

## **MEMORIA TÉCNICA**

## **GEOMORFOLOGÍA**

## **CANTÓN QUIJOS**

### **PROYECTO:**

**“LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA  
1:25.000, LOTES 1 y 2”**

**Abril de 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque  
Sandra González  
Xavier Andrade  
Óscar Garzón

### Consortio TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Joaquín del Val  
Idurre Barinagarrementería

#### Memoria:

Javier Reina  
Juan Agustín Núñez  
Fernando Guerrero  
Marta San Segundo  
Anna Bordetas  
Baldomer Corderroure  
Jorge Navarro  
Oriol Pedraza  
Lorena Piedra

#### Fotointérpretes:

Sergio Andrade  
Lucía Avilés  
Anna Bordetas  
Leonardo Calle  
Baldomer Corderroure  
Yetzabel Flores  
Jorge Navarro  
Juan Agustín Núñez  
Katia Olivos  
Oriol Pedraza  
Isaac Pérez  
Lorena Piedra  
Anna Pibernat  
Javier Reina  
Angélica Robles  
Mariana de J. Yaguana

**FISCALIZACIÓN** realizada por la Asociación ACOTECNIC - INGEOMATICA

## ÍNDICE

---

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1.	El proyecto de Cartografía Temática de Ecuador .....	2
1.2.	Objetivos.....	3
1.2.1.	Objetivos generales del Proyecto .....	3
1.2.2.	Objetivos del estudio geomorfológico .....	3
1.3.	Antecedentes de este estudio.....	4
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>5</b>
2.1.	Características del producto esperado .....	5
2.2.	Etapas metodológicas.....	5
2.2.1.	Recopilación de información .....	6
2.2.1.1.	Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes.....	6
2.2.1.2.	Insumos complementarios.....	6
2.2.2.	Fotointerpretación .....	7
2.2.2.1.	<i>Software</i> empleado .....	8
2.2.3.	Fase de campo .....	9
2.2.3.1.	Criterios para la validación en campo .....	9
2.2.3.2.	Validación y adquisición de datos de campo.....	9
2.2.4.	Integración de datos y adecuación cartográfica final.....	9
2.2.5.	Mapa y leyenda .....	10
2.2.5.1.	Explicación de la leyenda .....	10
2.2.5.2.	Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes.....	12
2.3.	Control de calidad.....	13
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón .....	14
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>16</b>
3.1.	Levantamiento de información.....	16
3.2.	Regiones y dominios fisiográficos.....	16
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico .....	18
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....	18
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real .....	19
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Medio Aluvial Amazónico .....	19
3.3.	Contextos morfológicos .....	20
3.3.1.	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas .....	20
3.3.2.	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables.....	21

3.3.3. Paisajes glaciares .....	21
3.3.4. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) .....	21
3.3.5. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	22
3.3.6. Medio Aluvial Amazónico .....	22
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	23
3.5. Descripción de geoformas .....	28
3.5.1. Fluvial .....	28
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	28
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) ( F2) .....	28
3.5.1.3. Valle en V (E1) .....	28
3.5.1.4. Barranco (E2) .....	29
3.5.1.5. Encañonamiento (E4) .....	29
3.5.1.6. Terraza media (Tm) .....	29
3.5.1.7. Terraza alta (Ta).....	30
3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	30
3.5.1.9. Terrazas indiferenciadas (Ti).....	30
3.5.1.10. Superficie de cono de deyección (Cd1).....	30
3.5.1.11. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3) .....	31
3.5.2. Laderas .....	31
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1) .....	31
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2) .....	32
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3) .....	32
3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4).....	32
3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1) .....	32
3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2).....	33
3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	34
3.5.2.8. Vertiente rocosa (Lh3) .....	34
3.5.2.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	35
3.5.2.10. Coluvión antiguo (Col2).....	35
3.5.2.11. Glacis de esparcimiento (Pd1) .....	35
3.5.2.12. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2).....	36
3.5.3. Glaciar y periglaciar .....	37
3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1).....	37
3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2).....	37
3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3).....	37
3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	37
3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5).....	38
3.5.3.6. Horn (Gf6).....	38
3.5.3.7. Rocas aborregadas (Gf7).....	38

3.5.3.8.	Laguna glaciar (Gf8).....	38
3.5.3.9.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6) .....	38
3.5.3.10.	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2) .....	38
3.5.4.	Volcánico.....	39
3.5.4.1.	Vestigios de edificios volcánicos (Va3) .....	39
3.5.4.2.	Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3).....	39
3.5.4.3.	Cráter (Vc1).....	40
3.5.4.4.	Flujo de piroclastos (Vc9) .....	40
3.5.4.5.	Colada de lava antigua (Vc10) .....	40
3.5.4.6.	Colada de lava muy reciente (vc11) .....	41
3.5.4.7.	Abrupto de colada de lava (Vc12) .....	41
3.5.4.8.	Lahar (VcL).....	42
3.5.4.9.	Domo volcánico (Dom) .....	42
3.5.4.10.	Superficie volcánica ondulada (Vc16).....	42
3.5.4.11.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10) .....	43
3.5.4.12.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....	43
3.5.4.13.	Relieve volcánico montañoso (Rv12).....	43
3.5.5.	Tectónico-erosivo .....	44
3.5.5.1.	Relieve colinado alto (Rt5).....	44
3.5.5.2.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	44
3.5.5.3.	Relieve montañoso (Rt7).....	45
3.5.6.	Poligénicas.....	46
3.5.6.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	46
3.5.6.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	46
3.5.6.3.	Superficie inclinada (Si2) .....	46
3.5.6.4.	Superficie inclinada disectada (Si3) .....	47
3.5.6.5.	Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....	48
3.5.6.6.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) .....	48
3.5.6.7.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	48
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
5.1.	Referencias generales .....	52
5.2.	Bibliografía citada.....	53

#### **ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO**

#### **ANEXO II. CÓDIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN**

#### **ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS**

#### **ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS**

## LISTA DE CUADROS

---

<b>Cuadro 2.1.</b> Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.....	10
<b>Cuadro 2.2.</b> Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Quijos .....	15
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón Quijos .....	17
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Quijos.....	20
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón.....	23
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.....	26

## LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1.1.</b> Distribución geográfica de la Zona de Estudio dentro del área continental.....	2
<b>Figura 2.1.</b> Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.....	5
<b>Figura 2.2.</b> Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos .....	13
<b>Figura 2.3.</b> Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Quijos .....	14
<b>Figura 3.1.</b> Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Quijos .....	16
<b>Figura 3.2.</b> Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Quijos .....	17

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Fotos 1 y 2.</b> Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Baeza .....	28
<b>Foto 3.</b> Barranco. Sector San Víctor .....	29
<b>Fotos 4 y 5.</b> Terraza media. Sector Las Palmas y Sector Cosanga.....	30
<b>Foto 6.</b> Superficie de cono de esparcimiento. Sector Las Palmas .....	31
<b>Foto 7.</b> Vertiente abrupta. Sector Baeza .....	33
<b>Foto 8.</b> Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector San Francisco de Borja.....	33
<b>Foto 9.</b> Vertiente heterogénea. Sector Cuyuja .....	34
<b>Foto 10.</b> Coluvión antiguo. Sector Baeza .....	35
<b>Foto 11.</b> Glacis de esparcimiento. Sector Cosanga .....	36
<b>Fotos 12 y 13.</b> Glacis de esparcimiento disectado. Sector Las Palmas y Sector Cosanga .....	36
<b>Foto 14.</b> Fondo de valle glaciar. Sector Papallacta. ....	37
<b>Fotos 15 y 16.</b> Vestigios de edificios volcánicos. Sector Las Caucheras .....	39
<b>Foto 17.</b> Colada de lava antigua. Sector Cosanga .....	40
<b>Foto 18.</b> Detalle de macizo rocoso. Flujos de lava (Potrerillos). Sector Papallacta .....	41
<b>Fotos 19 y 20.</b> Abrupto de colada de lava. Sector Las Palmas.....	41
<b>Foto 21.</b> Domo volcánico. Sector Las Palmas.....	42
<b>Foto 22.</b> Relieve volcánico colinado alto. Sector Cosanga.....	43
<b>Foto 23.</b> Relieve volcánico montañoso. Sector Cosanga.....	44
<b>Foto 24.</b> Relieve colinado muy alto. Sector Cosanga. ....	45
<b>Foto 25.</b> Relieve montañoso. Sector Cosanga.....	45
<b>Foto 26.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector San Francisco de Borja .....	46
<b>Foto 27.</b> Superficie inclinada. Sector Cosanga .....	47

## I. INTRODUCCIÓN

El 1 de febrero de 2011, la República del Ecuador y el Banco Interamericano de Desarrollo suscribieron el Contrato de Préstamo 2461/OC-EC, cuyo objetivo es la implantación en todo el país de un sistema eficiente de gestión de catastro y registro de la propiedad de la tierra rural, con el objetivo de brindar seguridad jurídica a los derechos de propiedad, apoyar la aplicación de políticas tributarias de los cantones, y proveer información para la planificación de ordenamiento territorial del área rural.

El Proyecto es ejecutado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, MAGAP, a través de la Unidad Ejecutora MAGAP-PRAT, dentro del Programa denominado como SIGTIERRAS.

Actualmente, el Proyecto gestiona, entre otros, los siguientes componentes:

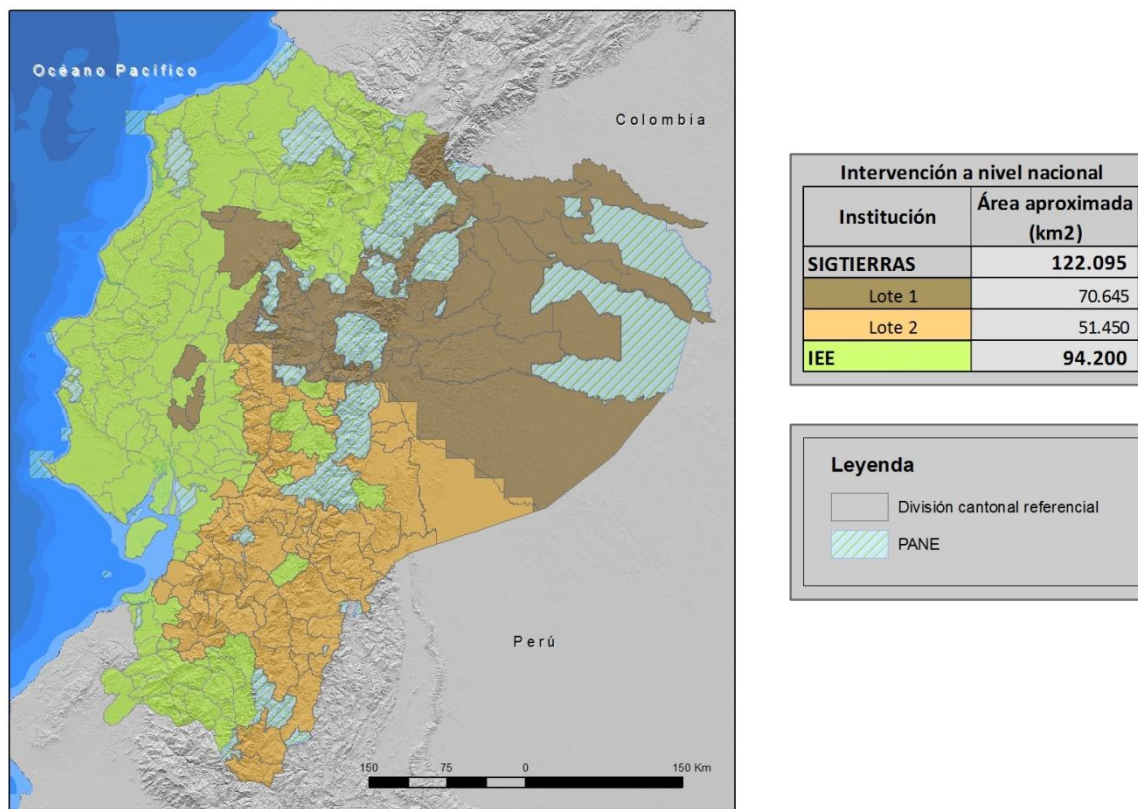
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación para la valoración predial.
- Puesta en marcha del nuevo sistema SINAT.

Dentro del componente de cartografía temática, en una labor conjunta con el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), MAGAP-SIGTIERRAS genera cartografía temática a escala 1:25.000 de las siguientes temáticas:

1. Cobertura y uso de la tierra
2. Sistemas productivos
3. Geomorfología
4. Suelos
5. Capacidad de uso de la tierra
6. Dificultad de labranza
7. Zonas homogéneas de cultivos
8. Peligros volcánicos
9. Accesibilidad a la red vial
10. Accesibilidad a infraestructura de acopio y facilidades agrícolas
11. Accesibilidad a centros económicos importantes
12. Zonas homogéneas de accesibilidad

Este levantamiento se ejecuta por parte de MAGAP-SIGTIERRAS dentro del territorio continental no intervenido ya anteriormente (áreas a cargo del IEE) y excluyendo las áreas protegidas definidas en el Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), organizado en dos lotes de acuerdo a la siguiente figura (Figura 1.1).

**Figura 1.1.** Distribución geográfica de la Zona de Estudio dentro del área continental.



Fuente: CTN

### 1.1. El proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de 122.095 km<sup>2</sup>, cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de Labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado la actualización de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la Red Vial, a Infraestructuras de Acopio y Facilidades Agrícolas, a Centros Económicos Importantes y Zonas Homogéneas de Accesibilidad.

El Proyecto, financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo, consta de dos LOTES, según consta en la Figura 1.1:

- i. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km<sup>2</sup>; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km<sup>2</sup> y en el que se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

Los dos lotes fueron adjudicados al Consorcio TRACASA-NIPSA (CTN) mediante los Contratos de Servicios de Consultoría Nos. UE MAGAP-PRAT-105-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000, Lote 1 y UE MAGAP-PRAT-106-2013 para el Levantamiento de Cartografía Temática a escala 1:25.000, Lote 2, ambos de fecha 9 de diciembre de 2013.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales del Proyecto

El Proyecto de Levantamiento de Cartografía Temática (LCT) tiene como objetivos generales, entre otros, los siguientes:

- Identificar la calidad del suelo de todo el país.
- Identificar sus mejores usos: cultivos más productivos y tecnologías más adecuadas para el territorio.
- Apoyar al mejor uso y aprovechamiento de los recursos vegetales del territorio y contribuir a elevar su productividad agropecuaria.
- Apoyar la planificación y el ordenamiento territorial a nivel parroquial, cantonal, municipal y provincial.

La Cartografía Geomorfológica, dentro de los objetivos generales del conjunto del Proyecto, aporta las bases de conocimiento del paisaje físico y constituye uno de los principales insumos para el levantamiento edafológico, formando con éste la componente Geopedológica. De hecho, para entender los procesos de formación de suelos se ha de disponer de un profundo conocimiento de su entorno geomorfológico. La geopedología, por lo tanto, se entiende como la integración de la geomorfología y la pedología usando como herramienta la primera para mejorar y acelerar los levantamientos de suelos, así como para implementar un modelo espacial que facilite su caracterización y permita establecer sus posibles relaciones con el paisaje.

### 1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

- Generar una cartografía y base de datos asociada que permitan comprender el territorio de estudio desde el punto de vista de su relieve y paisaje físico.
- Categorizar el territorio, a través de un sistema jerárquico, en unidades que presentan rasgos y características comunes según la escala de análisis realizada. De más general a más particular, el territorio queda definido por diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos, Contextos Morfológicos y Geoformas (o Unidades Geomorfológicas), categoría ésta última que supone la de mayor detalle de las consideradas.
- Disponer de una cartografía de referencia que, además de su utilidad para el levantamiento edafológico, constituya un elemento de referencia para otras actividades del Proyecto y una fuente de información fundamental para la implementación de planes, programas y proyectos con incidencia en el territorio.

### 1.3. Antecedentes de este estudio

El Gobierno del Ecuador requirió disponer entre sus estrategias, a finales de la década pasada, de un conjunto de geoinformación que contribuyera a la gestión territorial, mejoramiento y sostenibilidad de la productividad agraria. El Proyecto de Generación de Geoinformación fue declarado prioritario por el Gobierno Nacional, en consideración a la necesidad de contar con información fundamental actualizada sobre aspectos edáficos, hidrológicos, climáticos y socioeconómicos, importantes para el desarrollo del país. El estudio geomorfológico queda incluido como una de las actividades del Proyecto.

SIGTIERRAS, Programa Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP), gestiona la construcción de una base de datos de tierras rurales y se encarga de obtener y proporcionar información para la planificación del desarrollo nacional, el ordenamiento territorial y las decisiones estratégicas para el área rural, entre otras funciones. Desde 2013 es responsable de continuar con el proyecto de Cartografía Temática, iniciado unos años antes.

La generación de geoinformación, con metodología y planteamientos que en gran parte se continúan en este Proyecto, fue comenzada por CLIRSEN (actualmente IEE, Instituto Espacial Ecuatoriano) en 2009, en coordinación con SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). Ese mismo organismo ya había llevado a cabo diversos estudios geomorfológicos con anterioridad, que seguían, a grandes rasgos, las pautas establecidas en trabajos anteriores generados en el convenio PRONAREG-ORSTOM.

El PRONAREG (Programa Nacional de Regionalización Agraria), del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, fue un programa que trabajó en los años 70 y 80 del pasado siglo XX, para realizar el inventario socioeconómico y de los recursos naturales renovables, en el que colaboró la institución francesa ORSTOM (*Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-mer*). Consecuencia de esta colaboración fueron los mapas morfopedológicos (escalas 1:200.000 y 1:500.000), realizados entre los años 1979 a 1984, destacada fuente de información territorial a pequeña-mediana escala. La colaboración PRONAREG-ORSTOM culminó, en lo que se refiere específicamente a la relación entre paisaje, geomorfología y suelos, con la publicación "Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador" (IPGH, ORSTOM e IGM, 1997, bajo la coordinación científica de A. Winckell). En dicha publicación, además, se incluye el mapa de *Paisajes Naturales del Ecuador* a escala 1:1.000.000. Este trabajo es, desde su aparición, la principal referencia a nivel nacional en las temáticas geomorfológica y geopedológica.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Características del producto esperado

El área general de trabajo se localiza en el territorio nacional continental, siendo la unidad de estudio el cantón.

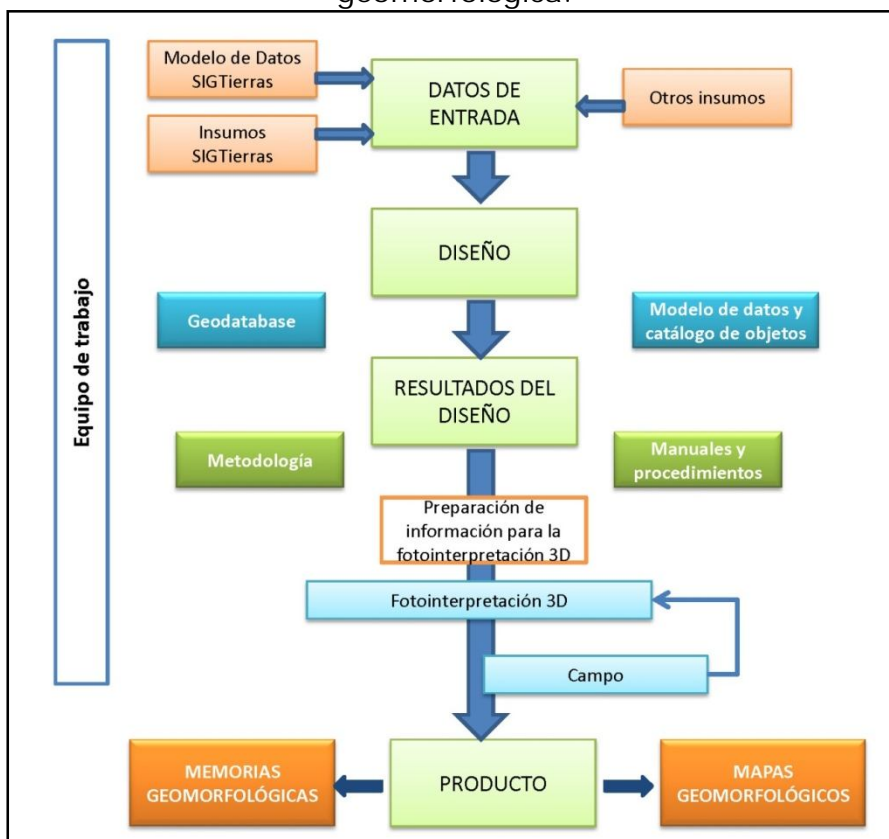
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- Escala: 1: 25.000
- Nivel de Estudio: Semi-detallado
- Unidad mínima de mapeo: 1 ha
- Sistema espacial de referencia: SIRGAS UTM Zonas 17S y 18S
- Formato digital de entrega: \*.gdb
- Insumos básicos: Ortofotos, modelo digital del terreno (MDT), mapas geológicos, de paisaje, geomorfológicos y morfopedológicos
- Técnica: Fotointerpretación geomorfológica digital 3D
- Campo: Comprobación de unidades geomorfológicas interpretadas
- Productos a entregar: Mapa temático y memoria técnica geomorfológica

### 2.2. Etapas metodológicas

Los principales procesos llevados a cabo en las fases de diseño y producción de la cartografía geomorfológica se esquematizan en la figura 2.1.

**Figura 2.1.** Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.



Fuente: CTN

En los siguientes subapartados, se sintetizan las principales actividades y tareas que se han llevado a cabo para cubrir los objetivos del estudio geomorfológico y para la obtención de los diferentes productos de que consta.

### 2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

- Preparación de los insumos básicos: MDT y ortofotos (en áreas no cubiertas por ortofotos se utilizan distintos tipos de imágenes satelitales).
- Preparación y obtención de información auxiliar: red de drenaje, mapa de pendientes y mapa de sombras con efecto 3D a partir del MDT (*hillshade*).
- Revisión de otros levantamientos y cartografías preexistentes y de su disponibilidad: mapas morfológicos, geológicos, morfopedológicos, mapas topográficos y mapas de curvas de nivel, principalmente.

#### 2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

En algo más del 90% del área de estudio, se dispone de MDT y ortofotos, facilitados por SIGTIERRAS. En estas zonas, se procede directamente a construir el modelo estéreo sintético por carta 1:50.000.

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km<sup>2</sup>), se utilizan los fotogramas de los vuelos 1:60.000 del IGM y se procede a su aerotriangulación con el apoyo de la cartografía 1:50.000, finalizando mediante un proceso de correlación hasta obtener el MDT; b) en pequeñas zonas y pasillos sin MDT ni ortofotos (que suponen alrededor de 480 km<sup>2</sup>), se genera el MDT utilizando la información de las curvas de nivel de la cartografía 1:50.000 y otros MDT disponibles, de tal forma que queden en continuidad con el resto del territorio colindante.

