

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN CHINCHIPE**

#### **PROYECTO:**

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

#### **GEOMORFOLOGÍA**

**MAYO, 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque  
Sandra González  
Xavier Andrade  
Óscar Garzón

### Consorcio 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  
Anna Pibernat  
Isaac Pérez

#### 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 .....	9
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 .....	10
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 ....	13
2.3.	Control de calidad.....	14
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón .....	15
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Levantamiento de información.....	17
3.2.	Regiones y Dominios Fisiográficos.....	18
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real .....	19
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina .....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	22

3.3.1. Paisajes glaciares .....	22
3.3.2. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) .....	23
3.3.3. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	23
3.3.4. Medio aluvial de Sierra .....	23
3.3.5. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.....	24
3.3.6. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	24
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	25
3.5. Descripción de geoformas .....	30
3.5.1. Fluvial .....	30
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	30
3.5.1.2. Valle en V (E1) .....	31
3.5.1.3. Barranco (E2) .....	32
3.5.1.4. Encañonamiento (E4).....	32
3.5.1.5. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	33
3.5.2. Fluvio-lacustre .....	33
3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1).....	33
3.5.3. Laderas .....	33
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	33
3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	34
3.5.3.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	35
3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1).....	35
3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	36
3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	37
3.5.3.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	38
3.5.3.8. Coluvión antiguo (Col2).....	38
3.5.3.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1).....	39
3.5.4. Glaciar y periglaciar .....	40
3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1) .....	40
3.5.4.2. Fondo de valle glaciar (Gf3) .....	40
3.5.4.3. Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	41
3.5.4.4. Laguna glaciar (Gf8) .....	41
3.5.4.5. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6) .....	41
3.5.5. Volcánico .....	41
3.5.5.1. Relieve volcánico montañoso (Rv12) .....	41

3.5.6. Tectónico-erosivo .....	42
3.5.6.1. Relieve colinado medio (Rt4).....	42
3.5.6.2. Relieve colinado alto (Rt5).....	42
3.5.6.3. Relieve colinado muy alto (Rt6).....	43
3.5.6.4. Relieve montañoso (Rt7) .....	44
3.5.7. Poligénicas.....	44
3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	44
3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	45
3.5.7.3. Superficie inclinada (Si2).....	45
3.5.7.4. Superficie inclinada disectada (Si3).....	46
3.5.7.5. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	46
3.5.7.6. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....	47
<b>IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>51</b>
5.1. Referencias generales .....	51
5.2. Bibliografía citada .....	52

**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.....	11
<b>Cuadro 2.2.</b> Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Chinchipe.....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Chinchipe .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Chinchipe.....	22
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	25
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	28

## 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 .....	14
<b>Figura 2.3.</b> Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Chinchipe .....	15
<b>Figura 3.1.</b> Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Chinchipe.....	17
<b>Figura 3.2.</b> Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Chinchipe .....	18

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Foto 1.</b> Valle fluvial, llanura de inundación del río Canchis. Sector Las Balsas .....	30
<b>Foto 2.</b> Valle en V en el río Isimanchi. Sector Lomas Blancas.....	31
<b>Foto 3.</b> Barranco. Sector Loma Negro Muerto .....	32
<b>Foto 4.</b> Vertiente rectilínea. Sector El Chorro.....	34
<b>Foto 5.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Solaguari.....	34
<b>Foto 6.</b> Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Loma Ventanas .....	35
<b>Foto 7.</b> Vertiente abrupta. Sector Tambo Loma del Balcón .....	36
<b>Foto 8.</b> Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector La Diversión .....	37
<b>Foto 9.</b> Vertiente heterogénea. Sector San Andrés .....	37
<b>Foto 10.</b> Vertiente heterogénea. Sector San Antonio de la Variante .....	38
<b>Foto 11.</b> Coluvión antiguo. Sector San Andrés.....	39
<b>Foto 12.</b> Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Zumba .....	40
<b>Foto 13.</b> Relieve volcánico montañoso. Sector San José de Los Guayusos.....	42
<b>Foto 14.</b> Relieve colinado muy alto. Sector San José de los Guayusos .....	43
<b>Fotos 15 y 16.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector San Andrés.....	45
<b>Foto 17.</b> Superficie inclinada. Sector Isimanchi.....	46
<b>Fotos 18 y 19.</b> Interfluvio de cimas redondeadas. Sector La Diversión .....	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:

