geologie Dynamique, 2 eme Serie, Volume XV, Fasc. 1 et 2, pp. 115 - 142, Paris, 1973.
9. O. Guevara, G. de Noni: Reconocimiento cartográfico de la Región Amazónica Ecuatoriana: provincia de Pastaza, escala 1:500.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM - Quito, 1980.

ISLAS GALAPAGOS



MAPA DE LOCALIZACION DE NOMBRES UTILIZADOS EN EL TEXTO



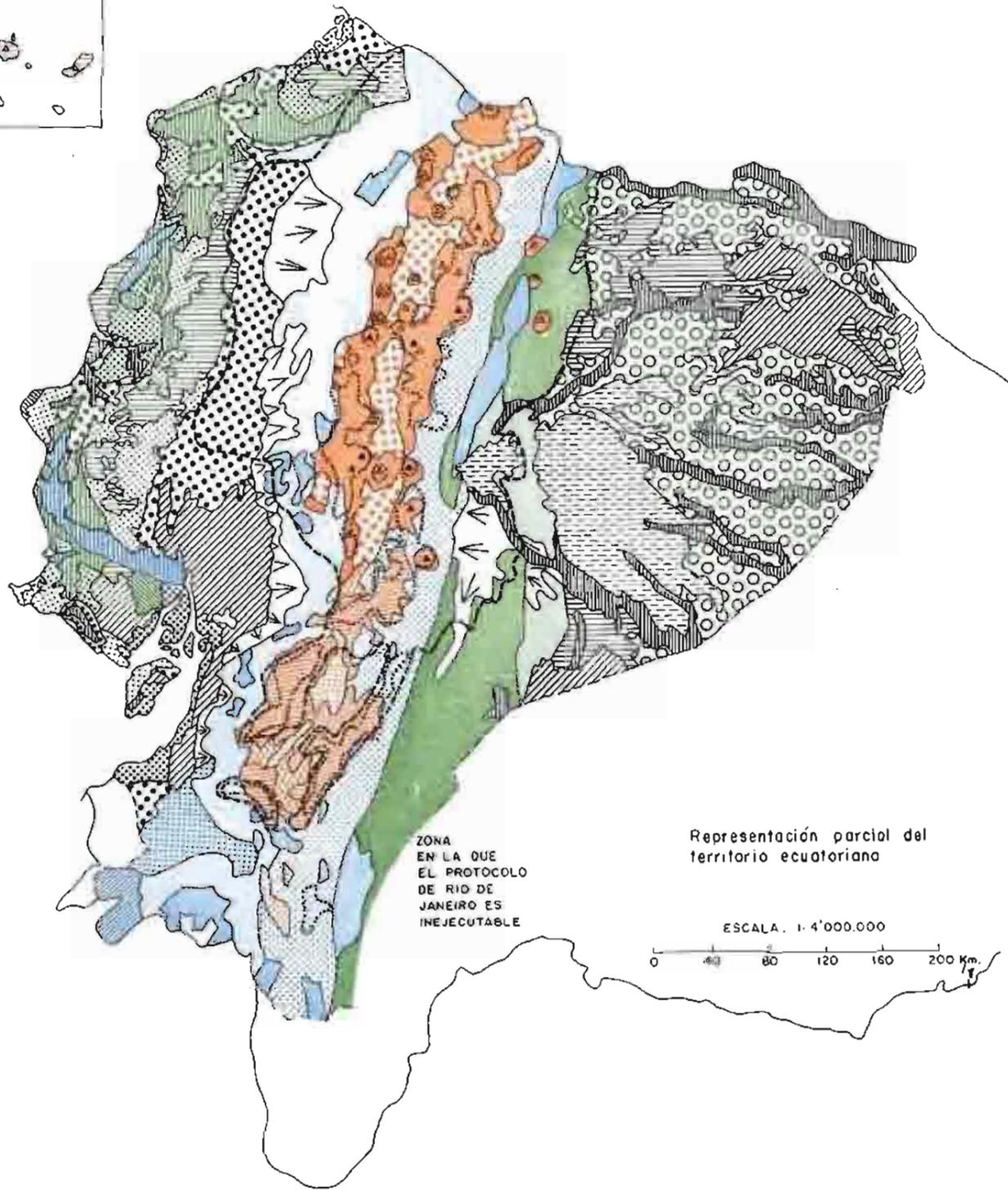
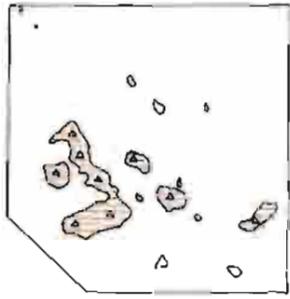
ISLAS GALAPAGOS