En las zonas no cubiertas por ortofotos, se dispone de alguna de las siguientes imágenes satelitales: Rapideye, Spot 6, VHR, WorldView-1 y WorldView-2.

#### 2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

- Cartografía geológica. La base principal de esta información procede de la cartografía geológica del INIGEMM (Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero, Metalúrgico), a escalas 1:100.000 (Sierra y Costa) y 1:250.000 (Oriente). Dicha cartografía geológica fue proporcionada al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014, por el mencionado organismo, competente en el levantamiento y difusión de dicha información, y que constituye el principal referente de tal información.  
La mayoría de estos mapas están publicados por instituciones antecesoras al INIGEMM, organismo que asume desde 2009 las competencias referidas a la generación de información geológica del país y que con anterioridad fue denominado DGGM (Dirección General de Geología y Minas) y CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

Asimismo, se han utilizado otras fuentes de información en función de la situación del área a fotointerpretar, de la disponibilidad de cartografías geológicas públicas y de carácter oficial, y de que dichas cartografías cubrieran, bajo criterios homogéneos, una extensión significativa de territorio. Los mapas geológicos de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (años 1982 y 1993), el Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador (escala 1:200.000, años 1997 y 1998) y el Mapa Geológico de la Cordillera Oriental (escala 1:500.000, año 1994), preparados y publicados por el CODIGEM con la colaboración de organismos británicos, han sido otras fuentes de información geológica adicionales.

- Mapas geomorfológicos, morfopedológicos y de suelos, realizados por PRONAREG–ORSTOM, a escala 1:200.000 (Costa y Sierra) y 1:500.000 (Amazonía), realizados entre los años 1979 y 1984.
- Mapas de sombras con efecto 3D, elaborado a partir del MDT y el modelo *Hillshade* de ArcMap.
- Red de drenaje generada a partir del MDT, con ayuda de la delimitada en la cartografía a escala 1:5.000. Las herramientas que se utilizan para su obtención son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.
- Mapa de pendientes. Información generada a partir del MDT (de 3 metros en Sierra, 4 metros en Costa y 5 metros en Amazonía).
- Mapa de Paisajes Naturales del Ecuador, escala 1: 1.000.000 (Winckell, 1997), cartografía que ha servido de base para establecer el sistema de jerarquía del relieve en que se estructura la información geomorfológica.
- Mapa topográfico 1:50.000. Mapa en formato *ráster*, que sirve de referencia para una primera comprensión del relieve y sus formas más características, así como para conocer la extensión de la red vial. Además, proporciona la información básica sobre la toponimia.
- Curvas de nivel de los mapas topográficos 1:50.000. Esta información, en formato vectorial, sirve para una primera contextualización del mapa, como una ayuda a la delimitación de recintos y una herramienta adicional para comprobación o corrección de ciertos parámetros (pendientes, desnivel relativo, longitud de vertiente) que caracterizan a dichos recintos.

### 2.2.2. Fotointerpretación

La fotointerpretación es la técnica básica de adquisición de información para la elaboración del mapa geomorfológico. Consiste en la subdivisión del territorio en **unidades geomorfológicas**, o **geoformas**, entendidas éstas como porciones del paisaje identificables respecto a las de su entorno inmediato y que presentan características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre el que se asienta).

La metodología se basa en la generación de información básica, obtenida a partir de la fotointerpretación digital 3D con los insumos principales (MDT y ortofotos) y tomando como referente los insumos complementarios anteriormente citados.

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante

digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.

- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:

- Nombre de la geoforma.
- Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
- Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
- Formación geológica y litología.
- Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
- Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
- Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

Las principales características de cada uno de estos atributos y los rangos o valores que pueden tomar se detallan en el Anexo IV: Atributos de las geoformas.

Cada geoforma delimitada, tal como se explica en dicho Anexo IV, se encuadra en un sistema jerárquico de relieve y paisaje, que contempla tres niveles u órdenes. De más general a más particular son:

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

- Definición de puntos para su posterior comprobación sobre el terreno y definición de itinerarios (*tracks*) a realizar en campo.
- Revisión cartográfica de los polígonos (delimitación y topología), su empate con hojas adyacentes y la correcta asignación de atributos de todos los polígonos, mediante las reglas y criterios de validación establecidos.

#### 2.2.2.1. *Software* empleado

El sistema de trabajo se basa en la tecnología ArcSDE (motor de base espacial), un componente básico de ArcGIS Server. Gestiona los datos espaciales en un sistema de gestión de bases de datos relacionales (RDBMS) y le permite acceder a los clientes de ArcGIS. Los fotointérpretes trabajan sobre la misma *Geodatabase* (GdB), de tal manera que cada nuevo recinto digitalizado aparece reflejado inmediatamente en la GdB y el resto de fotointérpretes lo puede visualizar.

La herramienta de producción de la cartografía geomorfológica se fundamenta en la combinación de *Purview* y *Vector Factory*, ambas integradas en ArcGis. La

herramienta *Purview* permite la visión tridimensional, así como editar y digitalizar en 3D de forma directa. *Vector Factory* facilita, desde una pantalla táctil, la ejecución y enlace de múltiples comandos y opciones, reduciendo sensiblemente el número de clics por parte del operador.

### 2.2.3. Fase de campo

#### 2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

Obtenidos los mapas preliminares, se procede a realizar el trabajo de campo con el objetivo de verificar *in situ* las unidades geomorfológicas cartografiadas y sus atributos.

La actividad en el campo consiste en realizar recorridos, principalmente a través de ejes viales transitables en vehículo 4x4, complementados con desplazamientos a pie, con el objetivo de caracterizar los puntos de comprobación prefijados y adecuar la cartografía preliminar. Es primordial encontrar sitios con afloramientos donde se pueda verificar la relación Unidad Geomorfológica y tipo de roca o depósito superficial, visitando el mayor número posible de tipos de unidades geomorfológicas.

#### 2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo, incorporada a la *tablet* (ver Anexo I). Verificación de atributos asignados en gabinete y corrección de los mismos, en su caso.
- Generación de documentación asociada (itinerarios o "*tracks*" y puntos de observación georreferenciados directamente a partir de la *tablet*, así como toma de fotografías con el mismo dispositivo).
- Ubicación de afloramientos existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades geomorfológicas no interpretadas o dudosas.

En ciertos cantones pueden no existir fichas de campo, debido a la imposibilidad de recorrerlos por ausencia de viales transitables en la época prevista de realización de la campaña de campo. En estas situaciones, se tomó en consideración para la fotointerpretación y la asignación de los correspondientes atributos las fichas levantadas en otros cantones limítrofes o próximos, que guardaran relación morfológica con el cantón en el que dichos recorridos no pudieron llevarse a cabo.

#### 2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

La información recopilada en campo se procesa en gabinete. Para ello, se ingresa en el sistema la información recogida en el dispositivo de campo (*tablet*) y se procede a la corrección y ajuste de unidades geomorfológicas. Complementariamente, se prepara un reporte interno con las principales incidencias (fecha de visita de la hoja u hojas validadas, calidad y cobertura de la infraestructura vial, porcentaje de puntos visitados sobre el total previsto, adecuación del equipamiento y material de campo, etc.).

## 2.2.5. Mapa y leyenda

Una vez finalizadas las etapas anteriores, se procede a la preparación de la salida cartográfica.

Como pasos finales, se ingresan los límites constantes a la fotointerpretación: base topográfica, cuerpos de agua, Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y límites cantonales. Se prepara el *layout* (composición del plano para la salida gráfica) y se ajusta el diseño para su impresión en PDF o papel. La salida cartográfica se realiza por hoja 1:50.000 y por cantón.

### 2.2.5.1. Explicación de la leyenda

En la leyenda del mapa aparecen las distintas geoformas identificadas en el territorio que representa el mapa, ordenadas según génesis (grupos y, en su caso, subgrupos). A todas las geoformas se les asigna una clave identificativa única (de entre 2 y 4 caracteres), colores que ayuden a identificarlas en relación al grupo o subgrupo genético en el que se encuadran y, en el caso de geoformas que llevan depósitos superficiales asociados, una trama.

En el Anexo III se presenta un Glosario de todas las geoformas contempladas en el proyecto.

El número de grupos genéticos considerados en el área de estudio del proyecto suponen un total de trece. Algunos de ellos presentan, además, subdivisiones que aglutinan geoformas con rasgos morfológicos similares o que obedecen a procesos formadores muy análogos. Los grupos y subgrupos considerados se presentan en el Cuadro 2.1. Las principales características de estos trece grupos genéticos se recogen en el Anexo IV (Atributos de las geoformas).

**Cuadro 2.1.** Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
FLUVIAL	Valles fluviales y formas relacionadas con predominio de sedimentación	Valle fluvial, llanura de inundación	F1
	Encajamientos e incisiones fluviales	Barranco	E2
	Canales fluviales	Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	C2
	Terrazas	Terraza media	Tm
	Conos de esparcimiento	Superficie de cono de esparcimiento disectado	Co2
	Conos de deyección	Superficie de cono de deyección disectado	Cd3
	Otras formas	<i>Badlands</i>	Fb1
FLUVIO-LACUSTRE	En valles-terrazas	Áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas	Fl1
	En otros ambientes	Depresión lagunar	Fo1

**Cuadro 2.1.** Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

<b>GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>EJEMPLOS DE GEOFORMAS</b>	<b>CLAVE</b>
LADERAS	Laderas rectilíneas	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	Lr3
	Laderas abruptas	Vertiente abrupta con fuerte disección	La2
	Laderas heterogéneas y otras morfologías	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4
	Depósitos de ladera	Coluvión antiguo	Col2
	Piedemonte	Glacis de esparcimiento	Pd1
GLACIAR Y PERIGLACIAR	Formas glaciares	Circo glaciar	Gf1
	Depósitos glaciares	Morrena de fondo	Gd1
	Periglaciar	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar	Gp3
VOLCÁNICO	Antiguos edificios	Pitones o agujas volcánicas	Va2
	Conos inactivos	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	Vci1
	Conos activos	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	Vca3
	Formas asociadas a conos	Rampas de piedemonte de cono volcánico	Vc8
	Domos	Domo volcánico	Dom
	Relieves diversos	Relieve volcánico colinado alto	Rv10
MARINO	Depósitos actuales	Playa marina	Mac1
KÁRSTICO	-	Dolina, campo de dolinas	Kt6
METEORIZACIÓN	-	Colinas en media naranja	Met1
EÓLICO	-	Campo de dunas	Eod2
ESTRUCTURAL	Capas horizontales	Superficie de mesa o meseta	Eh1
	Capas inclinadas	Frente de cuesta	Ei3
	Capas subverticales	Barra o cresta estructural	Esv
	Capas plegadas	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	Epl
	Superficies residuales	Restos de superficie estructural	Esr
	En materiales volcánicos	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	Ev1
TECTÓNICO-EROSIVO	-	Relieve colinado medio	Rt4

**Cuadro 2.1.** Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
POLIGÉNICAS	Coluvio aluvial	Coluvio-aluvial reciente	Coa1
	Superficies de erosión y planicies intermontanas	Planicie intermontana	SP3
	Superficies horizontales	Superficie horizontal disectada	Sh3
	Superficies inclinadas	Abrupto de superficie inclinada	Si4
	Altas superficies	Superficie alta disectada	Sa2
	Relieves residuales	Cerro testigo	Rr4
	Aristas, divisorias e interfluvios	Interfluvio de cimas redondeadas	Ar1
OTRAS	Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1
	-	Superficie intervenida	O5

Fuente: CTN

#### 2.2.5.2. Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes

En estos tres esquemas, a escala 1:250.000, se recoge información complementaria al mapa principal. Dicha información cartográfica se elabora, para su adecuada lectura y representación, mediante un proceso de generalización cartográfica.

El esquema de *Relieve y Paisaje* presenta los Contextos Morfológicos identificados en el área del mapa. En el Anexo IV (Atributos de las geoformas, epígrafe 1) se explica el sistema de jerarquía de relieve adoptado, en el que los Contextos Morfológicos representan uno de los niveles u órdenes contemplados, así como la relación de todos ellos y su inclusión en los diferentes Dominios Fisiográficos y Regiones.

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

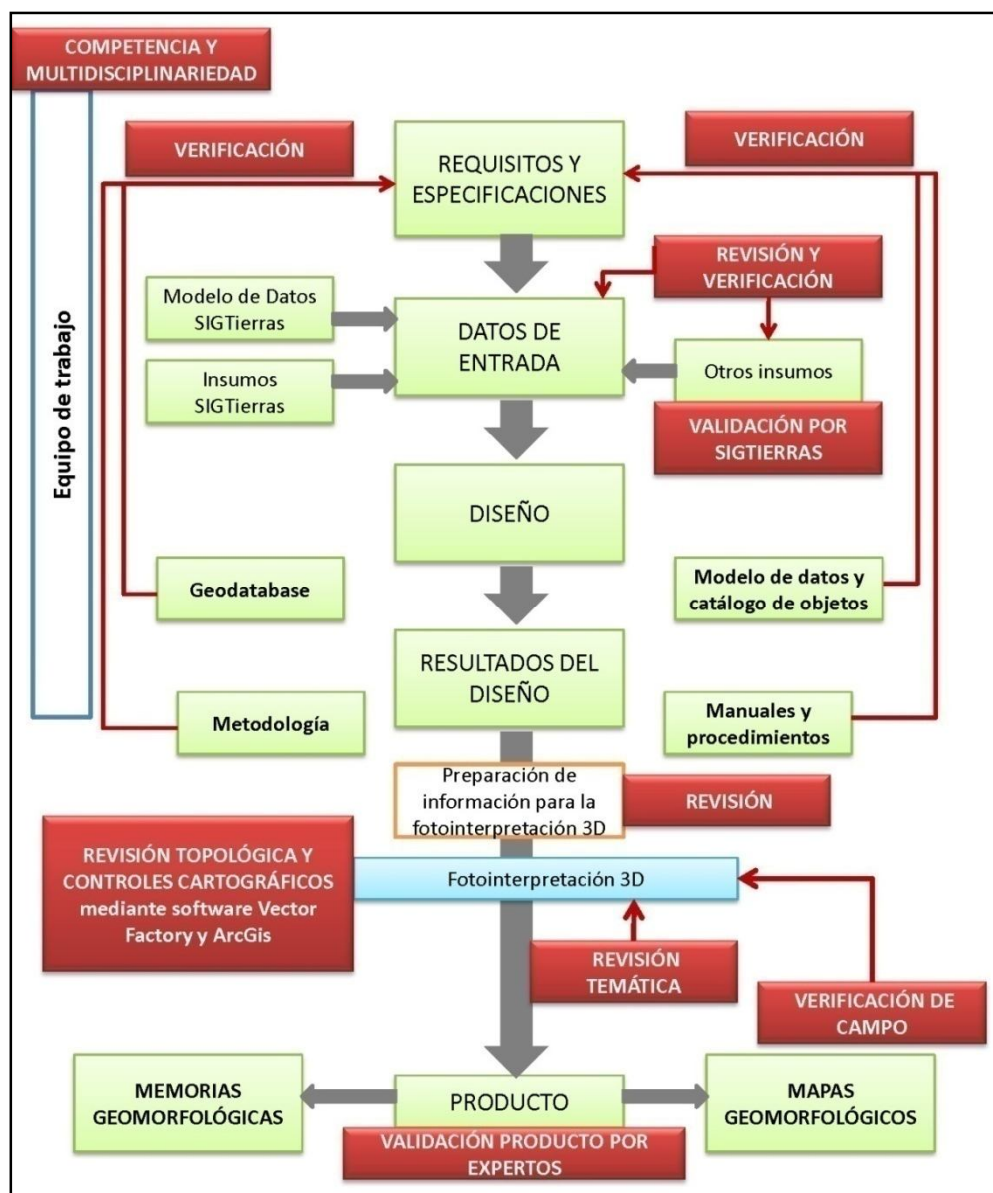
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica con mayor detalle las denominaciones empleadas y su significado.

El esquema de *Pendientes* recoge los distintos rangos de inclinación existentes en el área, expresados en porcentaje. La denominación de los diferentes rangos de pendiente y su inclinación porcentual son: plana (de 0 a 2%), muy suave (de más de 2% a 5%), suave (de más de 5% a 12%), media (de más de 12% a 25%), media a fuerte (de más de 25% a 40%), fuerte (de más de 40% a 70%), muy fuerte (de más de 70% a 100%) y escarpada (más de 100%).

### 2.3. Control de calidad

La Gestión de Calidad en los trabajos de cartografía geomorfológica se enmarca y es coherente con el Plan de Calidad del conjunto del Proyecto del que forma parte. Dicho Plan de Calidad afecta a todos los procesos y productos del trabajo y señala los principales hitos que debe cumplir para cada una de las temáticas, cuyas relaciones con los principales procesos se muestran en la Figura 2.2.

Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos.



Fuente: CTN

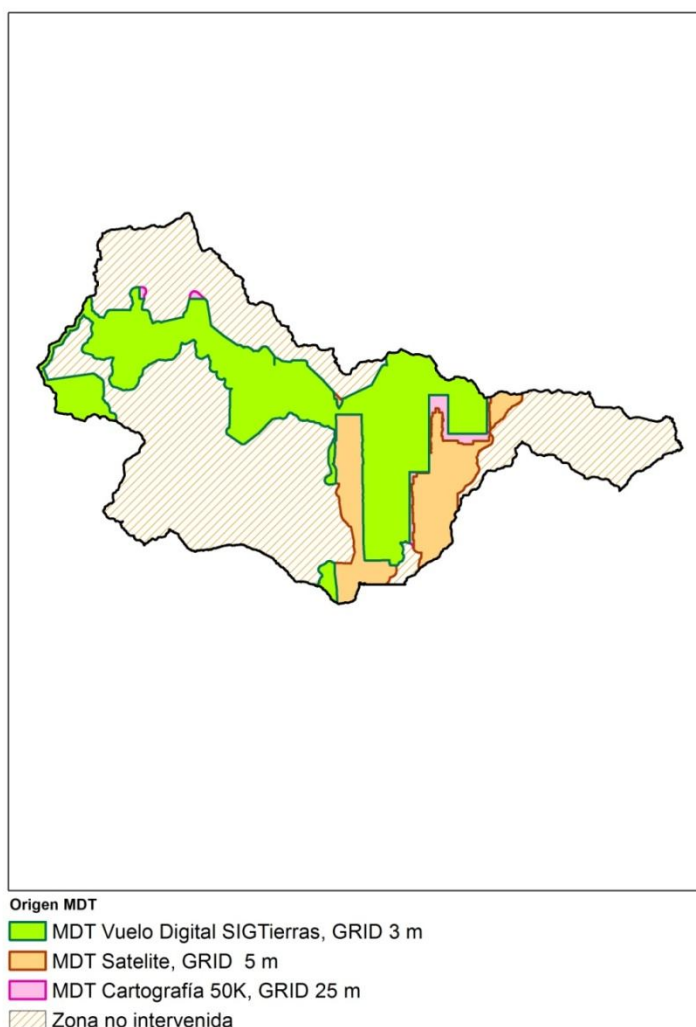
Estos hitos son los siguientes:

- Competencia y equipo de trabajo multidisciplinar para llevar a cabo las tareas y actividades previstas. Además de la adecuada selección de personal, se ha llevado a cabo la capacitación oportuna para homogeneizar criterios y enseñar el manejo de las herramientas de trabajo.
- Revisión y verificación de la disponibilidad de los datos de entrada (insumos básicos e insumos complementarios).
- Verificación de que todos los productos obtenidos en la fase de diseño (Geodatabase, Modelo de Datos y Catálogo de Objetos; Metodología; Manuales y Procedimientos) se adecúan a los requisitos y especificaciones.
- Control topológico y coherencia cartográfica
- Control de calidad temática, tanto a lo largo del proceso de fotointerpretación como a la finalización del mismo.

#### 2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

Se ha utilizado el conjunto de la información referida en los apartados 2.2.1.1 (Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes) y 2.2.1.2 (Insumos complementarios). En lo que respecta a los insumos de base de generación de los MDT, en el cantón Quijos se han utilizado los que aparecen en la Figura 2.3.

**Figura 2.3.** Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Quijos.



Fuente: CTN

En lo referente a la información geológica, las principales fuentes de información utilizadas han sido:

- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Píntag (Hoja 85), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Baeza (Hoja 100), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Napo, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

Para la ubicación general y la toponimia del cantón, se emplearon las hojas topográficas a escala 1:50.000 proporcionadas por el IGM (Instituto Geográfico Militar), recogidas en el Cuadro 2.2.

**Cuadro 2.2.** Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Quijos.

Código	Cartas Topográficas
ÑIII_B4	Oyacachi
ÑIII_D1	Píntag
ÑIII_D2	Papallacta
OIII_C1	Baeza
OIII_C2	Cerro de Pan de Azúcar
OIII_C3	Cosanga

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

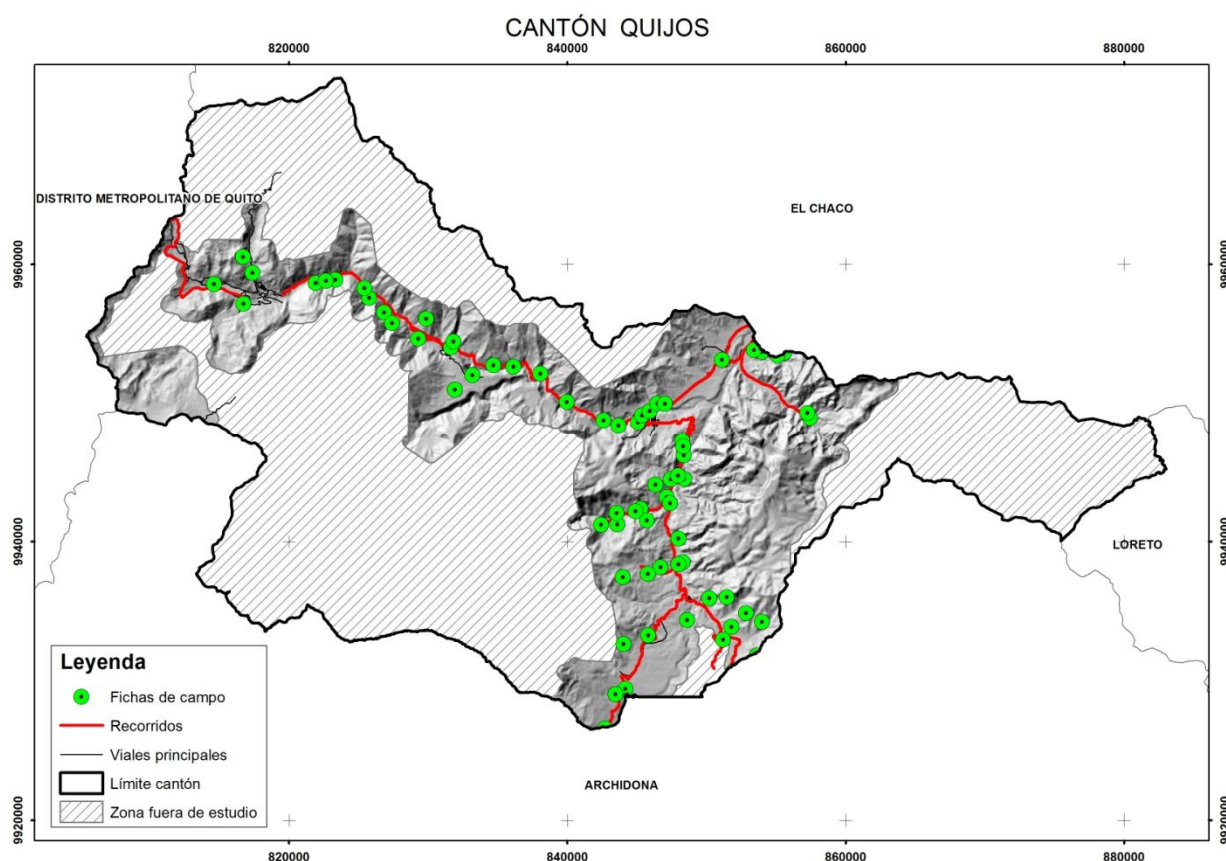
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Quijos se realizó entre los días 10 y 11 de abril, 10 de julio y 6, 7, 9 y 10 de diciembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron fichas de campo de 66 puntos (Figura 3.1 y Anexo II).