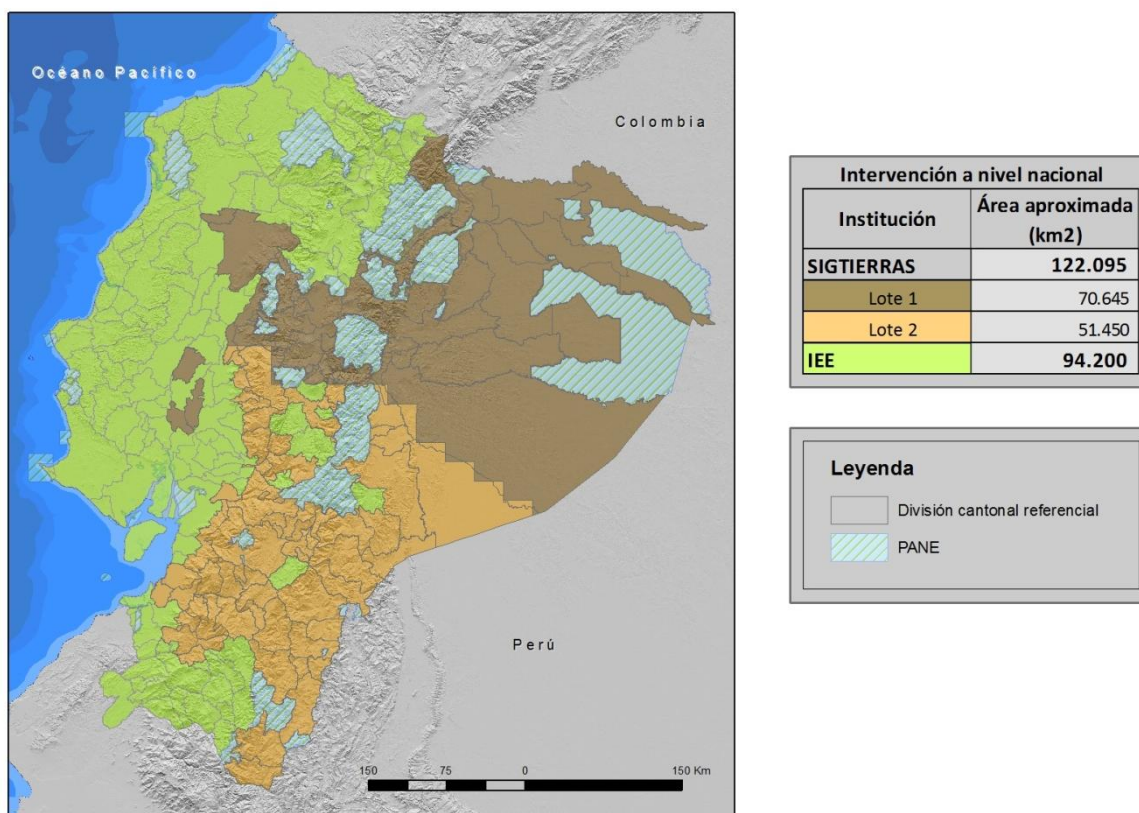
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación 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 ambos 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 con 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 la 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 *raster*, 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.

En el esquema geológico del *layout* los polígonos menores a 100 ha aparecen con el color correspondiente a su edad geológica pero no se etiquetan ni se muestran en la leyenda de formaciones.