- A Isabela
- B Fernandina
- C San Cristobal
- D Santa Cruz
- E Floreana
- F Marchena
- G Santiago
- H Tower
- I Española
- J Santa Fe
- K Baltra
- L Seymour

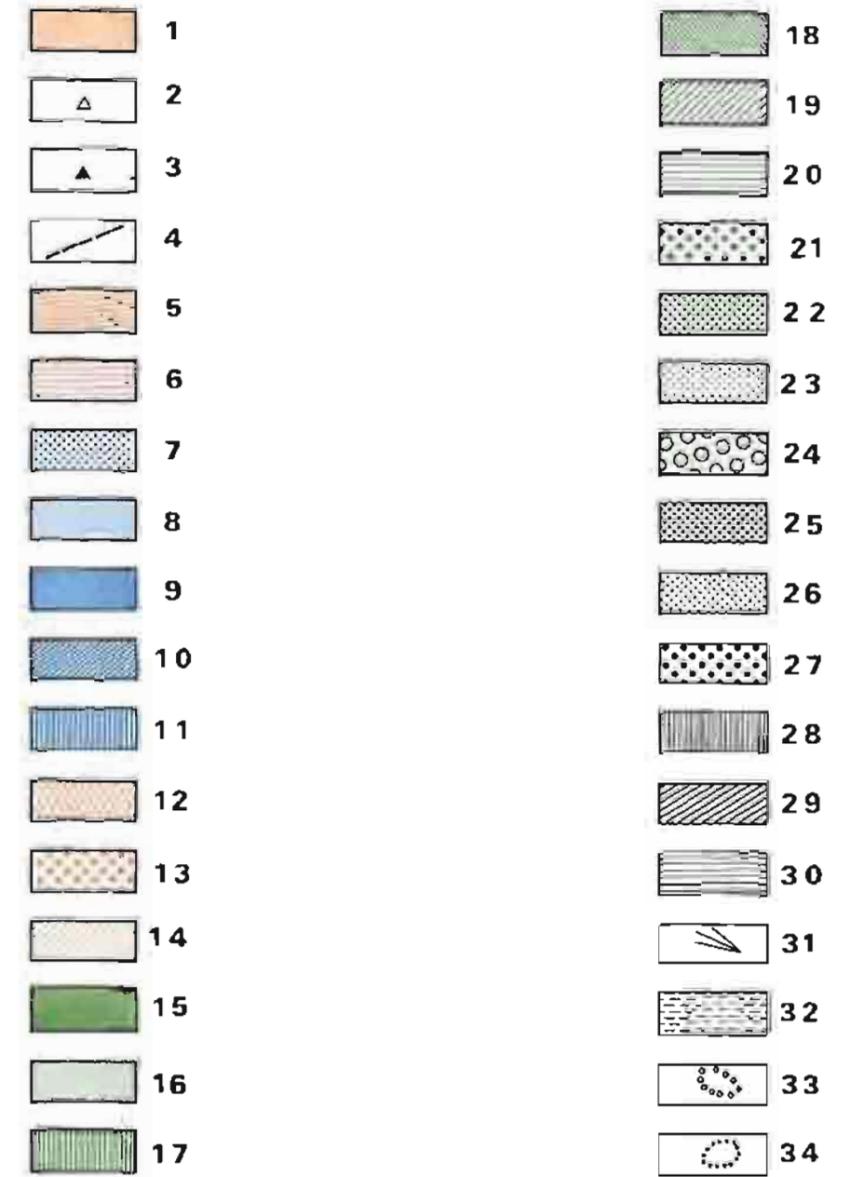
VOLCANES

- 1 Cotopaxi
- 2 Chimbarazo
- 3 Sangay
- 4 Guagua Pichincha
- 5 Altar
- 6 Pululahua
- 7 Quilotoa
- 8 Cuicocha
- 9 Iliniza
- 10 Carazón
- 11 Sumaco
- 12 Reventador
- 13 Cerro Azul

CROQUIS  
GEOMORFOLOGICO



LEYENDA



TEXTO DE LA LEYENDA EN LA PAGINA SIGUIENTE

# LEYENDA

## ACCIONES VOLCANICAS RECIENTES

1. Volcanismo explosivo (andesitas y dacitas): conos, coladas, lahares, piroclastos, cangahua.
2. Principales edificios volcánicos.
3. Volcanes cubiertos por glaciares actuales.
4. Límite de la cobertura de cenizas volcánicas eólicas.
5. Volcanismo efusivo (riolitas, dacitas, tobas): mesetas altas subhorizontales.
6. Volcanismo efusivo (andesitas y basaltos): conos de lava.