Toda esta información se ingresó en una base de datos *SQL Server*, en la que igualmente queda registrada la cartografía digital.

**Figura 3.1.** Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Quijos.



Fuente: CTN

La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

#### 3.2. Regiones y dominios fisiográficos

El conjunto del cantón, con una extensión total de aproximadamente 1.582 km<sup>2</sup> y una superficie aproximada del área de estudio de 648 km<sup>2</sup>, se encuentra incluido en la Región Sierra y una pequeña extensión en la Región Amazonía.

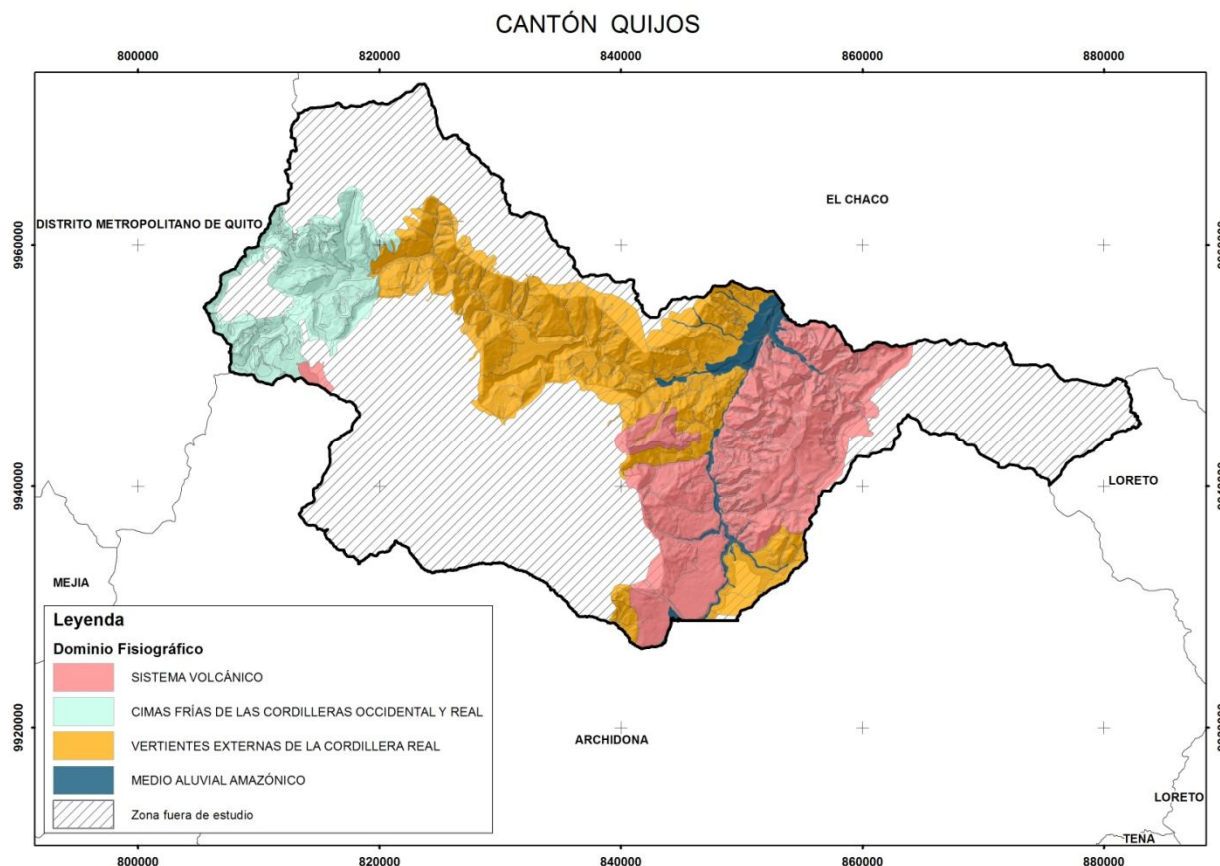
En estas regiones se diferencian cuatro dominios fisiográficos, de los cuales, tres están dentro de la Región Sierra. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2 y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

**Cuadro 3.1.** Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón Quijos.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema Volcánico	264 km <sup>2</sup>	40,7%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	101 km <sup>2</sup>	15,6%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	256 km <sup>2</sup>	39,4%
AMAZONÍA	Medio Aluvial Amazónico	28 km <sup>2</sup>	4,3%

(\*) Superficies y porcentajes referidos a la zona de estudio dentro del cantón  
Fuente: CTN

**Figura 3.2.** Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Quijos.



Fuente: CTN

### 3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico

Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un destacado papel geomorfológico en todo el Ecuador. Por una parte, los propios edificios volcánicos son en sí mismos destacados hitos paisajísticos que realzan el relieve de las dos cordilleras, Occidental y Oriental, así como del propio corredor o valle interandino. Por otra, los depósitos piroclásticos que han generado, fundamentalmente de cenizas y lapilli en sus últimos episodios, han recubierto con una espesa capa cerca de las dos terceras partes de la Sierra central y septentrional, así como amplias extensiones de las regiones Costa y, más localmente, Amazonía.

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Algunos de ellos, los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente.

En el cantón Quijos, este dominio está representado principalmente por vestigios de edificios volcánicos localizados al sur del volcán Pan de Azúcar y por parte del cono sin actividad de este volcán ya extinto. En el este del cantón, fuera de la zona de estudio, se localiza el volcán Sumaco, cuyos materiales han formado parte de los vestigios y geofomas volcánicas del cantón. En la zona central se encuentran los volcanes Cosanga, Machángara, Bermejo y Huevo de Chivo 1 y 2, ya extintos o inactivos que forman domos, coladas y parte de los vestigios. Por otro lado, los volcanes El Dorado y Pumayacu son edificios activos, presentan cráter y domos respectivamente y ambos están dentro de los vestigios. Este Dominio Fisiográfico ocupa gran parte del extremo oriental de la zona de estudio.

### 3.2.2. Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el Sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona Norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el Sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos– y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm. Los grandes edificios volcánicos, por su particularidad, quedan integrados dentro de otro dominio, el Sistema Volcánico.

Este dominio se ubica en el extremo occidental del cantón Quijos, en las zonas más altas del cantón, en las cuales se hallan las lomas que rodean la población de Papallacta. Se han cartografiado múltiples geofomas de origen glaciar y periglacial, típicas de un paisaje glaciar. Además se localiza la geofoma colada de lava muy reciente, que pertenece al volcán activo Chacana, como única representación de este edificio volcánico en este dominio.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre el dominio Cimas frías y el dominio de la Zona Subandina de la región Amazonía. Da lugar, en conjunto, a menores desniveles que el dominio equivalente de la Cordillera Occidental y se desarrolla fundamentalmente sobre formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica. Por su posición altitudinal, entre 1.200 y 3.500 msnm al Norte, y entre aproximadamente 1.000 y 3.000 msnm al Sur, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

Los modelados, sobre las rocas metamórficas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por:

- Las direcciones estructurales del conjunto. Su expresión en el relieve se caracteriza sobre todo por alineamientos muy visibles de crestas agudas en sentido N-S y por una disimetría de las vertientes oriental y occidental
- La naturaleza de las facies dominantes. Los materiales más blandos (esquistos y filitas) dieron lugar a formas en "hueco": valles alargados y corredores más o menos deprimidos, mientras que las litologías más resistentes (gneises y sobre todo cuarcitas), arman los principales relieves: barras rocosas, relieves resistentes a la erosión, etc.

En las rocas ígneas intrusivas, principalmente granitos y granodioritas, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. A menudo la roca aparece con intensas alteraciones, tanto arenizaciones como otras en que se aprecian profundas argilizaciones y enriquecimiento en óxidos e hidróxidos de hierro.

Dentro del cantón Quijos, este dominio se dispone por todo del área de estudio de la zona central, con alturas que oscilan entre los 1.700 y 3.900 msnm y está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas y en menor extensión por vertientes desarrolladas sobre granitos, en todo el dominio existe cobertura piroclástica. Su extensión es bastante significativa dentro del área de estudio, alrededor del 40%.

### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio Aluvial Amazónico

Este dominio está delimitado y caracterizado por los ríos de la cuenca amazónica y sus depósitos asociados (tanto recientes y aún funcionales como los antiguos, ya desligados de la dinámica actual). Es un sistema muy variable en el tiempo, debido a la intensidad de los procesos de erosión y sedimentación fluviales; además, el sistema fluvial responde con relativa rapidez a los cambios climáticos, modificaciones del nivel de base –locales o globales–, tectónica reciente y actividades humanas.

En el cantón Quijos este dominio está sujeto a la acción y modelado de los ríos Quijos, Cosanga y Borja con dirección preferencial S-N. Estos mismos ríos han dado origen a los principales valles fluviales y su evolución en el tiempo ha determinado la aparición de terrazas asociadas a los mismos.

### 3.3. Contextos morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón Quijos y en relación con los respectivos dominios fisiográficos y regiones a los que pertenecen, se presentan en el Cuadro 3.2.

**Cuadro 3.2.** Contextos morfológicos presentes en el cantón Quijos.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
		Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)		
AMAZONÍA	Medio Aluvial Amazónico	Medio Aluvial Amazónico

Fuente: CTN

#### 3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas

En este contexto morfológico se incluyen los conos volcánicos y formas menores incluidas en ellos (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc.

En el cantón Quijos, este contexto se ubica al este de la zona central, formado por una colada de lava y el abrupto de la colada, ambas geoformas sobre el volcán Machángara. También se ubica el contexto en una pequeña área del extremo noroccidental, que representa un lahar del volcán Antisana. El contexto tiene alturas que oscilan entre los 2.100 a 4.400 msnm y su extensión es de 15 Km<sup>2</sup> aproximadamente.

### 3.3.2. Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables

Este contexto morfológico incluye restos o testigos de edificios volcánicos que presentan un grado de desmantelamiento y erosión avanzados. Aunque pueden presentar algunos rasgos que permiten identificarlos (conos piroclásticos que conservan sólo parcialmente su morfología original, pitones, bordes incompletos de antiguas calderas), la destrucción de sus formas características originales llega a dificultar su reconocimiento.

En el cantón, este contexto es el que mayor superficie ocupa, localizándose en la región oriental de la zona de estudio, con unos 249 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Está formado por depósitos superficiales y los depósitos volcánicos de los volcanes que quedan al este, con los cuales tienen una relación genética el Volcán Pan de Azúcar y el Volcán Sumaco. Este contexto se presenta en alturas que oscilan entre los 1.600 a 3.300 msnm.

### 3.3.3. Paisajes glaciares

Este contexto se presenta en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual. En este caso se encuentra una geoforma volcánica aislada, que pertenece al volcán Chacana, como única representación de este edificio volcánico dentro de este contexto y del cantón.

Dentro de este cantón, el contexto *Paisajes glaciares* se ubica en el extremo occidental, al igual que el dominio fisiográfico de las Cimas Frías, con alturas que oscilan entre los 3.000 a 4.600 msnm, siendo la región más elevada del cantón. Tiene alrededor de 100 Km<sup>2</sup>.

### 3.3.4. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Este contexto se corresponde con el batolito Baeza-Mera, afectado en superficie por una alterita arenosa, que es fácilmente movilizada por escorrentía superficial en las zonas carentes de cobertura vegetal densa. No obstante, el recubrimiento piroclástico superficial, aun discontinuo y de reducido espesor, aporta una cierta protección a las arenas subyacentes.

De forma similar a otros contextos desarrollados sobre cuerpos intrusivos de ambas vertientes, se presenta con una disección homogénea, regular y densa, con una jerarquización uniforme de la red de drenaje y una corta distancia interfluvial, reflejo de rocas sin orientaciones preferentes y de su estructura isotrópica.

Este contexto se ubica en el sureste del cantón Quijos, en las vertientes del noreste de la Cordillera de los Huacamayos, siendo el contexto de extensión más pequeña del cantón, unos 20 Km<sup>2</sup> aproximadamente. Presenta alturas que oscilan entre los 1.900 a 3.000 msnm.

### 3.3.5. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Este contexto, que se desarrolla casi exclusivamente sobre formaciones metamórficas (esquistos, cuarcitas, gneises, filitas, etc.), se caracteriza por una disección aguda, irregular y asimétrica, directamente influida tanto por las direcciones estructurales del conjunto como por la distinta naturaleza de las diferentes litologías sobre las que se desarrolla. Está recubierto por un manto de proyecciones de cenizas volcánicas, con gran abundancia de afloramientos de roca y zonas recubiertas por fragmentos rocosos y taludes de derrubios.

Aparece a lo largo de toda la vertiente oriental de la Sierra Norte y Central, entre los dominios de las Cimas frías y los de la Zona Subandina y Amazonía Periandina. Se encuentra a una altitud escalonada entre los 1.200 y los 3.500 msnm.

En el cantón Quijos, este contexto se localiza en toda la zona central del área de estudio y en una pequeña parte del suroeste de la región oriental del cantón. Es el segundo contexto con mayor representación, con alturas que oscilan entre los 1.700 a 4.000 msnm y una extensión de 236 km<sup>2</sup> aproximadamente. Presenta como formas principales vertientes de diversas características.

### 3.3.6. Medio Aluvial Amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.4.

### 3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

En el Cuadro 3.3 se presentan las geoformas identificadas en cada contexto morfológico, ordenadas por grupos genéticos. Se indica la superficie aproximada que ocupa cada geoforma en el correspondiente Contexto Morfológico.

**Cuadro 3.3.** Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón.

CONTEXTO MORFOLÓGICO	UNIDAD GENÉTICA	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
	VOLCÁNICO	Colada de lava antigua	8
		Abrupto de colada de lava	5
		Lahar	2
Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	FLUVIAL	Valle en V	1
		Barranco	11
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	7
		Vertiente rectilínea con abruptos	<1
		Vertiente abrupta	6
		Vertiente abrupta con fuerte disección	8
		Vertiente heterogénea	7
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Coluvión antiguo	8
		Glacis de esparcimiento	7
		Glacis de esparcimiento disectado	27
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	109
		Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares	10
		Cráter	<1
		Flujo de piroclastos	1
		Colada de lava antigua	<1
		Domo volcánico	4
		Relieve volcánico colinado alto	2
		Relieve volcánico colinado muy alto	1
		Relieve volcánico montañoso	19
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	5
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	4
		Superficie inclinada	2
		Superficie inclinada disectada	2

**Cuadro 3.3.** Contextos morfológicos y geformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLOGICO	UNIDAD GENÉTICA	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables	POLIGÉNICAS	Abrupto de superficie inclinada	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con salientes rocosos	5
		Vertiente heterogénea	11
		Vertiente rocosa	4
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	4
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	9
		Valle glaciar colgado	3
		Vertiente de valle glaciar	43
		Horn	<1
		Rocas aborregadas	<1
		Laguna glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial	3
	VOLCÁNICO	Colada de lava muy reciente	3
		Superficie volcánica ondulada	3
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	<1
Interfluvio de cimas redondeadas		2	
Interfluvio de cimas estrechas		5	
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente heterogénea	4
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Glacis de esparcimiento	2
		Glacis de esparcimiento disectado	5
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	2
		Relieve montañoso	5
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	3
		Barranco	11
		Encañonamiento	22

**Cuadro 3.3.** Contextos morfológicos y geformas presentes en el cantón (continuación).

CONTEXTO MORFOLOGICO	UNIDAD GENÉTICA	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Terraza media	<1
		Terrazas indiferenciadas	3
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	LADERAS	Vertiente rectilínea	12
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	35
		Vertiente abrupta	4
		Vertiente abrupta con fuerte disección	6
		Vertiente heterogénea	82
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	5
		Coluvión antiguo	12
		Glacis de esparcimiento	6
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Valle glaciar colgado	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	<1
		Relieve volcánico montañoso	4
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado alto	2
		Relieve colinado muy alto	2
		Relieve montañoso	4
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	14
		Superficie inclinada disectada	4
		Abrupto de superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Medio Aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	10
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	<1
		Barranco	<1
		Terraza media	6
		Terraza alta	8
		Vertiente o abrupto de terraza	1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2

Fuente: CTN

En el Cuadro 3.4 se muestran las formaciones geológicas y depósitos superficiales con representación en el cantón, el símbolo utilizado, edad, descripción litológica característica y superficie aproximada que ocupan.

El referente de la información recogida en este cuadro es la cartografía geológica, a escalas 1:100.000 y 1:250.000, proporcionada por el INIGEMM al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014. Los términos “formación geológica” y “depósito superficial” se utilizan en el sentido que se explica en el apartado 3 (Atributos geológicos: formación geológica y litología) del Anexo IV.

**Cuadro 3.4.** Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón.

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Depósitos de ladera	Q <sub>dl</sub>	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	50
Depósitos de ladera (coluvial)	Q <sub>dl4</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	20
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	10
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	16
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	2
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	16
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	<1
Depósitos glaciares	Q <sub>dg</sub>	Cuaternario	Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (Till, tillita).	14
Depósitos superficiales	Q <sub>dsi</sub>	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	11

**Cuadro 3.4.** Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón (continuación).

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Depósitos volcánicos (laharíticos)	Q <sub>dv2</sub>	Cuaternario	Cenizas volcánicas con cantos y bloques, de marcada heterometría	2
Lavas	VOL	Cuaternario	Lavas	39
Flujos de lava (Potrerillos)	VOL3	Cuaternario	Flujos de lava (Potrerillos)	3
Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco	PQ <sub>VPS</sub>	Pleistoceno-Cuaternario	Andesitas piroxénicas, basaltos, brechas volcánicas y lahares	156
Volcánicos Antisana	P <sub>VAn</sub>	Pleistoceno	Lava basáltica	49
Volcánicos del Sumaco	P <sub>VSu</sub>	Pleistoceno	Lavas basálticas, lahares y brechas volcánicas	<1
Formación Pisayambo	PI <sub>Py</sub>	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	74
Formación Cuyuja-Grupo Llanganates	J <sub>Cy</sub>	Jurásico	Esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas	151
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	19
Granito de Abitagua-Guacamayos	IN G-G <sub>dAG</sub>	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita	10
Granito rosado, granodiorita, diques	IN G-G <sub>d</sub>	Sin asignación de edad	Granito rosado, granodiorita, diques	8

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1: 100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000.

**(\*) Nota:** Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (P. Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, PI=Plioceno, J=Jurásico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dI=depósitos de ladera; dfg=depósitos fluvio glaciares) o al nombre de la "formación geológica" (Py=Pisayambo; Cy=Cuyuja, An=Antisana, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

### 3.5. Descripción de geformas

A continuación se describen las geformas presentes en el cantón, de acuerdo a su génesis, describiendo las diferencias existentes en cada una dependiendo de su contexto morfológico.

#### 3.5.1. Fluvial

##### 3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

En el cantón Quijos, el valle fluvial se encuentra en dos contextos y localizaciones diferentes, compuestos por depósitos aluviales y con valle plano en ambos casos. Principalmente se encuentra en el contexto *Medio Aluvial Amazónico*, en la mitad oriental del cantón, a lo largo de los ríos Cosanga, Chonta y en la parte baja de los ríos Quijos y Borja, con pendientes muy suaves (de 2 a 5%).

En menor porcentaje se encuentra dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. La geforma se encuentra en la mitad occidental del cantón, a lo largo del cauce del río Papallacta entre las poblaciones de Papallacta y Cuyuja y presenta pendientes medias (de 12 a 25%).



**Fotos 1 y 2.** Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Baeza, río Quijos (izquierda) río Borja (derecha). 06/12/2014.

##### 3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)

Se encuentra este tipo de terraza en el sector noreste del cantón, en el cauce bajo del río Borja, dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*. Está formada por depósitos aluviales, con una pendiente muy suave (de 2 a 5%) y forma de valle plana.

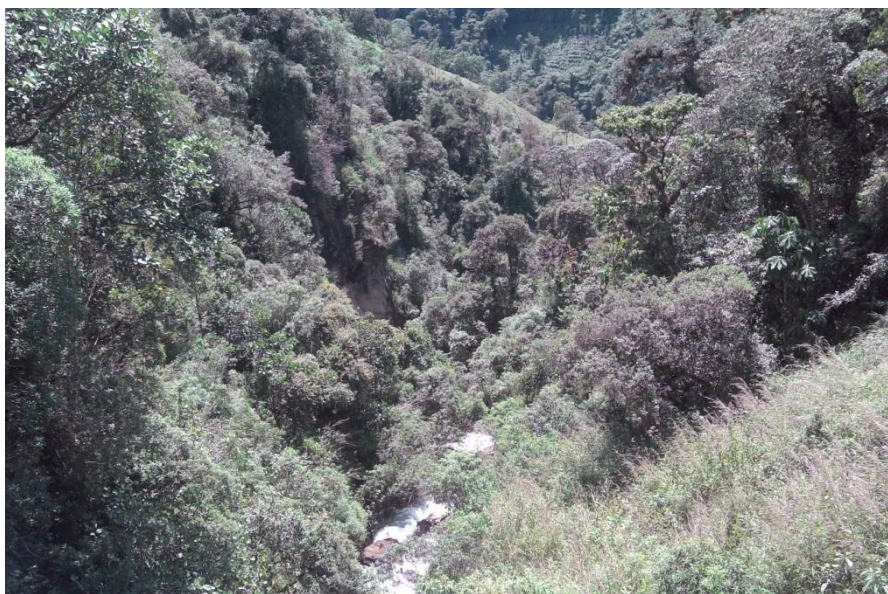
##### 3.5.1.3. Valle en V (E1)

En el extremo noreste del área de estudio, a lo largo del cauce alto del río Borja se encuentra esta geforma. Este valle fluvial en forma de V, se forma incidiendo sobre los materiales Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco y tiene una pendiente fuerte (de 40 a 70%). Está dentro del contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

#### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Los barrancos se encuentran prácticamente a lo largo de toda la zona de estudio, mayormente en los afluentes de los ríos principales, Quijos, Cosanga y Borja. Se localizan dentro de cuatro contextos morfológicos distintos y se desarrollan erosionando diferentes formaciones según en cuál de ellos se encuentran. De manera general presentan forma de valle en V y pendientes de fuertes a escarpadas.

Se desarrollan sobre Granito rosado, granodiorita y diques, Rocas metamórficas, la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, la Formación Pisayambo y Volcánicos Antisana y Pan de Azúcar-Sumaco. Se presentan en los contextos: i) *Medio Aluvial Amazónico*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Vestigios de edificios volcánicos*; y iv) *Relieves escarpados*.



**Foto 3.** Barranco. Sector San Víctor. 06/12/2014.

#### 3.5.1.5. Encañonamiento (E4)

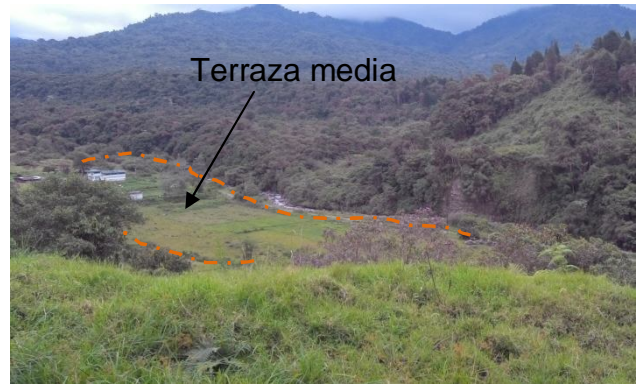
Este encañonamiento se desarrolla sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates y los Volcánicos Antisana, materiales competentes que permiten pendientes escarpadas (de 100 a 150%) y desniveles superiores a 300 metros. La geoforma presenta vertientes largas con forma irregular o rectilínea y formas de valle en U o en V.

Se encuentra en la zona central del cantón, en el cauce final de los ríos Papallacta y Quijos y en la confluencia de ambos, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

#### 3.5.1.6. Terraza media (Tm)

Las terrazas medias se forman por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa, típicos depósitos aluviales de terraza.

En la zona oriental del cantón, en las márgenes de los ríos Cosanga, Chonta, Quijos y Borja, se localizan estas terrazas con pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%), dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*. También se encuentra una pequeña terraza dentro del contexto *Relieves escarpados*, en la zona occidental del cantón, al este de Papallacta, con una pendiente suave (de 5 a 12%).



**Fotos 4 y 5.** Terraza media. Sector Las Palmas (izquierda) y Sector Cosanga (derecha). 09/12/2014.

#### 3.5.1.7. Terraza alta (Ta)

Este nivel de terraza se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%). Se encuentra en el extremo noreste de la zona central, dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*. Se presenta en la margen izquierda del río Quijos, desde el NE de Baeza hasta la frontera.

#### 3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Es la vertiente o abrupto de la geoforma anterior, la terraza alta (Ta), por lo tanto se encuentra en el extremo noreste de la región central, en la margen izquierda del río Quijos, dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*.

Está formado por depósitos aluviales de terraza, con una pendiente media (de 12 a 25%) o de fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%) y un desnivel de 15 a 25 metros o de 50 a 100 metros, según el caso. Presenta vertientes mixtas o rectilíneas, de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.1.9. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Se localizan en dos ubicaciones según el contexto morfológico, ambas en el sector noreste de la región central, en la margen izquierda del río Quijos. A la altura de San Francisco de Borja, se encuentran estas terrazas formadas por depósitos aluviales de terraza, con pendientes muy suaves (de 2 a 5%), dentro del contexto *Medio Aluvial Amazónico*. A la altura de Baeza se encuentran las terrazas sobre los materiales Volcánicos Antisana, con pendientes suaves (de 5 a 12%), dentro del contexto *Relieves escarpados*.

#### 3.5.1.10. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Estas superficies se localizan en tres contextos y localizaciones geográficas distintas, en todos los casos están formadas por depósitos aluviales de cono de deyección, que provienen de litologías diferentes. En la zona central del cantón, en la margen izquierda del río Papallacta a la altura de Cuyuja, se encuentra la geoforma dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados*. Sus depósitos provienen de la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates y se depositan con una pendiente media a fuerte (de 12 a 40%). Tiene desnivel relativo de 25 a 200 metros y vertientes irregulares moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

En el extremo noreste de la zona de estudio, se encuentra una pequeña superficie en la margen del río Borja, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*. Presenta una pendiente media, un desnivel relativo de 50 a 100 metros y una vertiente larga (de 250 a 500 m) y mixta, formada por depósitos provenientes de granitos. En el sureste del mismo extremo se encuentran varias superficies de cono de deyección en las márgenes del río Cosanga, dentro del contexto morfológico *Medio Aluvial Amazónico*. En este caso, están rodeadas de formaciones volcánicas y tienen pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desnivel relativo de 5 a 50 metros y vertientes rectilíneas moderadamente largas a largas.



**Foto 6.** Superficie de cono de esparcimiento. Sector Las Palmas. 09/12/2014.

#### 3.5.1.11. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Superficie de cono de deyección disectada que presenta pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), formas de valle en V y cimas redondeadas. Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección. Se encuentra en la región occidental del cantón, en las márgenes del río Papallacta, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

#### 3.5.2. Laderas

##### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Este tipo de laderas están repartidas por todo el cantón, dentro de cinco contextos morfológicos diferentes con pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), desnivel relativo de 25 a más de 300 metros y con vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga.

En el suroeste de la región occidental se encuentran vertientes rectilíneas al NE y SO de la loma Sunfohuaycu, dentro del contexto *Paisajes glaciares*. Se desarrollan sobre la Formación Pisayambo. En esta zona también se localiza la geoforma en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán*, en el NO de Laguna Santa Lucía, formada por depósitos volcánicos laharíticos.

Desde el noroeste de la región central, hasta la mitad oriental del cantón se reparte esta geoforma dentro del contexto *Relieves escarpados* y se forman sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, Rocas metamórficas y los Volcánicos Antisana.

En el extremo sureste de la zona de estudio se encuentra esta geoforma en las márgenes de los ríos Cosanga, Chonta, Aliso y Yanayacu Grande, dentro de los contextos *Vestigios de edificios volcánicos* y *Vertientes homogéneas*. En este caso estas vertientes forman los escarpes que delimitan varias superficies de glacis de esparcimiento y debido a ello están formados por depósitos de ladera. Además en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos* se forman estas vertientes sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco y sobre lavas cuaternarias.

#### 3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Estas vertientes se localizan en la mitad septentrional del cantón, dentro del contexto *Relieves escarpados*. Una gran mayoría se encuentra en las márgenes del río Papallacta, en la zona occidental, y hacia el noreste de la zona de estudio se encuentran las vertientes en las márgenes de los ríos Quijos y Cosanga. Esta geoforma se desarrolla sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, Rocas metamórficas y los Volcánicos Antisana, con pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel de 100 a 200 metros y superior a 300 metros y vertientes largas a muy largas.

#### 3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos (Lr3)

Estas laderas se encuentran en la zona occidental del cantón, en la margen derecha del río Tumiguina, al SW de Papallacta, dentro del contexto *Paisajes glaciares*. Se forma sobre la Formación Pisayambo con pendiente de media a media a fuerte (de 12 a 40%), con un desnivel de 50 a 300 metros y vertientes moderadamente largas o muy largas.

#### 3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Esta geoforma se sitúa en el noreste del cantón, en la vertiente del río Borja al SE de San Francisco de Borja. La vertiente se desarrolla sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco, una litología compuesta tanto por andesitas piroxénicas y basaltos, que dan lugar a abruptos, como por brechas volcánicas y lahares que permiten la forma rectilínea de las vertientes. Tienen pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel de 50 a 100 metros y longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m). Se encuentran dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos*.

#### 3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1)

Son vertientes abruptas con pendiente de 70 a 100%, que se encuentran en el noreste de la zona central del cantón, dentro de tres contextos morfológicos.

En las márgenes de los ríos Quijos, Machángara y Cosanga, en el contexto *Relieves escarpados*, se desarrollan vertientes abruptas con forma cóncava o rectilínea, moderadamente largas y muy largas sobre Rocas metamórficas, materiales Volcánicos Antisana y Granito rosado, granodiorita y diques, con un desnivel relativo de 50 a 100 metros y de 200 a más de 300 metros.

En la vertiente oriental del río Cosanga y en el extremo nororiental del cantón se encuentran vertientes abruptas convexas o rectilíneas, de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m), con desnivel relativo de 50 a más de 300 metros. Estas vertientes se forman sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco y

Granito rosado, granodiorita y diques, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*.



**Foto 7.** Vertiente abrupta. Sector Baeza. 06/12/2014.

#### 3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

En este caso las vertientes tienen pendientes muy fuertes, formas convexas o rectilíneas y presentan disección. Se encuentran tanto en el extremo nororiental de la zona de estudio, dentro del contexto *Vestigios de edificios*, como repartida por la zona central, en las zonas altas de vertientes del río Quijos y en el extremo meridional del cantón, dentro del contexto *Relieves escarpados*.

Se desarrollan sobre la Formación Cuyuja- Grupo Llanganates y sobre Rocas metamórficas, en el contexto *Relieves escarpados*, como vertientes moderadamente largas a muy largas con desnivel relativo de 100 a más de 300 metros. Se presentan sobre los Volcánicos Sumaco (CODIGEM-BGS, 1994) y Granito rosado, granodiorita, diques en los *Vestigios de edificios volcánicos*, como vertientes muy largas con desnivel de más de 300 metros.



**Foto 8.** Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector San Francisco de Borja. 10/12/2014.

### 3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Estas vertientes se reparten prácticamente por toda la zona de estudio, entre cinco contextos morfológicos distintos. Esta geoforma es la segunda más abundante en todo el cantón. Las vertientes se caracterizan por ser generalmente muy largas con formas mixtas e irregulares, aunque pueden tener menor longitud, desde los 50 metros. Presentan pendientes de media a fuerte hasta muy fuertes (de 25 a 100%) y un desnivel de 50 a más de 300 metros.

En la zona suroccidental del área de estudio se encuentran estas vertientes en el contexto *Paisajes glaciares*. En toda la mitad septentrional del cantón se encuentran múltiples vertientes heterogéneas dentro del contexto *Relieves escarpados*. En ambos contextos que se desarrollan sobre la Formación Pisayambo y los Volcánicos Antisana y además en *Relieves escarpados* sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates y sobre Rocas metamórficas.

En la zona oriental del área de estudio se localiza esta geoforma en las márgenes del río Borja y en el extremo sureste, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, desarrollada sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco. En el extremo sureste, también se desarrollan vertientes heterogéneas sobre Granito de Abitagua-Guacamayos dentro del contexto *Vertientes homogéneas*.



**Foto 9.** Vertiente heterogénea. Sector Cuyuja. 10/04/2014.

### 3.5.2.8. Vertiente rocosa (Lh3)

Estas laderas presentan pendientes medias o fuertes y un desnivel relativo de 100 a 300 metros. Sus vertientes son de longitud larga a muy larga (de 250 a 500 m) con forma mixta. Se encuentra en el sector noroeste del cantón, al sur y suroeste de Papallacta, sobre la Formación Pisayambo, en el contexto *Paisajes glaciares*.

#### 3.5.2.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Son laderas heterogéneas que presentan una marcada disección, en este caso con longitud de vertiente muy larga (superior a 500 m) y pendientes fuertes. Se localizan en el noreste de la zona de estudio.

En el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, el desnivel es de más de 300 metros y la vertiente se forma sobre los Volcánicos Sumaco (CODIGEM-BGS, 1994), en el sector más oriental, en las márgenes de los ríos Cosanga y Borja.

En la margen izquierda del río Cosanga y al NO de San Francisco de Borja, se encuentran estas vertientes en el contexto *Relieves escarpados*. Se desarrollan sobre la Formación Cuyuja- Grupo Llanganates y sobre Rocas metamórficas, con desniveles de 100 a más de 300 metros.

#### 3.5.2.10. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma, compuesta por depósitos coluviales de ladera, se encuentra repartida por toda la zona de estudio, a excepción del extremo noroccidental, en el Dominio de Cimas Frías. Desde el noroeste hacia el sureste se encuentran en las márgenes de los ríos Papallacta, Chalpi Grande, Quijos, Cosanga y Bermejo, en el contexto *Relieves escarpados*. En las márgenes de los ríos Cosanga, Borja y en afluentes de ambos se encuentran coluviones en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*. Presentan pendientes de suaves a fuerte (de 5 a 70%), desnivel relativo de 25 a más de 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas.

En el extremo suroriental de la zona de estudio se encuentra esta geoforma en una pequeña extensión dentro del contexto *Vertientes homogéneas*, con pendiente media, desnivel relativo de 100 a 200 y vertientes rectilíneas muy largas (más de 500 m).



**Foto 10.** Coluvión antiguo. Sector Baeza. 07/12/2014.

#### 3.5.2.11. Glacis de esparcimiento (Pd1)

En este cantón se encuentran grandes glacis, formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera. En todos los casos la pendiente es media (de 12 a 25%) y las vertientes muy largas y generalmente rectilíneas. En el noreste de la zona de

estudio, en las márgenes del río Quijos, se localizan glaciares dentro del contexto *Relieves escarpados*, con un desnivel de 50 a más de 300 metros.

En el sureste, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, se encuentran glaciares en la margen izquierda del río Cosanga, con más de 300 metros de desnivel. En el contexto *Vertientes homogéneas* en la margen derecha del río Chonta, con desniveles de más de 300 metros y de 100 a 200 metros respectivamente. Estas dos últimas geoformas provienen de la Cordillera de los Huacamayos.



**Foto 11.** Glacis de esparcimiento. Sector Cosanga. 09/12/2014.

#### 3.5.2.12. Glacis de esparcimiento disectado (Pd2)

Este tipo de glacis de esparcimiento presenta un área extensa en el extremo sureste del cantón, procedente de la Cordillera de Huacamayos, entre los ríos Cosanga, Aliso y Yanayacu. Este glacis, que se incluye en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, tiene pendiente suave a media (de 5 a 25%), un desnivel de 15 a 50 metros y vertientes cóncavas o mixtas moderadamente largas (de 50 a 250 m).

También se encuentra un glacis en la misma zona del cantón, en el contexto *Vertientes homogéneas*. Esta vez, entre los ríos Chonta, Grande y Aliso, con pendientes suaves, desnivel de 25 a 50 metros y vertientes mixtas moderadamente largas.



**Fotos 12 y 13.** Glacis de esparcimiento disectado. Sector Las Palmas (izquierda) y Sector Cosanga (derecha). 09/12/2014.

### 3.5.3. Glaciar y periglacial

#### 3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se encuentra ubicada en el extremo occidental del cantón, entre los 3.600 y 4.500 metros de altitud, en varias lomas que rodean la población de Papallacta y en las lomas Cascajo Pata y Chosalongo Grande. Se incluye íntegramente dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Los circos se desarrollan sobre la Formación Pisayambo y los Volcánicos Antisana. Tienen pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles de 100 a 300 metros y vertientes cóncavas o rectilíneas, generalmente largas a muy largas (de 250 a 500 m).

#### 3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Las cubetas glaciares se forman dentro de los circos glaciares anteriormente citados, por tanto, se encuentran en el mismo contexto morfológico. Están formadas por depósitos glaciares, tienen pendientes de suaves a media a fuerte (de 5 a 40%), con desniveles de 25 a 50 metros y vertientes cóncavas de moderadamente a muy largas.

#### 3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Estos valles tienen perfil transversal en U y pendientes que van de suaves a medias (de 5 a 25%). En este cantón se encuentran en el sector suroeste de la zona occidental, en valles que descienden desde el norte y el oeste hacia Papallacta y en valles del extremo suroeste. Están dentro del contexto *Paisajes glaciares*.



**Foto 14.** Fondo de valle glaciar. Sector Papallacta. 11/04/2014.

#### 3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Este tipo de vertiente ocupa una gran extensión en el extremo noroccidental del cantón. Se localizan en los alrededores de Papallacta y a lo largo de la frontera oeste, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Las vertientes están formadas sobre las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates y Pisayambo, con pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desniveles de 50 a más de 300 metros y longitudes de moderadamente largas a muy largas, con formas mixtas.

#### 3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Estos valles están compuestos por depósitos glaciares y se localizan en el extremo noroccidental del cantón. Se encuentra un valle glaciar colgado en el valle del río Chalpi Chico, dentro del contexto *Relieves escarpados*, con una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y forma de valle plana.

Dentro del contexto *Paisajes glaciares* se encuentra esta geoforma en valles que desembocan en el río Papallacta y en el valle de la laguna de mismo nombre, así como los extremos occidental y suroccidental de la zona. En este contexto tienen pendientes de suave a media a fuerte (de 5 a 40%) y forma de valle en U.

#### 3.5.3.6. Horn (Gf6)

Esta geoforma se encuentra sobre la Loma Chosalongo Grande y se caracteriza por tener una cima aguda, con fuerte pendiente y con un desnivel de 100 a 200 metros. Presenta una vertiente convexa moderadamente larga (de 50 a 250 m), desarrollada en la Formación Pisayambo. Se localiza dentro del contexto *Paisajes glaciares*, donde se ha formado en medio de varios circos glaciares e interfluvios de cimas redondeadas.

#### 3.5.3.7. Rocas aborregadas (Gf7)

Este conjunto de montículos rocosos se encuentra dentro del contexto *Paisajes glaciares*, en el extremo noroccidental de la zona de estudio, a ambos lados del río Suco Dos. Son rocas de la Formación Pisayambo, formadas debido al modelado glaciar, desarrollando una pendiente media entre vertientes de valle glaciar.

#### 3.5.3.8. Laguna glaciar (Gf8)

En este cantón existen lagunas glaciares asociadas a fondos de valle glaciar, en la zona noroccidental, se encuentran las lagunas de Papallacta y Tumiguina y en un valle glaciar al NE de la Loma de Baños. Tienen una pendiente plana (de 0 a 2%) y se encuentran dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

#### 3.5.3.9. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Estos sedimentos de origen glaciar se encuentran en el contexto de *Paisajes glaciares*, en el extremo noroccidental de la zona de estudio, al suroeste de la Laguna Tumiguina. Están compuestos de depósitos fluvio glaciares, formados por bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas, con pendientes medias (de 12 a 25%).

#### 3.5.3.10. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2)

Estas zonas se encuentran en el norte y sur del sector noroccidental de cantón, hacia el N y NO de la Loma de Baños, al SE de la Laguna Tumiguina y al NO de la Loma Chosalongo Grande, dentro del contexto de *Paisajes glaciares*. Están formadas por depósitos superficiales indiferenciados y las pendientes van de planas a suaves (de 0 a 12%).

### 3.5.4. Volcánico

#### 3.5.4.1. Vestigios de edificios volcánicos (Va3)

En este cantón se encuentran vestigios en la zona oriental, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*. Se encuentra esta geoforma ocupando una extensa superficie en el área central de la zona, lo que hubiera sido un edificio volcánico, que actualmente no se asocia a ningún edificio presente. La geoforma presenta varias características morfológicas debido a su extensión y está formada por materiales Volcánicos Pan de Azúcar.

Se localizan también en esta zona vestigios sobre los volcanes activos El Dorado y Pumayacu, ambos formados por lavas cuaternarias. En toda la geoforma se dan pendientes muy variables, desde medias a escarpadas (de 12 a 150%) y desniveles de 50 a más de 300 metros, con vertientes moderadamente largas a muy largas y formas de cima principalmente aguda.



**Fotos 15 y 16.** Vestigios de edificios volcánicos. Sector Las Caucheras. 09/12/2014.

#### 3.5.4.2. Cono sin actividad volcánica y sin huellas glaciares (Vci3)

Este cono volcánico se localiza en el extremo nororiental de la zona de estudio, en la ladera suroeste del volcán Pan de Azúcar y está formado por los materiales Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco. Se encuentra dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.

Esta geoforma está caracterizada por pendientes, que pueden ser medias o de fuertes a muy fuertes. Los desniveles van de 100 a 200 metros o más de 300 metros. Las vertientes son mixtas y con una longitud larga a muy larga (de 250 a más de 500 m). Tiene forma de cima aguda.

#### 3.5.4.3. Cráter (Vc1)

Es la apertura situada en la parte superior del cono volcánico del volcán El Dorado, un volcán potencialmente activo situado en la zona oriental del cantón, al noroeste de Cosanga. Está dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*.

El cráter está formado por lavas cuaternarias. Parte del cráter permanece intacta, con pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo de 200 a 300 metros y vertientes rectilíneas largas (de 250 a 500 m). Sin embargo, la mitad este de la geoforma se ha destruido, quedando pendientes medias (de 12 a 25%) y un desnivel de 25 a 50 metros.

#### 3.5.4.4. Flujo de piroclastos (Vc9)

Es un flujo de piroclastos formado por lavas cuaternarias. Se dispone por la ladera NE del volcán El Dorado, en relación con la geoforma anterior (Vc1), en el mismo contexto, *Vestigios de edificios volcánicos*. Tiene una pendiente fuerte, más de 300 metros de desnivel y una vertiente rectilínea de más de 500 metros de longitud.

#### 3.5.4.5. Colada de lava antigua (Vc10)

Estas coladas se encuentran en la zona occidental del cantón y presentan en general un desnivel mayor de 300 metros y vertientes muy largas. En el sector de Las Palmas, dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, tiene pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y forma de vertiente rectilínea.

Dentro del contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, se sitúa sobre el volcán Machángara, en la margen del río Cosanga. Está colada forma parte de los Volcánicos Antisana, con pendiente fuerte (de 40 a 70%) y forma de vertiente mixta.



**Foto 17.** Colada de lava antigua. Sector Cosanga. 09/12/2014.

#### 3.5.4.6. Colada de lava muy reciente (vc11)

Se localiza una colada de lava muy reciente en la zona oriental del cantón, sobre el volcán Chacana, formada por Flujos de lava (Potrerillos). Esta geoforma se incluye en el contexto morfológico de *Paisajes glaciares*, entre vertientes y fondos de valle glaciar, siendo la única representación volcánica en este contexto y de este volcán. Tiene una pendiente suave (de 5 a 12%), un desnivel relativo superior a 300 metros y una vertiente irregular muy larga.