## RELIEVES DE CORDILLERAS

7. Gran vertiente externa, oriental y metamórfica.
8. Gran vertiente externa occidental sobre complejo volcánico-sedimentario secundario (lavas verdes, aglomerados volcánicos, areniscas, arcillas silicificadas)
9. Principales batolitos intrusivos: granitos y granodioritas.
10. Relieves bajos con barras apalachianas sobre flysch.
11. Cordillera costanera: complejo volcano-sedimentario.

## CUENCAS INTRA-ANDINAS

12. Depresiones y valles en rocas volcánicas terciarias (andesitas, riolitas, tobas ácidas).
13. Graben rellenados con sedimentos volcano-detríticos cuaternarios.
14. Graben rellenados con sedimentos detríticos terciarios.

## RELIEVES SEDIMENTARIOS SOBRE ARENISCAS GENERALMENTE TERCIARIAS

15. Relieves altos, sobre estructuras anticlinales tectonizadas del Secundario: areniscas localmente calcáreas.
16. Relieves bajos, sobre estructuras anticlinales terciarias falladas: areniscas y arcillas.
17. Relieves altos monoclinales y horst, bien fallados sobre areniscas y conglomerados terciarios.
18. Relieves bajos y moderados sobre areniscas y conglomerados.
19. Cuencas sinclinales rellenadas con sedimentos detríticos: areniscas, arenas, limos, arcillas.
20. Mesas de arenisca, en avanzado proceso de disección.

## RELIEVES SEDIMENTARIOS SOBRE ARCILLAS TERCIARIAS

21. Relieves altos sobre estructuras anticlinales y monoclinales.
22. Relieves medianos sobre estructuras anticlinales y monoclinales.
23. Relieves bajos sobre sedimentación horizontal de arcillas y limos.
24. Modelado en "media - naranja" sobre arcillas.

## MODELADOS DE ORIGEN MARINO Y FLUVIO-MARINO

25. Acumulaciones actuales: limos y arcillas de manglares y salitrales, cordones litorales arenosos.
26. Antiguas playas levantadas y escalonadas: arenas y areniscas conchíferas.
27. Llanuras y ondulaciones sobre sedimentos detríticos cuaternarios.

## MODELADOS DE ORIGEN FLUVIAL

28. Valles con terrazas sobre aluviones recientes: arenas, limos, arcillas.
29. Llanura aluvial sobre aluviones recientes: limos, arcillas.
30. Llanura antigua de divagación sobre aluviones arenosos.
31. Conos recientes de deyección y esparcimiento, detríticos.
32. Conos antiguos de esparcimiento, disectados.

## MODELADOS DE ORIGEN DIVERSO

33. Glacis pedregoso de esparcimiento, localmente ferruginizado.
34. Límite de la extensión máxima de los glaciares cuaternarios.

10. Minard L. Hall: El Volcanismo en el Ecuador - Publicación del I.P.G.H. - Sección Nacional del Ecuador - 120 p. - Quito, 1977.
11. R. Hoffstetter: Lexique Stratigraphique International - Volume V; Amerique Latine- Fascicule 5 a 2. Ecuador - Centre National de la Recherche Scientifique - 415 p.- 2 eme edition - Paris, 1977.
12. G. Manrique, A. Winckell: Inventario cartográfico de la Costa Ecuatoriana: hojas de Muisne y Esmeraldas, escala 1:200.000 - PRONAREG - MAG - ORSTOM - Quito. Publicación en curso.
13. W. Sauer: Geología del Ecuador - Editorial del Ministerio de Educación - 384 p. Primera edición castellana - Quito, 1965.
14. T. Wolf: Geografía y Geología del Ecuador. Editorial Casa de la Cultura Ecuatoriana - 798 p. - Quito, 1976.

CENTRO ECUATORIANO DE INVESTIGACION GEOGRAFICA

# GEOMORFOLOGIA

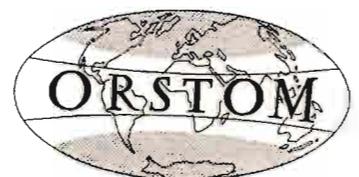


INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFIA E HISTORIA  
SECCION NACIONAL DEL ECUADOR



DOCUMENTOS DE  
INVESTIGACION

Nº 1 - 1982



Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer  
FRANCIA