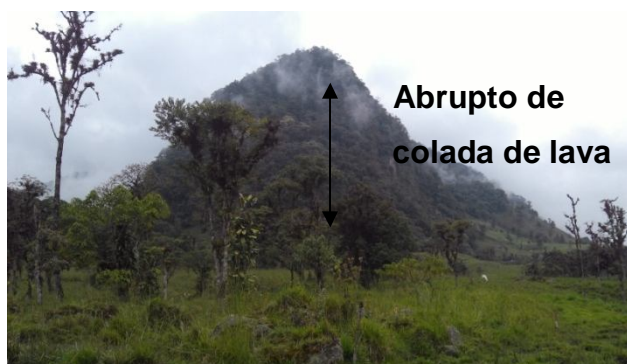


**Foto 18.** Detalle de macizo rocoso. Flujos de lava (Potrerillos). Sector Papallacta. 11/04/2014.

#### 3.5.4.7. Abrupto de colada de lava (Vc12)

Se trata de la vertiente frontal de la colada de lava antigua anterior (Vc10), con pendiente sensiblemente superior al resto del cuerpo lávico. Se encuentra en el mismo contexto, *Construcciones de tipo estrato-volcán* y está formada por los Volcánicos Antisana.

Este abrupto se caracteriza por tener un desnivel superior a 300 metros, con una pendiente muy fuerte (de 70 a 100%) y una vertiente rectilínea muy larga.



**Fotos 19 y 20.** Abrupto de colada de lava. Vista general (izquierda) y detalle de macizo rocoso en Volcánicos Antisana (derecha). Sector Las Palmas. 09/12/2014.

#### 3.5.4.8. Lahar (VcL)

Este lahar se canaliza a través de un valle en forma de V presente en la vertiente NO del volcán Antisana, en la zona occidental del cantón. Se forma con una pendiente suave (de 5 a 12%), dentro del contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

#### 3.5.4.9. Domo volcánico (Dom)

Los domos de este cantón se caracterizan por tener pendientes fuertes, un desnivel relativo de 200 a más de 300 metros y vertientes rectilíneas largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

Están situados en el oeste de la zona oriental del cantón, en las márgenes de los ríos Bermejo y Yanayacu Grande y se conocen como Bermejo y Huevo de Chivo respectivamente. Ambos se encuentran dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables*.



**Foto 21.** Domo volcánico. Sector Las Palmas. 09/12/2014.

#### 3.5.4.10. Superficie volcánica ondulada (Vc16)

Esta superficie ondulada está desarrollada sobre materiales volcánicos, en este caso sobre los Volcánicos Antisana. Presenta una pendiente suave a media (de 5 a 25%). Se localiza en el sector noroccidental del cantón, al NE de la Loma Chosalongo Grande, en el contexto *Paisajes glaciares*.

#### 3.5.4.11. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma se localiza en la región occidental del cantón en dos contextos morfológicos distintos. Al Este de las poblaciones de San Francisco de Borja y Cosanga, se encuentra dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco. En la margen del río Quijos, al Oeste de Baeza, dentro de los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, se desarrolla sobre los materiales Volcánicos Antisana.

El relieve presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros, con pendientes fuertes y vertientes mixtas largas (de 250 a 500 m). Se dan formas de valle en V y cimas redondeadas. El contexto *Vestigios de edificios volcánicos* presenta además vertientes rectilíneas moderadamente largas.



**Foto 22.** Relieve volcánico colinado alto. Sector Cosanga. 09/12/2014.

#### 3.5.4.12. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Esta geoforma es similar a la anterior (Rv10) siendo diferente la disección, que le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de entre 200 y 300 metros. Se localiza en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, en las márgenes del río Borja en el NE de la zona de estudio.

Este relieve colinado presenta pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), vertientes mixtas largas, con formas de valle en V y cimas agudas o redondeadas. Se desarrollan sobre los materiales Volcánicos Sumaco y Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco.

#### 3.5.4.13. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Este relieve se diferencia de los anteriores por los desniveles máximos que presenta, que pueden ser mayores de 300 metros, y en este caso tienen una longitud de vertiente muy larga.

La geoforma se encuentra en la zona oriental de la zona de estudio, principalmente en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*. Se localiza en las márgenes de los ríos Cosanga y Borja y en el este de la población de Cosanga. Está formada por los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco y por lavas cuaternarias. Sus pendientes son de

media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%) con vertientes mixtas, irregulares o rectilíneas, valles en V o en U y cimas agudas o redondeadas.

En el sur de Baeza este relieve se desarrolla sobre los Volcánicos Antisana y presenta pendientes fuertes, vertientes mixtas, valles en U y cimas con forma redondeada. En este caso está dentro del contexto *Relieves escarpados*.



**Foto 23.** Relieve volcánico montañoso. Sector Cosanga. 09/12/2014.

### 3.5.5. Tectónico-erosivo

#### 3.5.5.1. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma se sitúa en el noreste de la zona de estudio, con desniveles en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros. En general tiene vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma mixta y valles en forma de U.

Se encuentra dentro del contexto *Relieves escarpados*, en dos lugares distintos. Se localiza en el norte de San Francisco de Borja, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, en la que desarrolla pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%) y formas de cima redondeada. Al este de Baeza, sobre Rocas metamórficas, se dan pendientes fuertes y forma de cima aguda.

#### 3.5.5.2. Relieve colinado muy alto (Rt6)

La diferencia de esta geoforma con la anterior (Rt5) son los desniveles, en este caso comprendidos entre 200 y 300 metros. En general presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes muy largas mixtas o irregulares y forma de valle en V. Se encuentra en el sector occidental del cantón y se diferencian algunas características según la litología y el contexto en que se encuentran.

En el SO y SE de Baeza y al NO de San Francisco de Borja, se encuentra este relieve dentro del contexto *Relieves escarpados*. Se desarrolla sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates y sobre Granito rosado, granodiorita y diques, dando en esta última litología características diferentes, como pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), valles en U y cimas agudas. También se da esta litología en el extremo noreste de la zona de estudio, en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, en este caso con las características generales y forma de cima aguda.

Por último, en el extremo sureste del cantón se encuentra el relieve en el contexto *Vertientes homogéneas*, desarrollado sobre Granito de Abitagua-Guacamayos, con vertientes rectilíneas y formas de cima redondeadas.



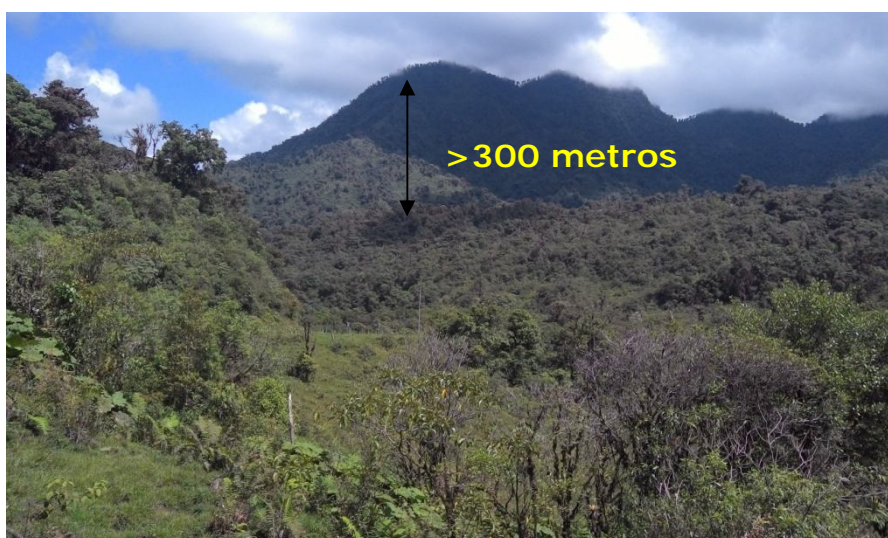
**Foto 24.** Relieve colinado muy alto. Sector Cosanga. 06/12/2014.

#### 3.5.5.3. Relieve montañoso (Rt7)

El relieve montañoso se diferencia del colinado porque presenta un desnivel de más de 300 metros. Esta geofoma se reparte por la zona oriental del cantón y presenta pendientes fuertes y vertientes muy largas (más de 500 m).

En el NE y SE de Baeza se desarrolla dentro del contexto *Relieves escarpados*. Al NE sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, tienen vertientes irregulares, valles en V y cimas redondeadas. Al SE se dan vertientes mixtas, valles en U y formas de cima aguda, sobre Rocas metamórficas.

En el extremo sureste del cantón, ligado a la geofoma anterior (Rt6), dentro del contexto *Vertientes homogéneas*, el relieve montañoso se desarrolla sobre Granito de Abitagua-Guacamayos y presenta vertientes rectilíneas, formas de cima redondeada y valles en V.



**Foto 25.** Relieve montañoso. Sector Cosanga. 06/12/2014.

### 3.5.6. Poligénicas

#### 3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

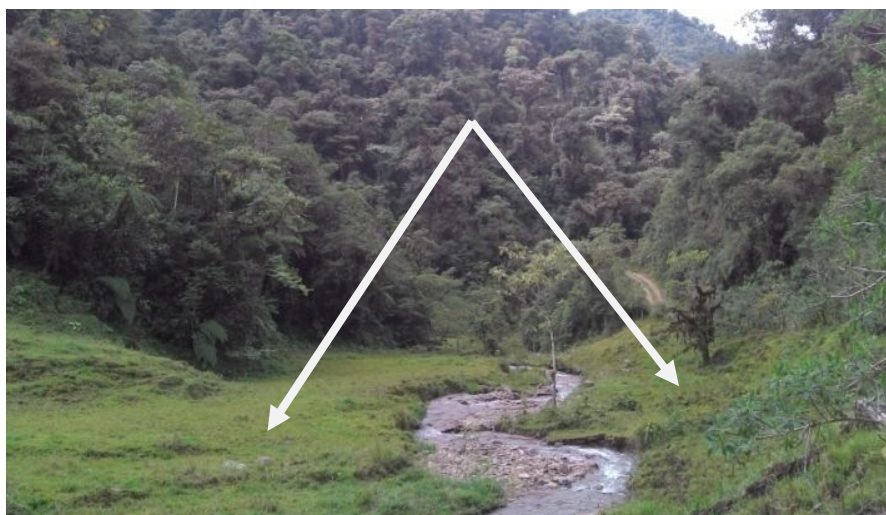
Este depósito superficial, formado por limo-arcillas, arenas, gravas y bloques, se localiza al final de un barranco que desemboca en el río Tumiguina, al SW de Papallacta, en el contexto *Paisajes glaciares*. Tiene forma de valle plana y una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%).

#### 3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Depósito superficial, formado por depósitos coluvio aluviales, que se encuentra repartido por toda la zona de estudio. Se localiza en cinco de los contextos morfológicos definidos para el cantón Quijos.

En la zona occidental del cantón se encuentra esta geoforma en un valle al SO de Papallacta, con pendiente media y fondo de valle plano, en el contexto *Paisajes glaciares*. Desde Papallacta hacia el sureste, en los valles que desembocan en el río Papallacta, hasta poco antes de su desembocadura en el río Quijos, se dan coluvio aluviales antiguos con pendientes de medias a media a fuerte (de 12 a 40%) principalmente y valles planos o en V. Estos últimos dentro de los *Relieves escarpados*.

En la región oriental del cantón se localiza esta geoforma en los tres contextos restantes, sobre valles o en las márgenes de ríos. Se encuentra dentro de *Vestigios de edificios volcánicos*, *Medio Aluvial Amazónico* y *Vertientes homogéneas*. En estos contextos se dan pendientes de muy suaves a media a fuerte (de 5 a 40%) y formas de valle tanto en V como planas.



**Fotos 26.** Coluvio-aluvial antiguo. Sector San Francisco de Borja. 10/12/2014.

#### 3.5.6.3. Superficie inclinada (Si2)

Esta superficie se encuentra en toda la zona de estudio, dentro de tres contextos diferentes. En la zona noroccidental del cantón se localiza en el contexto *Paisajes glaciares*, al sur de la Laguna Sucus y al NO de la Loma Chosalongo Grande. En este contexto está compuesto por la Formación Pisayambo y por depósitos glaciares y presenta una pendiente media, un desnivel relativo de 100 a 200 metros y más de 300 metros, con vertientes irregulares muy largas.

Se encuentran superficies inclinadas dentro de los *Relieves escarpados* en la región central del cantón, en las márgenes de los ríos Papallacta y Quijos y al NO de San Francisco de Borja. En este contexto las superficies tienen pendientes de suave a media a fuerte (de 5 a 40%), un desnivel de 50 a más de 300 metros y vertientes irregulares o rectilíneas de larga a muy larga longitud (de 150 a más de 500 m).

En el sureste del cantón, esta superficie se localiza en el NE de Cosanga, hacia el norte por la margen del río Cosanga. En este caso se encuentra dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos* y presenta pendientes medias, desnivel de 25 a 200 metros y vertientes mixtas de moderadamente a muy largas (de 50 a más de 500 m).



**Foto 27.** Superficie inclinada. Sector Cosanga. 09/12/2014.

#### 3.5.6.4. Superficie inclinada disectada (Si3)

Esta superficie se localiza en Quijos en los mismos tres contextos morfológicos que la geoforma anterior, en distintas localizaciones aunque con características comunes, como un desnivel relativo de 25 a 50 metros, forma de valle en V, cimas planas y generalmente vertientes moderadamente largas con forma irregular.

En el contexto *Paisajes glaciares* se encuentra una superficie inclinada disectada en la Loma Sunfohuaycu, en la zona occidental del cantón. Se desarrolla sobre la Formación Pisayambo, con pendiente media. En el contexto *Relieves escarpados* las superficies se encuentran en la zona central del cantón, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates, con pendiente de media a media a fuerte (de 12 a 40%) y en este caso se da además forma de vertiente rectilínea.

En el noreste de la zona de estudio, en la margen del río Cosanga antes de su desembocadura en el río Quijos, se encuentra esta geoforma dentro del contexto *Vestigios de edificios volcánicos*. En este caso se desarrolla sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco y tiene pendientes fuertes y vertientes cortas (de 15 a 50 metros).

#### 3.5.6.5. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Esta geoforma es el abrupto de algunas de las superficies inclinadas de la geoforma anterior (Si2) y generalmente presenta pendientes fuertes, un desnivel de 100 a 200 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m).

El abrupto se encuentra en la zona oriental del cantón, al oeste de San Francisco de Borja, dentro del contexto *Relieves escarpados*. Se desarrolla sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates con vertientes irregulares. También se localiza en el sector sureste, al NE de Cosanga, dentro de los *Vestigios de edificios volcánicos*. En este contexto están formadas sobre los materiales Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco, en los que se dan vertientes rectilíneas, además se pueden presentar desniveles de 50 a 100 metros y vertientes de 50 a 250 metros.

#### 3.5.6.6. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Este interfluvio se desarrolla en las posiciones cimerales, con la característica principal de forma de cima redondeada. Principalmente se localiza en la zona occidental del cantón, entre las lomas Sunfohuaycu, Chosalongo Grande y Cascajo Pata y en las lomas que se encuentran entre las lagunas Sucus y Papallacta. Estos interfluvios están en el contexto *Paisajes glaciares*. Se desarrollan en la Formación Pisayambo y los Volcánicos Antisana, con pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%).

En la zona central del cantón esta geoforma se localiza en los *Relieves escarpados*, entre los ríos Papallacta y Quijos en su confluencia, sobre la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates. Presenta pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%). También se desarrollan estos interfluvios en el sureste del cantón, en la Cordillera de los Huacamayos. En este caso tienen pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y se forman sobre los Volcánicos Pan de Azúcar-Sumaco, en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*.

#### 3.5.6.7. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma es similar a la geoforma anterior (Ar1), pero en este caso está caracterizada por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior, y por tanto, tienen forma de cima aguda.

Estos interfluvios se encuentran principalmente en la mitad occidental del cantón. En el extremo suroccidental se localizan dentro del contexto *Paisajes glaciares*, en las cimas de las lomas que rodean Papallacta y a lo largo de toda la frontera suroeste del cantón. Se desarrollan sobre la Formación Pisayambo, que incluye materiales de considerable resistencia a la erosión que facilitan la persistencia de esta geoforma. Tienen pendientes de media a muy fuerte (de 12 a 100%).

Hacia el centro del cantón se localizan interfluvios a ambos lados del río Papallacta, desde Chalpi Chico hasta Cuyuja, dentro de *Relieves escarpados*. Están desarrollados en las formaciones Cuyuja-Grupo Llanganates y Pisayambo, con pendientes fuertes.

En la región noreste del cantón se encuentra esta geoforma de forma aislada en el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, al este del río Cosanga, a la altura de Baeza y se caracteriza por una pendiente muy fuerte (de 70 a 100%) sobre los Volcánicos Pan de Azúcar.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Quijos cuenta con una superficie total de 1.582 km<sup>2</sup>, de los que 648 km<sup>2</sup> forman parte de la zona de estudio del proyecto, es decir, más de la mitad de la superficie del cantón no forma parte de la zona de estudio, debido a la existencia del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE). Está situado principalmente en la Región Sierra y una pequeña extensión en la Región Amazonía, del orden del 4% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 1.200 metros hasta un máximo de 4.600 metros.

En el cantón Quijos se pueden diferenciar cuatro Dominios Fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la Región Sierra y el último en la Región Amazonía.

1. **Sistema volcánico.** Representa el dominio con mayor presencia en cantón, ocupando casi el 41% del área estudiada, unos 264 km<sup>2</sup>. Ocupa una amplia extensión de la zona oriental del cantón. Este Dominio Fisiográfico contiene dos Contextos Morfológicos en el territorio de estudio.

El contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* tiene poca representación, se trata únicamente del 2% de la superficie de estudio. Este contexto presenta únicamente las geoformas Colada de lava antigua y su respectivo Abrupto de colada de lava, que representa al edificio volcánico Machángara y un Lahar perteneciente al volcán Antisana.

El contexto morfológico *Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables* tiene una extensión importante dentro del cantón, más del 38% de la superficie del mismo. Las geoformas que se identifican como las más características son de génesis volcánica, principalmente los Vestigios de edificios volcánicos, que ocupan casi la mitad de la superficie de este contexto. También se encuentran, pero en mucha menor extensión Conos sin actividad volcánica actual, Domo volcánico y Relieve volcánico montañoso. Se encuentran geoformas glaciares como Morrenas y Hondonadas pantanosas y geoformas erosivas de génesis fluvial como Barrancos. La génesis laderas se representa principalmente con geoformas como Coluvión antiguo, vertientes de varios tipos y Glacis de esparcimiento disectado.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta unos 100 km<sup>2</sup>, ocupando una pequeña extensión situada en el extremo occidental del área de estudio. Este Dominio Fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo Contexto Morfológico, denominado *Paisajes Glaciares*.

Las geoformas, o unidades geomorfológicas, más características de dicho Contexto Morfológico son de génesis glaciar, como Fondo y Vertiente de valle glaciar, Circo glaciar, Valle glaciar y Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas discriminan distintos tipos de laderas (heterogénea y rectilínea con salientes rocosos) y depósitos asociados a las mismas.

3. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa casi un 40% del área estudiada en el cantón, unos 256 km<sup>2</sup>. Este Dominio Fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter lineal. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos Contextos Morfológicos.

En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se dan principalmente geoformas de génesis tectónico-erosivo, como Relieve montañoso y Relieve colinado alto. Se encuentran en relación con la génesis de laderas Glacis de esparcimiento disectado y no disectado de grandes extensiones y Vertiente heterogénea y rectilínea principalmente.

En el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* las geoformas más abundantes son las relacionadas con la formación de laderas, especialmente distintos tipos de Vertientes heterogéneas y rectilíneas y Glacis de esparcimiento. Las geoformas fluviales están representadas principalmente por Encañonamientos y Barrancos y una parte de Valle fluvial, llanura de inundación. Se han identificado diferentes geoformas poligénicas como Superficie inclinada, Superficie inclinada disectada y Coluvio-aluvial antiguo.

4. **Medio Aluvial Amazónico.** Ocupa cerca de un 4,3% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Quijos, Cosanga y Borja. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (Valle fluvial-llanura de inundación, Terraza baja y cauce actual) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (Terrazas alta y media principalmente).

Uno de los aspectos característicos del cantón Quijos es la presencia de contextos muy distintos en una distancia no muy extensa. Desde el oeste del cantón, donde se encuentra el contexto *Paisajes glaciares* hacia el este, donde se desarrolla el *Medio Aluvial Amazónico*, se da una distancia aproximada de 40 km y por tanto una importante variación altitudinal, desde casi 4.600 msnm hasta 1500 msnm. El *Medio Aluvial Amazónico* solo representa una parte muy pequeña del cantón, a lo largo de la red fluvial de la zona oriental, pero produce un importante cambio en la geomorfología del cantón. Se pasa de un marcado relieve montañoso o de alto desnivel y vertientes de fuerte pendiente a zonas de terrazas y valle fluvial, con pendientes suaves y muy suaves en el valle del río Cosanga. El río Papallacta desciende desde el contexto *Paisajes glaciares* con un trazado más rectilíneo en la cuenca alta y presenta un importante Encañonamiento en su confluencia con el río Quijos, antes de entrar en el *Medio Aluvial Amazónico*.

La presencia de volcanes en este cantón configura las características que definen los contextos morfológicos del Sistema volcánico. En la región oriental del cantón se encuentra el contexto *Vestigios de edificios volcánicos*, rodeados por los edificios volcánicos Pan de Azúcar, Bermejo y Machángara, extintos o dormidos y se localizan también el volcán El Dorado y el complejo de domos de Pumayacu, potencialmente activos. Particularmente en la zona occidental del cantón, el contexto *Paisajes glaciares* se sitúa sobre el volcán Chacana, donde se han desarrollado casi exclusivamente geoformas de génesis glaciario, a excepción de una Colada de lava muy reciente; y sobre el volcán Antisana, se localiza únicamente un Lahar. Existe una cobertura reciente de cenizas volcánicas que ocupa gran parte de la superficie del cantón, proveniente principalmente del volcán Antisana en la zona occidental y los volcanes Pan de Azúcar y Sumaco, situados en la frontera oriental del cantón. Las relaciones observadas entre geoformas y sustrato geológico se diferencian por su disposición geográfica y según su génesis. Las geoformas glaciares y volcánicas están

principalmente formadas por depósitos volcánicos del Antisana y del Pan de Azúcar-Sumaco y la Formación Pisayambo particularmente forma los *Paisajes glaciares*. El modelado de los *Relieves escarpados* estructural está íntimamente asociado a las formaciones geológicas que lo integran, como la Formación Cuyuja-Grupo Llanganates en su mayor parte y los Volcánicos Antisana y Rocas metamórficas. Las *Vertientes homogéneas* están formadas por Granito de Abitagua-Guacamayos y glaciares procedentes de esta formación.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

Clapperton, C.M., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*. Ámsterdam, 779 p.

Colombo, F., y Martí, J., 1992. Depósitos volcano-sedimentarios. En: Sedimentología, colección Nuevas tendencias. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC)*. Madrid, 271-345.

CLIRSEN, 1998. Estudio geomorfológico del cantón Guayaquil. *Informe no publicado*. Quito, 34 p.

CLIRSEN, 2012. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). *Informe no publicado*. Quito, 36 p.

Coltorti, M., y Ollier, C.D., 2000. Geomorphic and tectonic evolution of the Ecuadorian Andes. *Geomorphology*, 32, 1-19.

Gutiérrez, M., 2008. Geomorfología. *Pearson Educación, S.A.* Madrid, 898 p.

IEE, 2013. Base conceptual de la cartografía geomorfológica y de amenaza por tipo de movimiento en masa. *Informe no publicado*. Quito, 114 p.

Iriondo, M.H., 2012. Cuaternario de Ecuador, Perú y Chile. *Museo Provincial de Ciencias Naturales*. Santa Fe, 416 p.

Leopold, L. B., 1994. A View of the River. *Harvard University Press*. Cambridge, Massachusetts, 298 p.

Ministerio de Medio Ambiente, 2006. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. *Serie Monografías, Centro de Publicaciones de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Medio Ambiente*. Madrid, 917 p.

Reading, A. J., Thompson, R. D., y Millington, A.C., 1995. Humid Tropical Environments. *Blacwell*. Oxford, 429 p.

Rossiter, D., 2000. Metodologías para el levantamiento del recurso suelo: texto base. (trad. R. Vargas 2004). *ITC, Soil Science Division*. Netherlands, s.p.

Strahler, A. N., 1979. Geografía Física. *Ediciones Omega* (4ª edición). Barcelona, 767 p.

Van Zuidam, R.A., 1985. Aerial photo-interpretation in terrain analysis and geomorphologic mapping. *Printed Smith Publishers*. Netherlands, 442 p.

Vera, R., 2013. Geology of Ecuador. *Gráficas Iberia*. Quito, 150 p.

Zinck, J.A., 2012. Geopedología. *ITC*. Enschede, Netherlands, 123 p.

## 5.2. Bibliografía citada

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*. París, 410 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Píntag (Hoja 85), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Baeza (Hoja 100), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Napo, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-IGS (Dirección General de Geología y Minas; Institute of Geological Sciences), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *DGGM*. Quito.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. *CODIGEM*. Quito, 102 p.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. *CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM*. Quito, 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.



## ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha

Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca  
SIGTIERRAS

### LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000

#### Ficha General de Información de Campo - Geomorfología

**1. Datos Generales**

Identificación

Código Ficha  Fecha descripción

Código Salida  Código Responsable  Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

**2. Descripción**

Contexto Morfológico

Geoforma  Pendiente

Forma Cima  Desnivel Relativo

Forma Vertiente  Longitud Vertiente

Forma Valle  Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

**3. Macizo Rocoso**

Macizo Rocoso 1

Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocoso 2

Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

Macizo Rocoso 3

Estructura Macizo Rocoso <input type="text"/>	Humedad <input type="text"/>	Número Muestras <input type="text"/>	Categorización Roca
Grado Fracturación <input type="text"/>	Tipo Discontinuidad <input type="text"/>	Buzamiento <input type="text"/>	Clasificación <input type="text"/>
Grado Meteorización <input type="text"/>	Espacio entre Discontinuidades <input type="text"/>	Azimuth <input type="text"/>	Tipo <input type="text"/>
Grado Compactación <input type="text"/>	Abertura entre Discontinuidades <input type="text"/>	Profundidad <input type="text"/>	Textura <input type="text"/>
Afloramiento Agua <input type="text"/>	Material Relleno <input type="text"/>		

A. Fotos Macizo Rocoso

MR1	MR2	MR3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

**4. Depósitos Superficiales**

Tipo Depósito Superficial

Composicion Deposito Superficiales	Porcentaje
<input type="text"/>	<input type="text"/>

A. Fotos Depósitos superficiales

DS1	DS2	DS3
-----	-----	-----

B. Otros Aspectos Depósito superficial

**#. Observaciones Generales**

Sincroniza con Geoforma  Guardar



## ANEXO II. CÓDIGOS DE FICHAS DE CAMPO LEVANTADAS EN EL CANTÓN

CGg-ÑIII_D2-53-0207	CGg-OIII_C3-58-0273	CGg-OIII_C3-58-0298
CGg-ÑIII_D2-53-0210	CGg-OIII_C3-58-0274	CGg-OIII_C1-57-0001
CGg-ÑIII_D2-53-0232	CGg-OIII_C3-58-0275	CGg-OIII_C1-57-0002
CGg-ÑIII_D2-53-0215	CGg-OIII_C3-58-0277	CGg-OIII_C1-57-0003
CGg-ÑIII_D2-53-0217	CGg-OIII_C3-58-0278	CGg-OIII_C1-57-0004
CGg-ÑIII_D2-53-0218	CGg-OIII_C3-58-0279	CGg-OIII_C1-57-0005
CGg-ÑIII_D2-53-0221	CGg-OIII_C3-58-0280	CGg-OIII_C1-57-0006
CGg-ÑIII_D2-53-0222	CGg-OIII_C3-58-0281	CGg-OIII_C1-57-0007
CGg-ÑIII_D2-53-0223	CGg-OIII_C3-58-0282	CGg-OIII_C1-57-0008
CGg-ÑIII_D2-53-0241	CGg-OIII_C3-58-0283	CGg-OIII_C1-57-0009
CGg-ÑIII_D2-53-0243	CGg-OIII_C3-58-0284	CGg-OIII_C1-57-0010
CGg-ÑIII_D2-53-0245	CGg-OIII_C3-58-0285	CGg-OIII_C1-57-0012
CGg-ÑIII_D2-53-0246	CGg-OIII_C3-58-0286	CGg-OIII_C1-57-0013
CGg-ÑIII_D2-53-0247	CGg-OIII_C3-58-0287	CGg-OIII_C1-57-0014
CGg-ÑIII_D2-53-0249	CGg-OIII_C3-58-0288	CGg-OIII_C1-57-0015
CGg-ÑIII_D2-53-0453	CGg-OIII_C3-58-0289	CGg-OIII_C1-57-0016
CGg-ÑIII_D2-53-0454	CGg-OIII_C3-58-0290	CGg-OIII_C1-57-0018
CGg-OIII_C3-58-0174	CGg-OIII_C3-58-0291	CGg-OIII_C1-57-0097
CGg-OIII_C3-58-0175	CGg-OIII_C3-58-0292	CGg-OIII_C1-57-0099
CGg-OIII_C3-58-0269	CGg-OIII_C3-58-0293	CGg-OIII_C1-57-0100
CGg-OIII_C3-58-0270	CGg-OIII_C3-58-0295	CGg-OIII_C1-57-0101
CGg-OIII_C3-58-0271	CGg-OIII_C3-58-0297	CGg-OIII_C1-57-0102



## ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

El presente glosario recoge, en orden alfabético, la definición de cada una de las Geoformas del Catálogo de Cartografía Geomorfológica a escala 1:25.000, realizada dentro del Proyecto de Cartografía Temática del Ecuador.

La denominación y definición de cada una de las Geoformas ha seguido, a grandes rasgos, la nomenclatura y base conceptual definida por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exClirsén), del que este Proyecto es continuación, con algunas modificaciones específicas llevadas a cabo en este trabajo.

Asimismo, se incluyen diversos términos no contemplados en el catálogo de dicho organismo, cuya nomenclatura y definición se ajustan a las establecidas en la bibliografía geomorfológica de uso más extendido y aceptado o, en su defecto, al sentido con que han sido utilizadas en el presente Proyecto. Se ha tenido especialmente en cuenta, para la definición y comentarios de algunos términos de nueva incorporación, la publicación “Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador” (Winckell, A., 1997).

**Nota:** Las expresiones que aparecen *en cursiva* dentro de una definición hacen referencia a otra Geoforma recogida en el Glosario.

## -A-

**ABRUPTO DE COLADA DE LAVA:** Vertiente frontal de una *colada de lava antigua* o de una *colada de lava muy reciente*, con pendiente sensiblemente superior al resto del cuerpo lávico.

**ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN:** Escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

**ABRUPTO DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO:** Escarpe o escalón que limita con una *superficie de cono de deyección disectado* y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

**ABRUPTO DE CONO DE ESPARCIMIENTO:** Escarpe o escalón que limita con la superficie de cualquier tipo de cono de esparcimiento (*ver superficie de cono de esparcimiento, superficie de cono de esparcimiento disectado, superficie de cono de esparcimiento muy disectado*) y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario.

**ABRUPTO DE SUPERFICIE ALTA:** Escarpe o escalón que limita con una *superficie alta* o con una *superficie alta disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

**ABRUPTO DE SUPERFICIE HORIZONTAL:** Escarpe o escalón que limita con una *superficie horizontal* o con una *superficie horizontal disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

**ABRUPTO DE SUPERFICIE INCLINADA:** Escarpe o escalón que limita con una *superficie inclinada* o con una *superficie inclinada disectada*, presentando una inclinación sensiblemente superior a la de ésta.

**ACANTILADO:** Ladera junto a la línea de costa, de pendiente muy elevada y desnivel usualmente mayor a 15 metros.

**ACANTILADO ROCOSOS EN DESPLOME:** Ladera de pendiente muy pronunciada, que incluye partes de la misma en voladizo o salientes respecto a la vertical.

**ACUMULACIONES PIROCLÁSTICAS CON BANCOS Y/O LÓBULOS DE GELIFLUXIÓN:** Geoforma constituida por depósitos piroclásticos, sometidos a un flujo lento de la capa superior del suelo, empapada en agua en la época de deshielo. Se produce en ambientes periglaciares.

**AFLORAMIENTOS ROCOSOS:** Rocas aflorantes en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Para medios morfoclimáticos fríos, de características periglaciares, se utiliza el término *afloramientos rocosos en ambiente periglaciario*.

**AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIARIO:** Rocas en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se utiliza esta denominación cuando aparecen en zonas de ambiente periglaciario que, no obstante, han podido estar sometidas anteriormente a modelado glaciar.

**APLANAMIENTO KÁRSTICO:** Superficie aplanada, producto de la disolución de rocas carbonatadas. A veces sobresalen de su interior, o la rodean, relieves residuales kársticos.

**ÁREAS ENDORREICAS EN LLANURAS ALUVIALES Y TERRAZAS:** Depresiones en llanuras aluviales (*valle fluvial, llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media, terraza alta, terraza colgada, terrazas escalonadas, terrazas indiferenciadas*) en las que el agua se acumula de forma estacional o permanente. Incluyen toda el área de la cubeta o depresión, es decir, toda la superficie deprimida a partir de la cual el agua discurre hacia el interior de la Geoforma delimitada.

## -B-

**BADLANDS:** Áreas que presentan un modelado con intensa disección en surcos erosivos, cárcavas y barrancos, con frecuente agrietamiento en superficie. Están desprovistas de suelo productivo y, preferentemente, se desarrollan en materiales arcillosos y margosos bajo climas áridos y semiáridos.

**BARJANES:** Dunas con forma de media luna en planta, cuyos cuernos apuntan en el sentido de la procedencia del viento dominante.

**BARRA O CRESTA ESTRUCTURAL:** Relieve estructural proporcionado por capas muy inclinadas, próximas a la vertical, con las que la superficie del terreno es coincidente.

**BARRANCO:** En este Proyecto, se considera bajo esta denominación a un curso de orden menor, situado habitualmente en cabeceras fluviales, con fuertes pendientes transversales al eje de drenaje; representa una forma de incisión fluvial, que no contiene sedimentos cubriendo de forma generalizada su lecho y márgenes.

**BASÍN:** Depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, situada en la Llanura Aluvial reciente de la Región Costa.

**BLOQUES ERRÁTICOS GLACIARES:** Bloques, de dimensiones métricas a decamétricas, depositados por la actividad glacial, generalmente de litologías distintas a las del material sobre el que se asientan.

## -C-

**CALDERA:** Depresión circular o elíptica, situada en la parte superior del edificio volcánico, similar a un *cráter*, pero de dimensiones mucho mayores. Muchas calderas se han generado por hundimiento y colapso de la cámara magmática, tras la emisión de grandes cantidades de material volcánico.

**CAMPO DE DUNAS:** Área de extensión considerable, ocupada por dunas o colinas de arena de diferentes geometrías.

**CAMPO DE REG:** Desierto pedregoso.

**CASQUETE DE CUMBRE NIVAL, CASQUETE GLACIAR:** Masa de hielo y nieve, a veces con presencia de glaciares actuales, situada en la cumbre de un cono volcánico.

**CAUCES ABANDONADOS, MEANDROS ABANDONADOS:** Segmentos fluviales abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución. Presentan relleno de sedimentos y los suelos que se desarrollan en ellos son susceptibles de aprovechamiento agrícola.

**CAUCES Y MEANDROS OCASIONALMENTE FUNCIONALES:** Tramos o segmentos fluviales que, aun habiendo sido abandonados por el cauce, son ocupados por las aguas en períodos de avenida o de grandes precipitaciones. Aparecen en ellos, con frecuencia, suelos de carácter pantanoso.

**CERRO TESTIGO:** Cerro aislado, que sobresale respecto al entorno adyacente, que permanece como residuo o testigo de la erosión de los materiales que le rodeaban.

**CHIMENEAS DE HADAS:** Formas de erosión caracterizadas por la presencia de torrecillas o pináculos, abruptos y próximos entre sí, culminadas por grandes cantos o bloques. Se generan en materiales poco coherentes y muy heterométricos.

**CIRCO GLACIAR:** Depresión semicircular o semielíptica, dominada por laderas de elevada pendiente y que está, o ha estado, ocupada por el hielo. La depresión conlleva la existencia de un umbral a la salida del circo, que puede ser de carácter rocoso o estar formado por depósitos glaciares.

**COLADA DE LAVA ANTIGUA:** Cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran antiguas a las que ya aparecen con cobertura edáfica.

**COLADA DE LAVA MUY RECIENTE:** Cuerpo originado cuando el magma líquido alcanza la superficie y fluye sobre el relieve, dando lugar a una gran diversidad de formas en superficie. Se consideran como muy recientes a las coladas en que aparece la roca en superficie, sin cobertura edáfica ni aprovechamiento agrícola.

**COLINAS DE CIMAS REDONDEADAS DE ASPECTO TABULAR:** Similares a las *colinas en media naranja*, estas geoformas presentan más alargada y aplanada su zona superior, debido a que el frente de alteración adopta un patrón geométrico subparalelo a la superficie. Son exclusivas de la Región Amazonía.

**COLINAS EN MEDIA NARANJA:** Colinas redondeadas, de contornos elípticos, que se presentan agrupadas con extensiones variables. Son exclusivas de la Región Amazonía y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

**COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE:** Depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte a otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Por contraposición con la Geoforma *coluvio-aluvial antiguo*, en éstos el

grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

**COLUVIO-ALUVIAL ANTIGUO:** Depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte con otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Se consideran como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

**COLUVIÓN ANTIGUO:** Un coluvión es un depósito superficial constituido por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Se considera como “antiguos” a los que presentan un cierto grado de disección (medio a alto) y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

**COLUVIÓN RECIENTE:** Un coluvión es una formación superficial constituida por materiales heterogéneos de suelo y fragmentos de roca, en diferente proporción, depositados habitualmente al pie de las laderas por arrastre mediante arroyada difusa u otros fenómenos gravitacionales asociados a la evolución de las laderas. Por contraposición con la Geoforma *coluvión antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

**CONO ADVENTICIO:** Cono secundario, situado en la ladera de otro cono mayor o en la *caldera* de un volcán.

**CONO DE DERRUBIOS:** Fragmentos rocosos, habitualmente al pie de laderas de pendiente pronunciada, con forma en planta en segmento de cono o abanico, transportados por un canal.

**CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR:** Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR:** Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, el modelado glaciar se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONO MUY BIEN CONSERVADO CON ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y SIN RETOQUE GLACIAR:** Cono volcánico, con actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas

ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL E INTENSO RETOQUE GLACIAR:** Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que ha sido recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios. Sus flancos aparecen excavados por valles glaciares, con frecuentes *morrenas* asociadas. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR:** Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, la remodelación glaciaria se limita a la parte superior de la construcción. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA Y SIN HUELLAS GLACIARES:** Cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, no existen formas ni depósitos glaciares. Pertenece al tipo denominado estratovolcán (grandes edificios volcánicos formados por alternancias de lavas y piroclastos).

**CONOS DESMENUZADOS:** Conos volcánicos, en los que aún se puede reconocer su estructura, constituidos mayoritariamente por piroclastos. Se originan por moderadas explosiones volcánicas con cantidades intermedias de gas y suelen tener un tamaño reducido.

**CORDÓN ARENOSO FLUVIAL:** Bandas arenosas que suelen disponerse en el límite de las depresiones interfluviales pantanosas de la Región Amazónica. Aparecen con un desarrollo de varios kilómetros, ancho de varios metros y están sobreelevados de 1 a 3 metros sobre el nivel del pantano.

**CORDÓN LITORAL:** Barra de sedimentos, paralela u oblicua a la línea de costa, situada en las zonas intermareal y submareal.

**CORNISA DE MESA O MESETA:** Abrupto de una *superficie de mesa* o de una *superficie de mesa disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de mesa.

**CORNISA DE MESETA VOLCÁNICA:** Abrupto de una *superficie de meseta volcánica* o de una *superficie de meseta volcánica disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de meseta volcánica*.

**CRÁTER:** Apertura, en forma de depresión circular o elíptica en planta, situada en la parte superior de un cono volcánico.

**CUBETA GLACIAR:** Parte más baja del circo glaciario, profundizada o sobreexcavada por la acción del hielo.

**CUBETA O CUENCA DE DEFLACIÓN:** Depresión cerrada, de dimensiones variables y planta redondeada, elíptica o arriñonada, que aparece en ambientes desérticos o semiáridos.

## -D-

**DEPÓSITO GLACIAR MODELADO POR ACCIÓN FLUVIAL:** Sedimentos de origen glaciar que no guarda su morfología inicial debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas.

**DEPÓSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA:** Material originado como consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura, plana o curva. Es un tipo particular de *coluvión reciente* o de *coluvión antiguo*, en el que aún se pueden apreciar indicios o evidencias de su génesis mediante dicho mecanismo.

**DEPRESIÓN DE DECANTACIÓN:** Depresión endorreica, con acumulación de agua permanente o estacional, en la llanura aluvial antigua de la Región Costa.

**DEPRESIÓN LAGUNAR:** Depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales ni terrazas (en estos emplazamientos se les denomina *áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas*). Quedan asimismo excluidas de este término geofomas similares ligadas al medio glaciar o volcánico con denominaciones específicas (*laguna glaciar, cubeta glaciar, laguna en fondo de cráter o caldera*).

**DIQUE O BANCO ALUVIAL:** Bandas de sedimentos que bordean el canal fluvial y buzan suavemente hacia la llanura de inundación. Se conocen también como diques naturales o motas (“levees”, en inglés).

**DOLINA, CAMPO DE DOLINAS:** Depresión cerrada, circular o elíptica, que se forma en la superficie de rocas karstificables (rocas calcáreas y evaporíticas). Sus dimensiones son variables, de orden métrico a hectométrico. Se pueden presentar aisladas o agrupadas.

**DOMO VOLCÁNICO:** Elevación volcánica en forma de domo o cúpula, constituida por lavas viscosas empobrecidas en gases, acumuladas sobre la propia boca eruptiva y con muy escasa dispersión lateral.

**DRUMLINS:** Sedimentos glaciares con forma de colinas alargadas, con su eje mayor paralelo a la dirección del movimiento del hielo.

## -E-

**ENCAÑONAMIENTO:** Forma de encajamiento fluvial, limitada por laderas de pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 50 metros.

**ESCARPE DE CUESTA MARINA:** Abrupto de una *superficie de cuesta marina* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de cuesta marina*.

**ESCARPE DE DESLIZAMIENTO:** Cicatriz erosiva que representa la superficie de rotura de una masa deslizada, situada en la cabecera del deslizamiento.

**ESCARPE DE FALLA:** Escarpe generado en el límite del bloque levantado con el bloque hundido de una falla, de considerable desarrollo lineal y expresión morfológica bien marcada. Es usual que dicha expresión morfológica se refleje mediante facetas triangulares o trapezoidales, que se desarrollen abanicos aluviales a su pie o que aparezcan otras formas características en función del contexto morfoestructural en que se localiza el escarpe.

**ESCARPE DE MESA MARINA:** Abrupto de una *superficie de mesa marina* o de una *superficie de mesa marina disectada* que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de mesa marina*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de mesa marina* o la *superficie de mesa marina disectada*.

**ESKER:** Cordón de arena y grava, originado por canales fluviales de deshielo.

**ESPINAZO:** Resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

## -F-

**FLANCOS SUPERIORES RECTILÍNEOS CUBIERTOS CON PROYECCIONES PIROCLÁSTICAS:** Recubrimiento de piroclastos en las zonas superiores de un edificio volcánico (de tipo estratovolcán), conformando segmentos de ladera sensiblemente rectilíneos.

**FLUJO DE LODO:** Depósitos de lodos, o de lodos con fragmentos gruesos, originados por el desplazamiento de una masa de materiales que se han comportado como un fluido. Suelen presentar, en consecuencia, formas lobuladas en su parte frontal y ondulaciones en las partes anteriores.

**FLUJO DE PIROCLASTOS:** Corriente de piroclastos de alta densidad, semifluida, que se desplaza a ras del suelo, en que las partículas están envueltas por gas a alta temperatura; cuando son ricas en fragmentos pumíticos y escoria, el depósito resultante se llama ignimbrita. En función de la temperatura de emplazamiento se pueden presentar sin consolidar, cementadas o soldadas, lo que proporciona expresiones morfológicas diferentes. Su distribución está controlada por la topografía del edificio volcánico del que proceden y la del entorno circundante, cubriendo parte de las laderas del cono y con tendencia a acumularse en valles y depresiones.

**FONDO DE VALLE GLACIAR:** Forma producida por una masa de hielo canalizada, generalmente con perfil transversal en U y limitada por paredes de pendientes pronunciadas (*vertiente de valle glaciar*). A menudo la forma típica transversal en U queda enmascarada por una nivelación producida por un posterior remodelado fluvial.

**FRENTE DE CHEVRON:** Abrupto de una *superficie de chevron*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de chevron*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la *superficie de chevron*.

**FRENTE DE CUESTA:** Abrupto de una *superficie de cuesta* o de una *superficie de cuesta disectada*, que limita con ella y que se sitúa inmediatamente por encima de la *vertiente de cuesta*. Su límite inferior coincide con el estrato duro o resistente sobre el que se desarrolla la superficie de cuesta.

## -G-

**GARGANTA:** Forma de encajamiento fluvial. Las laderas que limitan estas incisiones presentan pendientes muy pronunciadas y desniveles superiores a 15 metros.

**GLACIS DE EROSIÓN:** Rampa similar a un *glacis de esparcimiento*, pero labrada sobre roca dura y, consecuentemente, sin depósito.

**GLACIS DE ESPARCIMIENTO:** Rampa o superficie ligeramente cóncava y de baja inclinación que, en situación de piedemonte, enlaza un relieve con una llanura a partir de una rotura de pendiente en la ladera de la que arranca. Está formado por una delgada cobertera de depósitos detríticos.

**GLACIS DE ESPARCIMIENTO DISECTADO:** *Glacis de esparcimiento* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

**GLACIS-CONO DE ESPARCIMIENTO:** *Glacis de esparcimiento* que, en planta, presenta forma en segmento de cono o abanico.

## -H-

**HONDONADAS PANTANOSAS DE ORIGEN GLACIAR-PERIGLACIAR:** Zonas de drenaje deficiente, de características endorreicas o semiendorreicas, con suelos esponjosos, montículos almohadillados y otras microformas producto de la acción de los ciclos de hielo-deshielo. A veces se presentan capturadas por la red fluvial, tendiendo a perder su morfología original.

**HORN:** Pico piramidal originado por la coalescencia de varios *circos glaciares*.

## -I-

**INSELBERG:** Colina aislada de laderas abruptas, que surge bruscamente en una zona de moderada o nula inclinación. Aunque aparecen con mayor frecuencia en las regiones tropicales, se presentan también en otros ambientes morfoclimáticos.

**INTERFLUVIO DE CIMAS ESTRECHAS:** Geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas, que ocupa posiciones cimeras. Está caracterizado por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior.

**INTERFLUVIO DE CIMAS REDONDEADAS:** Geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimeras.

## -K-

**KAME:** Pequeñas colinas cónicas de grava y arena, originadas por sedimentación en cubetas de hielo y cavidades glaciares.

## -L-

**LAGUNA COLMATADA:** Depósito de antigua laguna.

**LAGUNA EN FONDO DE CRÁTER O CALDERA:** Cuerpo de agua, permanente o semipermanente, que ocupa el fondo de un *cráter* volcánico o de una *caldera* volcánica.

**LAGUNA GLACIAR:** Término genérico para designar cualquier tipo de laguna originada en ambiente glaciar o subglaciar. Se presentan con frecuencia asociadas a ciertas geformas glaciares (*circo glaciar*, *cubeta glaciar*, *fondo de valle glaciar*, entre las más usuales).

**LAHAR:** Colada de detritos o de barro, originada por agua, cenizas volcánicas y otros piroclastos. Estos depósitos se canalizan a través de la red de barrancos y cauces preexistentes.

**LAPIAZ, CAMPO DE LAPIAZ:** Forma superficial labrada por erosión y disolución en rocas karstificables (calizas, dolomías, calcarenitas y rocas evaporíticas, principalmente), que da lugar a pequeños surcos o agujeros, con dimensiones que varían entre el orden centimétrico y métrico. Pueden llegar a ocupar considerables extensiones en macizos carbonáticos.

**LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES:** Superficie de escasa pendiente, con presencia de sedimentos resultantes de la superposición o yuxtaposición de las dinámicas fluvial y lacustre.

**LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS:** Planicie ubicada al pie de un edificio volcánico, con depósito de diferentes materiales piroclásticos arrastrados. A menudo llegan a comunicarse, mediante límites difusos, con el medio aluvial.

## -M-

**MACIZO ROCOSO:** Conjunto esencialmente rocoso de cierta extensión, que destaca sobre el entorno inmediato, desprovisto en la mayoría de su superficie de suelos, vegetación y depósitos superficiales.

**MACROCOLUVIÓN:** *Coluvión reciente* o *coluvión antiguo* de grandes dimensiones. De forma convencional, se consideran como tales a aquellos que cuentan con una superficie superior a 140 hectáreas.

**MANTO EÓLICO:** Acumulaciones de arenas de origen eólico en terrenos aplanados, con espesores que fluctúan entre unos centímetros y varios metros.

**MARISMA, ESTUARIO:** Las marismas son llanuras intermareales en costas con oleaje de baja y moderada energía, surcadas por una red de canales, que pueden estar asociadas a estuarios (desembocaduras de valles sumergidas bajo el mar).

**MESAS TRIANGULARES VOLCÁNICAS (PLANÈZES):** Facetas triangulares, en forma de rellanos horizontales o con ligera inclinación, que se producen en las laderas de los conos volcánicos, como consecuencia de la progresiva incisión de barrancos divergentes desde su zona de cumbre.

**MORFOLOGÍA ABOLLADA:** Ladera o parte de la misma cuyo perfil longitudinal se encuentra repleto de pequeñas a medianas prominencias y que, en conjunto, irregularizan la superficie de la vertiente. Se deben a antiguos movimientos en masa superpuestos, a menudo superficiales, que afectan al regolito (alterita o saprolito) o al propio sustrato geológico si está formado por materiales de cierta plasticidad (arcillas o margas, principalmente).

**MORRENA DE FONDO:** *Morrena* que cubre una llanura, un *fondo de valle glaciar* o un *valle glaciar colgado*.

**MORRENA FRONTAL, ARCO MORRÉNICO:** *Morrena* originada en el frente de un glaciar; a veces llega a unirse con una *morrena lateral*, adquiriendo en planta una forma arqueada.

**MORRENA LATERAL:** *Morrena* originada en el margen lateral del glaciar, a menudo adosada a la *vertiente de valle glaciar*.

**MORRENAS:** Sedimento glaciar formado por materiales pobremente clasificados y heterométricos, que a menudo incluye grandes bloques en una matriz de grano fino. Se aplica este término cuando no se puede diferenciar claramente el tipo de morrena de que se trata (*morrena de fondo, morrena lateral o morrena frontal, arco morrénico*).

## -N-

**NEBKHAS:** Dunas obstaculizadas por la vegetación, que a menudo ocupan considerables extensiones.

**NICHO DE NIVACIÓN:** *Circo glaciar* embrionario, de reducido tamaño, que puede aparecer en ambiente periglaciar.

**NIVEL LIGERAMENTE ONDULADO:** Planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa.

**NIVEL ONDULADO CON PRESENCIA DE AGUA:** Planicie ondulada, característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa, con presencia temporal o permanente de agua en parte de su superficie.

**NIVEL PLANO:** Planicie característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la Región Costa.

**NIVELES ESTRUCTURALES SOBRE LAVAS ENDURECIDAS:** Superficies proporcionadas por materiales volcánicos resistentes a la erosión, normalmente de

carácter lávico, aunque también las pueden proporcionar otros materiales volcánicos cementados o fuertemente consolidados.

## -P-

**PAN DE AZÚCAR:** Tipo particular de *inselberg*, con forma de domo más o menos puntiagudo, desarrollado en rocas masivas resistentes. Suelen presentarse en áreas de relativa estabilidad cortical y, aunque no son exclusivas de ningún ambiente morfoclimático, son más abundantes en áreas tropicales húmedas.

**PANTANO, DEPRESIÓN PANTANOSA:** Área con drenaje deficiente, en la que el agua tiende a acumularse, en depresiones interfluviales. El término se reserva preferentemente para la Región Amazónica.

**PITONES O AGUJAS VOLCÁNICAS:** Masas de lava que rellenaron la chimenea de un volcán y permanecen como restos o testigos del mismo.

**PLANICIE ARENOSA DE ORIGEN LAHÁRICO:** Planicie compuesta por material volcánico de textura predominantemente arenosa, que está o ha estado alimentada por un *lahar* o varios.

**PLANICIE COSTERA:** Superficie plana o ligeramente inclinada hacia la costa, limitada por un pequeño escarpe. Está constituida por sedimentos marinos y eólicos.

**PLANICIE INTERMONTANA:** Superficie a grandes rasgos horizontal, rodeada en su mayoría por relieves de carácter montañoso.

**PLAYA MARINA:** Acumulación de arena, grava o una mezcla de ambas, situada en el límite del mar y el continente, en cuya dinámica interviene fundamentalmente el oleaje.

**POLJE:** Depresión cerrada de grandes dimensiones (de orden kilométrico), con fondo plano y sensiblemente horizontal, característica de regiones kársticas.

## -R-

**RAMPAS DE PIEDEMONTE DE CONO VOLCÁNICO:** Superficies ligeramente cóncavas, que arrancan de la parte inferior de un *cono* volcánico y enlazan con una llanura.

**RELIEVE COLINADO ALTO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

**RELIEVE COLINADO BAJO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

**RELIEVE COLINADO MEDIO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

**RELIEVE COLINADO MUY ALTO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 200 y 300 metros.

**RELIEVE COLINADO MUY BAJO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

**RELIEVE EN RELLANOS Y APLANAMIENTOS INCLINADOS:** Relieve formado por una sucesión de superficies inclinadas, alternantes con segmentos de ladera con diferente inclinación o forma, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

**RELIEVE EN RELLANOS Y ONDULACIONES ESCALONADAS:** Relieve en gradas que da lugar a plataformas horizontales o subhorizontales, alternantes con segmentos de ladera de mayor inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

**RELIEVE LACUSTRE ONDULADO:** Área que delimita un conjunto de pequeñas depresiones lagunares o lagunas no mapeables, situada en llanuras aluviales (*valle fluvial*, *llanura de inundación*) o en terrazas fluviales (*terrazza media*, *terrazza alta*, *terrazza colgada*, *terrazas escalonadas*, *terrazas indiferenciadas*).

**RELIEVE MONTAÑOSO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos y con desniveles en su interior de más de 300 metros.

**RELIEVE ONDULADO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos. El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO ALTO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 100 y 200 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO BAJO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 15 y 25 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MEDIO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY ALTO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de entre 200 y 300 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY BAJO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO MONTAÑOSO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). La disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de más de 300 metros.

**RELIEVE VOLCÁNICO ONDULADO:** Forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-holocenos). El desnivel interno de este relieve es inferior a 5 metros, por lo que da lugar a formas muy suaves.

**RELIEVES ESCALONADOS EN CAPAS INCLINADAS:** Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas con disposición monoclin.

**RELIEVES ESCALONADOS, EN GRADERÍO:** Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial en rocas estratificadas en disposición horizontal.

**RELIEVES ESCALONADOS SOBRE CAPAS DE LAVA ENDURECIDA Y OTROS MATERIALES VOLCÁNICOS:** Relieves en gradas, resultantes de la erosión diferencial sobre materiales volcánicos en disposición horizontal o monoclin.

**RESTOS DE SUPERFICIE ESTRUCTURAL:** Partes aisladas o separadas de una superficie estructural (*superficie de mesa, superficie de cuesta, superficie de chevron*, etc.) o en los que difícilmente se reconoce el condicionante estructural en su morfología.

**ROCAS ABORREGADAS:** Conjunto de montículos rocosos, con tamaños que suelen oscilar entre el orden métrico y decamétrico. Presentan un perfil longitudinal asimétrico, con una vertiente de pendiente suave frecuentemente pulida y estriada, y otra irregular y a menudo escarpada. Estas formas están originadas por el movimiento del hielo sobre ellas y son características del modelado de erosión glaciar.

**ROCAS DESMENUZADAS POR EL HIELO, CAMPOS Y RÍOS DE BLOQUES:** Forma debida a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos, por efecto de la crioclastia. Da lugar a acumulaciones de fragmentos rocosos angulares, en distintas posiciones y localizaciones fisiográficas, algunas de ellas ocupando el fondo de valles y vaguadas.

**ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS:** Afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta Geoforma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

## -S-

**SALIENTE DE VERTIENTE DE MESA:** Plataforma horizontal que sobresale del perfil de una *vertiente de mesa o meseta* y que suele corresponder con una intercalación en la serie sedimentaria de un paquete o nivel más resistente que los situados inmediatamente por encima y por debajo.

**SALITRAL MARINO:** Áreas costeras naturales, poco profundas, de acumulación de agua salada. En ellas, la evaporación genera depósitos salinos que recubren su superficie.

**SIMA:** Forma de conducción de las aguas subterráneas de desarrollo eminentemente vertical, abierta al exterior. Frecuente en regiones kársticas.

**SUPERFICIE ALTA:** Superficie elevada con respecto a su entorno inmediato, de origen incierto o de difícil adscripción genética.

**SUPERFICIE ALTA DISECTADA:** *Superficie alta*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE CHEVRON:** Superficie de origen estructural, con una inclinación significativamente mayor que la *superficie de cuesta*, cuya geometría es coincidente con la de los estratos sobre los que se desarrolla.

**SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN:** Superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de deyección es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de esparcimiento. En este Proyecto, se reserva el término de cono de deyección para los aparatos de superficie reducida.

**SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCIÓN DISECTADO:** *Superficie de cono de deyección*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO:** Superficie correspondiente a un depósito fluvial con forma en planta que se aproxima a un segmento de cono; se extiende radialmente ladera abajo desde el punto en que el curso de agua abandona el área montañosa de la que procede el depósito. El término cono de esparcimiento es equivalente al de abanico aluvial, al igual que el de cono de deyección. En este Proyecto, se reserva el término de cono de esparcimiento para los aparatos de gran tamaño, como los que se desarrollan en los piedemontes de las Cordilleras Occidental y Real.

**SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO DISECTADO:** *Superficie de cono de esparcimiento*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO:** *Superficie de cono de esparcimiento*, en que se aprecia una alta densidad de formas de drenaje, con elevado grado de incisión.

**SUPERFICIE DE CUESTA:** Superficie de origen estructural ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos sobre los que se desarrolla.

**SUPERFICIE DE CUESTA DISECTADA:** *Superficie de cuesta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE CUESTA MARINA:** Superficie ligeramente inclinada, acorde con el buzamiento de los estratos miopliocenos marinos sobre los que se desarrolla. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa.

**SUPERFICIE DE EROSIÓN:** Aplanamiento, de carácter regional y heredado, resultante de los procesos de erosión y meteorización bajo condiciones climáticas y tectónicas relativamente estables. Estos aplanamientos cortan oblicuamente las estructuras geológicas del sustrato.

**SUPERFICIE DE MESA MARINA:** Superficie de plana a ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre materiales miopliocenos marinos horizontales, con cuya geometría es coincidente. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa.

**SUPERFICIE DE MESA MARINA DISECTADA:** *Superficie de mesa marina* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE MESA O MESETA:** Superficie plana o ligeramente ondulada, elevada respecto al territorio circundante, desarrollada sobre rocas con estratificación horizontal, con cuya geometría es coincidente.

**SUPERFICIE DE MESA O MESETA DISECTADA:** *Superficie de mesa o meseta* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA:** Superficie plana u ondulada constituida por materiales volcánicos (con frecuencia de carácter lávico) y elevada respecto al entorno circundante.

**SUPERFICIE DE MESETA VOLCÁNICA DISECTADA:** *Superficie de meseta volcánica* en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE DE RELLENO:** Superficie de acumulación de sedimentos provenientes de los relieves circundantes. Presentan, por tanto, morfologías similares a las de una depresión y características propicias al desarrollo del endorreísmo.

**SUPERFICIE DISECTADA:** Superficie con un grado de disección intermedio, de origen fluvial. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

**SUPERFICIE DISECTADA, NIVEL INFERIOR:** Superficie situada topográficamente por debajo de una *superficie de mesa o meseta*, labrada sobre un paquete o nivel de

la misma secuencia sedimentaria que ésta. La escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE HORIZONTAL:** Superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar un rellano horizontal dentro de una ladera, a modo de hombrera.

**SUPERFICIE HORIZONTAL DISECTADA:** *Superficie horizontal*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE INCLINADA:** Superficie de perfil longitudinal rectilíneo y cierta inclinación, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se utiliza, preferentemente, para indicar una superficie de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada; también para una forma de piedemonte sin posibilidad de adscripción a una Geoforma más específica.

**SUPERFICIE INCLINADA DISECTADA:** *Superficie inclinada*, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en dichas formas de drenaje.

**SUPERFICIE INTERVENIDA:** Área alterada de forma artificial, en el que es imposible reconocer o asignar ninguna otra Geoforma. Se incluyen en este término, especialmente, embalses y represas, canteras, excavaciones mineras o de otro tipo y rellenos diversos.

**SUPERFICIE MUY DISECTADA:** Superficie con marcado grado de disección, de origen fluvial. Los cauces pueden llegar a encajarse en esta superficie, dando lugar a *barrancos*, *gargantas* y otras formas de incisión fluvial. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

**SUPERFICIE ONDULADA LACUSTRE:** Geoforma equivalente a *relieve lacustre ondulado*, pero localizada fuera de llanuras aluviales o terrazas fluviales.

**SUPERFICIE POCO DISECTADA:** Superficie de origen fluvial, escasamente disectada, de plana a ondulada. Es una Geoforma exclusiva de la Región Costa, donde aparece asociada a una antigua llanura aluvial.

**SUPERFICIE VOLCÁNICA ONDULADA:** Superficie de geometría ondulada, desarrollada sobre materiales volcánicos, independiente de la edad, tipo o génesis de los mismos.

**SUPERFICIES DE PLANAS A LIGERAMENTE ONDULADAS SOBRE CANGAHUA:** Plataformas desarrolladas sobre depósitos piroclásticos, principalmente constituidos por cenizas volcánicas y lapilli del Cuaternario, incididas por barrancos que crean taludes y acantilados de muy fuerte inclinación. Son frecuentes en la zona septentrional del corredor interandino.

**SUPERFICIES PLANAS INTERVENIDAS:** Con este término, exclusivo de la Región Costa, se designa al área ocupada por camaroneras.

**SUPERFICIES Y PLANOS ESTRUCTURALES ORIGINADOS EN CAPAS PLEGADAS:** Superficies cuya morfología está determinada por el plegamiento de las capas que conforman su sustrato.

## -T-

**TALUD DE DERRUBIOS:** Fragmentos rocosos que cubren de forma continua una ladera o una parte considerable de ella. A veces se originan por coalescencia lateral de varios *conos de derrubios*.

**TERRAZA ALTA:** Superficie plana de origen fluvial, que se corresponde con el segundo nivel de terraza por encima del *valle fluvial, llanura de inundación*.

**TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL (sobreeexcavación del cauce en la llanura de inundación):** En este Proyecto, se considera bajo esta denominación a la franja que bordea e incluye al canal o canales fluviales, sometida a continuos cambios, con alto contenido en bloques y cantos. Se denominan también lechos móviles y forman parte de las llanuras de inundación. Son zonas no aptas para el aprovechamiento agrícola. También se incluyen bajo este término a canales fluviales de considerable anchura, no limitados por Geoformas directamente asociadas al drenaje canalizado (es decir, que no discurren en el interior de *valles fluviales/llanuras de inundación, valles en V, gargantas o encañonamientos*) y que, por tanto, son los únicos elementos con los que se puede identificar al medio aluvial actual.

**TERRAZA COLGADA:** Superficie plana de origen fluvial, con la que se designa tanto a aquellos niveles de terrazas que están claramente desconectados del valle fluvial como a niveles de terrazas que están situados topográficamente por encima de la denominada *terrazza alta*.

**TERRAZA DE KAME:** Acumulación de arenas y gravas, que dan lugar a una superficie plana y un abrupto, de canales que discurren entre la pared de un valle glaciar y el borde lateral del hielo.

**TERRAZA MEDIA:** Superficie plana de origen fluvial, que se sitúa inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río (*valle fluvial, llanura de inundación*), como resultado de la incisión del mismo. Aunque puede ser considerada en sentido estricto como una terraza baja, en este Proyecto se ha utilizado esta denominación para guardar coherencia con la denominación utilizada en trabajos previos, del que este Proyecto es continuación.

**TERRAZAS ESCALONADAS:** Bajo esta denominación se incluyen dos o más niveles de terrazas que, por su reducido tamaño, no se pueden diferenciar cartográficamente.

**TERRAZAS INDIFERENCIADAS:** Superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (*terrazza media, terraza alta, o terraza colgada*) y que, por tanto, no se pueden clasificar en ningún otro tipo. Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, un tipo particular de terraza labrada sobre material rocoso.

**TESTIGO DE CONO DE DEYECCIÓN:** Parte aislada o separada de un cono de deyección, que no conserva la morfología en planta característica de los mismos (ver

*superficie de cono de deyección*). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

**TESTIGO DE CONO DE ESPARCIMIENTO:** Parte aislada o separada de un cono de esparcimiento, o que ya no conserva la morfología en planta característica de los mismos (*ver superficie de cono de esparcimiento*). Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

**TESTIGO DE GLACIS DE ESPARCIMIENTO:** Parte de un *glacis de esparcimiento*, que no conserva completa la superficie entre el relieve del que procede y la llanura con la que originalmente enlazaba. Puede presentar diferentes grados de disección en superficie.

**TOR:** Tipo particular de *inselberg*, con bloques apilados y fragmentados, cuya morfología está controlada por los sistemas de fracturación del macizo rocoso. Son más frecuentes en rocas de tipo granítico, aunque también pueden llegar a aparecer en otras litologías.

## -V-

**VALLE CIEGO:** Valle cuyo curso de agua superficial desaparece en un sumidero kárstico.

**VALLE EN SACO:** Cabecera de valle, con aspecto de circo, en que el aporte de agua procede de un manantial kárstico.

**VALLE EN V:** Valle fluvial con perfil transversal en forma de V, en que predomina la incisión vertical.

**VALLE FLUVIAL, LLANURA DE INUNDACIÓN:** Franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Suele discurrir en su interior un canal fluvial y el terreno que abarca está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno.

**VALLE GLACIAR COLGADO:** Valle glaciar en que la excavación producida por el hielo ha sido menor que la del valle glaciar principal en que desemboca o desembocaba, quedando su fondo a mayor altura.

**VALLE INDIFERENCIADO:** Valle de fondo plano o de sección ligeramente en "U", con ausencia de dinámica fluvial permanente. Presenta un relleno de depósitos aluviales en los que el agua tiende a percolar y, en consecuencia, la escorrentía superficial tiene un escaso desarrollo.

**VERTIENTE ABRUPTA:** Ladera con escasa disección y con pendiente habitualmente superior al 70%.

**VERTIENTE ABRUPTA CON FUERTE DISECCIÓN:** *Vertiente abrupta*, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

**VERTIENTE ABRUPTA DE DERRAMES VOLCÁNICOS TABULARES:** Tipo particular de *vertiente de meseta volcánica*, de perfil rectilíneo y pendiente pronunciada, que conecta tanto las zonas altas de Sierra con modelado glaciar -y los paisajes de

Páramos- con las Vertientes externas de la Cordillera así como con las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con desniveles de hasta 400 metros.

**VERTIENTE DE CHEVRON:** Ladera sobre la que culmina una *superficie de chevron*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de chevron*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE CUESTA:** Ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta*. Ambas geoformas están separadas por un *frente de cuesta*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE CUESTA MARINA:** Ladera sobre la que culmina una *superficie de cuesta marina*. Ambas geoformas están separadas por un *escarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS FLUVIO-LACUSTRES:** Escarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos fluvio-lacustres*.

**VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS:** Escarpe o escalón morfológico que puede aparecer en una *llanura de depósitos volcánicos*.

**VERTIENTE DE MESA MARINA:** Ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa marina* o una *superficie de mesa marina disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por un *escarpe de mesa marina*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE MESA O MESETA:** Ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta* o una *superficie de mesa o meseta disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de mesa*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE MESETA VOLCÁNICA:** Ladera culminada por una *superficie de meseta volcánica* o una *superficie de meseta volcánica disectada*. Ambas geoformas, vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de meseta volcánica*, que puede ser o no mapeable.

**VERTIENTE DE PLANICIE INTERMONTANA:** Ladera que culmina en una *planicie intermontana*.

**VERTIENTE DE SUPERFICIE DE EROSIÓN:** Ladera que culmina en una *superficie de erosión*.

**VERTIENTE DE SUPERFICIE DE RELLENO:** Ladera de una *superficie de relleno*, formada por los mismos materiales de ella.

**VERTIENTE DE VALLE GLACIAR:** Ladera de pendiente pronunciada, límite con el *fondo de valle glaciario*.

**VERTIENTE HETEROGÉNEA:** Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada.

**VERTIENTE HETEROGÉNEA CON FUERTE DISECCIÓN:** Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

**VERTIENTE O ABRUPTO DE LLANURA ANTIGUA:** Escarpe morfológico proporcionado por la antigua llanura aluvial de la Región Costa. Está, por tanto, asociada a las Geoformas *superficie poco disectada*, *superficie disectada* y *superficie muy disectada*.

**VERTIENTE O ABRUPTO DE TERRAZA:** Se refiere al escarpe o escalón que caracteriza a cualquier tipo de terraza y que enlaza la superficie de un determinado nivel de terraza con el inmediatamente inferior o con la llanura aluvial.

**VERTIENTE RECTILÍNEA:** Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con escasa o nula disección.

**VERTIENTE RECTILÍNEA CON ABRUPTOS:** Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con presencia de una o más zonas de rotura de la pendiente, en las que se produce un incremento brusco de la inclinación general de la ladera.

**VERTIENTE RECTILÍNEA CON FUERTE DISECCIÓN:** Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que se aprecia una marcada disección en la totalidad o en gran parte de la Geoforma.

**VERTIENTE RECTILÍNEA CON SALIENTES ROCOSOS:** Ladera de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en la que aparecen salientes rocosos dispersos que irregularizan la superficie de la vertiente.

**VERTIENTE ROCOSA:** Ladera mayoritaria o totalmente rocosa, con muy baja presencia de suelo. No se incluyen en este término las vertientes rocosas de carácter estructural (ejemplos: *superficie de cuesta*; *superficie de chevron*; *barra o cresta estructural*; *resto de superficie estructural*; *superficies y planos estructurales originados en capas plegadas*).

**VESTIGIOS DE EDIFICIOS VOLCÁNICOS:** Restos de estratovolcanes. El edificio volcánico es difícilmente reconocible o sólo se conserva una parte del mismo.

## -Y-

**YARDANGS:** Formas creadas por la erosión del viento en ambientes desérticos, que a veces se asemejan a las del casco de un barco invertido. De dimensiones muy variables, suelen presentarse agrupados, con sus ejes mayores paralelos a la dirección de los vientos dominantes. Se desarrollan en una gran variedad de sustratos litológicos e incluso en arenas eólicas.



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

En el presente Anexo se recoge una síntesis de las características y rangos de los diferentes atributos que se asignan a todas y cada una de las Geoformas. Los primeros (Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico) se refieren al encuadre en que se localiza cada una de las Geoformas, dentro del sistema jerárquico de relieve adoptado. El resto (génesis, atributos geológicos, morfológicos, morfométricos y relacionados con el drenaje) describen diferentes aspectos que caracterizan o son inherentes a la Geoforma identificada.

Se han elaborado, a lo largo de la realización del Proyecto, un conjunto de procedimientos y manuales que forman parte de la Metodología de la temática de Geomorfología y están disponibles para su consulta. En dichos documentos se desarrollan y complementan, entre otros, diferentes aspectos contemplados en el presente Anexo.

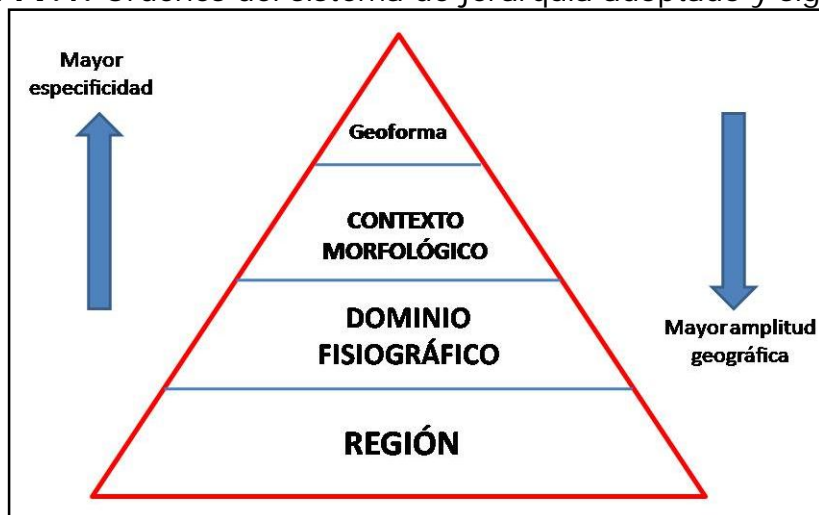
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

El relieve y el paisaje físico se pueden concebir a través de un sistema que, en función de la escala espacial de referencia, permite distinguir áreas o unidades con características comunes y diferenciables de las contiguas a dicha escala de observación.

El sistema de jerarquización establecido se basa en el trabajo “Los paisajes naturales del Ecuador. Las regiones y paisajes del Ecuador” (Winckell, 1997). A partir de él se han realizado las necesarias adaptaciones para conseguir un modelo coherente y eficaz para los objetivos del trabajo de cartografía geomorfológica y geopedológica.

Los órdenes de jerarquía establecidos, del más general al de mayor detalle, son Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico. Las Geoformas, unidades básicas de mapeo, representan el vértice superior de esta jerarquía (Figura IV.1). La agrupación espacial de un conjunto de Geoformas adyacentes con ciertas características comunes (cobertura o no de depósitos piroclásticos, predominio de un sustrato geológico común, tipo de modelado o génesis que presentan, etc.) configura un determinado Contexto.

Figura IV.1. Órdenes del sistema de jerarquía adoptado y significado



Fuente: CTN

Cada uno de estos órdenes o niveles se definen a continuación.

**Región:** Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de  $10^4$  a  $10^5$  km<sup>2</sup>, presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

Las tres Regiones del Ecuador continental son Costa, Sierra y Amazonía.

**Dominio Fisiográfico:** Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glacial-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las Cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de  $10^3$  a  $10^4$  km<sup>2</sup>.

Para el conjunto de la zona de estudio del Proyecto, se han considerado ocho dominios fisiográficos en la Región Costa, siete dominios fisiográficos en la Región Sierra y tres dominios fisiográficos en la Región Amazonía.

**Contexto Morfológico:** Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre  $10^2$  a  $10^3$  km<sup>2</sup>. Agrupan siempre a distintas Geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los Contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o

pedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

Los Contextos Morfológicos, incorporados para cada Dominio Fisiográfico, suponen un total de cincuenta y uno para el conjunto de la zona de estudio del Proyecto.

En el Cuadro IV.1 se muestran todos los Contextos Morfológicos de cada Dominio Fisiográfico y Región.

**Cuadro IV.1.** Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos considerados en el área de estudio

<b>REGIÓN SIERRA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Vertientes de carácter estructural sobre rocas volcano-sedimentarias y metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Cuencas deprimidas con relieves colinares sobre rellenos volcano-sedimentarios, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
	Relieves y estribaciones meridionales de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

	Real)
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial de Sierra
<b>REGIÓN AMAZONÍA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-

	Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
<b>REGIÓN COSTA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS TERCIARIOS</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: PIEDEMONTES ANDINO OCCIDENTAL</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: PIEDEMONTES COSTEROS</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRÁFICO: MEDIO LITORAL</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos Geomorfológicos definidos pertenece a un solo Dominio Fisiográfico. Y, a su vez, cada Dominio Fisiográfico, está incluido en una sola Región. De esta forma, determinando el Contexto Morfológico en que se incluye un conjunto de Geoformas espacialmente contiguas quedan directamente asignados los niveles superiores de la jerarquía.

Tres aspectos deben tenerse especialmente en cuenta para la delimitación de un Contexto Morfológico:

- Muchas Geoformas no son exclusivas de un Contexto Morfológico concreto (p.ej., coluviones, vertientes, formas poligénicas, etc.).
- Aunque hay formas más características y/o abundantes de un determinado Contexto (p.ej., formas y depósitos glaciares en *Paisajes glaciares* o en *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*), pueden aparecer en otros Contextos Morfológicos (en el caso anterior, por ejemplo, por tratarse de formas paleoclimáticas heredadas).
- Los Contextos Morfológicos se conciben como áreas de continuidad cartográfica, favoreciendo que no existan "islas" pequeñas de otros Contextos Morfológicos en su interior.

El último escalón en esta jerarquía, de menor amplitud geográfica y mayor especificidad en su definición, está ocupado por el orden correspondiente a las Geoformas.

Una **Geoforma** (o Unidad Geomorfológica) se puede definir como una porción del territorio, identificable con respecto a las de su entorno inmediato desde el punto de vista perceptivo, que presenta características homogéneas en cuanto a su génesis (procesos formadores), morfología (forma del terreno), morfometría (o análisis cuantitativo del relieve: pendiente, desnivel relativo, longitud de vertiente), procesos morfodinámicos actuantes y material constitutivo (formación geológica o depósito superficial sobre la que se asienta).

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta  $10^2$  km<sup>2</sup> para las Geoformas mayores.

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Es fácilmente reconocible, tanto a partir de imágenes aéreas adecuadas que permitan la visión tridimensional como en el propio terreno.
- Sus límites representan cambios netos en las características del relieve o, cuando no son suficientemente claros, se determinan a partir del cambio en ciertos parámetros que no siempre tienen expresión en la morfología (formaciones geológicas subyacentes, por ejemplo).
- Sus dimensiones son convenientes para la escala del mapa y para el estudio edafológico posterior, de tal manera que proporcionan una información adecuada para este objetivo y no se crean multitud de recintos o polígonos de escaso significado.

Ejemplos de Geoformas (o Unidades Geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento

kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

### 1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

Los órdenes de jerarquía adoptados suponen un cambio con respecto a la sistemática llevada a cabo en la cartografía geomorfológica realizada por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exCLIRSEN), cuyos trabajos son predecesores de éste. Dicho organismo, para encuadrar las geoformas en un nivel superior de cierta homogeneidad, sólo consideró a las que denominó Unidades Ambientales, sin otros niveles o escalones. La modificación llevada a cabo en el presente Proyecto supone una estructuración de la información geomorfológica en varios niveles jerárquicos (Contexto Morfológico, Dominio Fisiográfico y Región), que atienden a una categorización del relieve en función de la escala de análisis y que, por tanto, contribuye a una mejor comprensión del mismo.

Por otra parte, aunque las anteriormente denominadas Unidades Ambientales equivalen, en algunos casos, a los designados en este trabajo como Contextos Morfológicos (por ejemplo, Relieves de los márgenes de las cimas frías era una Unidad Ambiental y ahora es considerado un Contexto Morfológico, con idéntico nombre), existen otras situaciones en que dichas Unidades Ambientales parecen ajustarse mejor a una categoría de mayor amplitud geográfica, el Dominio Fisiográfico. Es el caso, por ejemplo, de la Unidad Ambiental Vertientes externas de la Cordillera Real, que en este trabajo ya es tratado como Dominio Fisiográfico, en el que se incluyen cuatro diferentes Contextos Morfológicos.

## 2. Atributo relacionado con la génesis de la Geoforma

El grupo genético indica el tipo general de modelado característico de cada tipo de Geoforma. Una denominación de Geoforma siempre se atribuye, por tanto, a un determinado grupo genético.

Las principales características de los trece grupos genéticos se sintetizan en el Cuadro IV.2.

**Cuadro IV.2.** Grupos genéticos y características de los mismos

GRUPO GENÉTICO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Fluvial	Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua
Fluvio-lacustre	Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente
Laderas	Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes
Glaciar y periglaciar	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico

Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química
Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas
Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo Geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

### 3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente diferenciables de las adyacentes o próximas por sus características litológicas, suficientemente distintivas como para permitir esa diferenciación. Las *formaciones geológicas* (sensu stricto) se definen en su localidad tipo (de donde, generalmente, reciben su nombre: Formación Tarqui, Formación Tena). Además de caracterizarlas por la litología, se describe su contenido paleontológico si es el caso (que permitirá encuadrarlas en la escala cronoestratigráfica), potencia, extensión y variación lateral, así como sus relaciones con otras formaciones geológicas supra e infrayacentes.

La unión de dos o más *formaciones geológicas* contiguas asociadas, que presentan un cierto número de características litológicas comunes, se denomina *grupo* (sensu stricto). Las *formaciones geológicas*, por su parte, se pueden dividir, total o parcialmente, en unidades de rango menor, llamadas *miembros*.

Cuando estos cuerpos rocosos, a pesar de que hayan podido ser considerados por algunos autores como *formaciones geológicas*, *miembros* o *grupos*, no cumplen con los criterios seguidos internacionalmente para considerarlos bajo tales denominaciones, la tendencia es utilizar el término genérico de "unidad".

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y

“unidades” que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este Proyecto, en febrero de 2014).

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

Bajo estas consideraciones, para toda el área de estudio se han establecido un total de 236 formaciones geológicas (en sentido amplio del término) para el total del área de estudio. A cada una de estas formaciones se les ha asociado una descripción litológica, de acuerdo a la que aparece en las cartografías geológicas anteriormente referidas, completando y contrastando dicha descripción con los principales léxicos estratigráficos del país disponibles en el momento de establecer estas relaciones (Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000).

La asignación de los atributos “formación geológica” y “litología” se realiza, por tanto, a través del primero de estos atributos. Aunque la referencia principal es la cartografía geológica 1:100.000 (o 1:250.000) del INIGEMM u organismos predecesores, también se utilizan como insumos otras cartografías geológicas (ver apartado 2.2.1.2. Insumos complementarios, de la Memoria) cuando se deduce que éstas son de mejor calidad o precisión. Asimismo, se realizan modificaciones cuando existen evidencias, en campo o mediante la propia fotointerpretación, de una “formación geológica” concreta diferente a la proporcionada por cualquiera de los insumos geológicos.

En el Cuadro IV.3 se muestran algunos ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, con el código asignado y la descripción del tipo de roca o sedimento.

**Cuadro IV.3.** Ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, símbolos asignados y descripción litológica correspondiente

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>(*)</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O SEDIMENTO</b>
Depósitos de ladera	<b>Q<sub>dl</sub></b>	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)
Volcano-sedimentos del Quilotoa	<b>Q<sub>dvQ</sub></b>	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli
Conglomerados Zarapullo	<b>P<sub>za</sub></b>	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa
Formación Borbón	<b>PI<sub>B</sub></b>	Areniscas de grano grueso en bancos, con intercalaciones de argilita y conglomerados en la base
Formación Mangán	<b>Mio<sub>Mn</sub></b>	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
Formación Playa Rica	<b>Ole<sub>r</sub></b>	Lutitas grises o negras laminadas, con intercalaciones de areniscas
Formación Ostiones	<b>Eo<sub>os</sub></b>	Lutitas duras, grises a pardas; tobas y arcillas silíceas hacia muro
Formación Tiyuyacu	<b>Pal<sub>Ty</sub></b>	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes
Grupo Alamor	<b>Ma<sub>l</sub></b>	Lutitas, areniscas, arcillas y limos estratificados, localmente con ligero metamorfismo
Batolito de Zamora	<b>J<sub>abs</sub></b>	Granitoides
Unidad Piedras	<b>PZ<sub>Pi</sub></b>	Anfibolitas gneísicas de grano fino a grueso y esquistos verdes
Granito de Abitagua	<b>IN G<sub>Ab</sub></b>	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)
Gabro	<b>IN G<sub>a</sub></b>	Gabro

Fuente: CTN, a partir de: cartografías geológicas oficiales 1: 100.000 y 1:250.000 del INIGEMM y organismos predecesores; Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000

**(\*) Nota:** Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a escala 1:1.000.000 (CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, P=Pleistoceno, Pl=Plioceno, Mio=Mioceno, Oli=Oligoceno, Eo= Eoceno, Pal=Paleoceno, K=Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera; dvQ=depósitos volcánicos del Quilotoa) o al nombre de la "formación geológica" (za=Zarapullo; Bb=Borbón; Mn=Mangán, etc.). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

#### 4. Atributos morfológicos: forma de la cima, de la vertiente y del valle

Los atributos morfológicos, de carácter descriptivo, hacen referencia a variables que ayudan a describir la forma del relieve de la Unidad Geomorfológica delimitada. Se incluyen los siguientes (Cuadro IV.4):

- Forma de la cima
- Forma de la vertiente
- Forma del valle

**Cuadro IV.4.** Categorías de formas de cima, vertiente y valle

FORMA DE LA CIMA	FORMA DE LA VERTIENTE	FORMA DEL VALLE
Aguda	Cóncava	En U
Redondeada	Convexa	En V
Plana	Rectilínea	Plano
Otras	Mixta	Otras
No Aplicable	Irregular	No Aplicable
	Otras	
	No Aplicable	

Fuente: CLIRSEN, 2012

#### 5. Atributos morfométricos: desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente

Los atributos morfométricos se refieren a variables susceptibles de medida y que contribuyen a caracterizar el recinto o polígono identificado desde el punto de vista del análisis cuantitativo del relieve que proporciona la Geoforma. Los atributos de este tipo son:

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

La asignación de todos estos atributos está automatizada, tal como se explica en el documento "Atributos de las geoformas, asignación de atributos y sistema de validación", en base a los datos que proporciona el MDT. No obstante, el fotointérprete los puede modificar si considera que no se ajustan a lo observado o son de carácter anómalo o inexacto.

El *desnivel relativo* corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos, quebradas o incisiones (nivel base) y la parte más

alta de las unidades geomorfológicas (CLIRSEN, 2012). Las categorías o rangos establecidos son las que se muestran en el Cuadro IV.5.

**Cuadro IV.5.** Categorías de desnivel relativo

CLASE	DESNIVEL RELATIVO
1	0 - 5 m
2	>5 - 15 m
3	>15 - 25 m
4	>25 - 50 m
5	>50 - 100 m
6	>100 - 200 m
7	>200 - 300 m
8	>300 m
NO APLICABLE	

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *longitud de vertiente* corresponde a la distancia inclinada existente entre la parte más alta y la más baja de una unidad geomorfológica (IEE, 2012). Las categorías o rangos establecidos se muestran en el Cuadro IV.6.

**Cuadro IV.6.** Categorías de longitud de vertiente

CLASE	TIPO	LONGITUD DE VERTIENTE
1	Muy corta	< 15 m
2	Corta	>15-50 m
3	Moderadamente larga	>50-250 m
4	Larga	>250-500 m
5	Muy larga	>500 m
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

La *pendiente* es el grado de inclinación de las geoformas, con relación a la horizontal, expresado en porcentaje (IEE, 2012). Se han establecido diez clases o rangos de pendientes de pendiente (Cuadro IV. 7).

**Cuadro IV.7.** Categorías de pendiente

CLASE	TIPO	PENDIENTE (%)
1	Plana	0-2
2	Muy suave	>2 - 5
3	Suave	>5 - 12
4	Media	>12 - 25
5	Media a fuerte	>25 - 40
6	Fuerte	>40 - 70
7	Muy fuerte	>70 - 100
8	Escarpada	> 100 - 150
9	Muy escarpada	> 150 - 200
10	Abrupta	> 200
NO APLICABLE		

Fuente: CLIRSEN, 2012

## 6. Atributos relacionados con el drenaje

Son dos las variables o atributos que se refieren al drenaje: la forma de drenaje y la densidad de drenaje. Ambas variables proporcionan información indirecta sobre el sustrato (litología y estructura) y/o el tipo de modelado al que está, o ha estado, sometida la Geoforma. Las categorías consideradas para cada uno de estos atributos se recogen en los Cuadros IV.8 y IV.9.

La forma de drenaje se asigna por fotointerpretación, mientras que la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de cauces que atraviesan un área dada y la superficie de dicha área: Horton, 1945; Strahler, 1952; Strahler, 1954) se obtiene automáticamente.

Las herramientas para generar la red de drenaje son ArcGIS 10, ArcHydro y ETGeowizard.

**Cuadro IV.8.** Categorías de tipo de drenaje

TIPOS DE DRENAJE
Dendrítico
Subdendrítico
Anastomosado
Meándrico
Paralelo
Enrejado
Rectangular
Angular
Radial
Asimétrico

Subparalelo
Pinnado
Otras
No Aplicable

Fuente: CLIRSEN, 2012

**Cuadro IV.9.** Categorías de densidad de drenaje

CLASE O TIPO	DENSIDAD
Drenaje grueso (baja densidad)	< 5 km/km <sup>2</sup>
Drenaje medio (media densidad)	5-12 km/km <sup>2</sup>
Drenaje fino (alta densidad)	> 12 km/km <sup>2</sup>
NO APLICABLE	

Fuente: CTN

## Bibliografía citada en el Anexo

Bristow, C.R., y Hoffstetter, R., 1977. Lexique Stratigraphique International, vol. V. Amérique Latine, Fasc. 5 a 2: Ecuador. Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). París, 410 p.

CLIRSEN, 2012. Proyecto: "Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional, escala 1:25.000". Geomorfología. Metodología (versión 2012). Informe no publicado. Quito, 36 p.

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. CODIGEM. Quito.

DGGM-IGS (Dirección General de Geología y Minas; Institute of Geological Sciences), 1982. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. Quito.

Duque, P., 2000. Léxico Estratigráfico del Ecuador. CODIGEM. Quito, 102 p.

Horton, R.E., 1945. Erosional development of streams and their drainage basis; hydrophysical approach to quantitative morphology. Geol. Soc. Am. Bull., 56, 275-370.

Strahler, A.N., 1952. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geol. Soc. Am. Bull., 63, 1117-1142.

Strahler, A.N., 1954. Statistical analysis in geomorphic research. J. Geology, 62, 1-25.

Winckell, A. (coordinador), 1997. Los paisajes naturales del Ecuador: las regiones y paisajes del Ecuador. CEDIG, IPGH, ORSTOM, IGM. 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.