##### 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.

<b>GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)</b>	<b>SUBGRUPO</b>	<b>EJEMPLOS DE GEOFORMAS</b>	<b>CLAVE</b>
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
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

**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>
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
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
	Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1
OTRAS	-	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. Por otro lado cabe aclarar que las edades han sido asignadas conforme lo determina la cartografía 1:100.000 y por ende los cuerpos intrusivos posteriormente datados por el CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

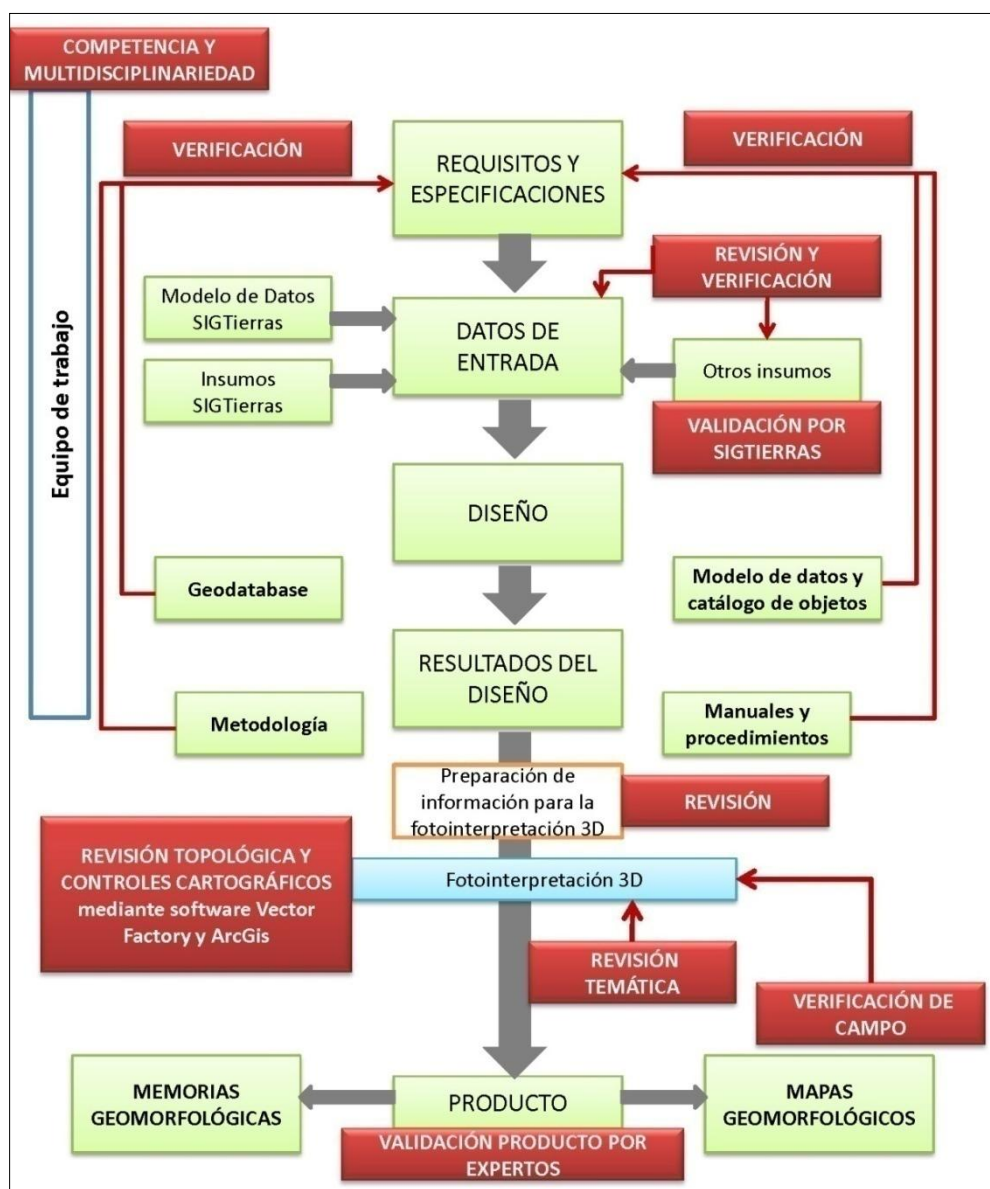
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

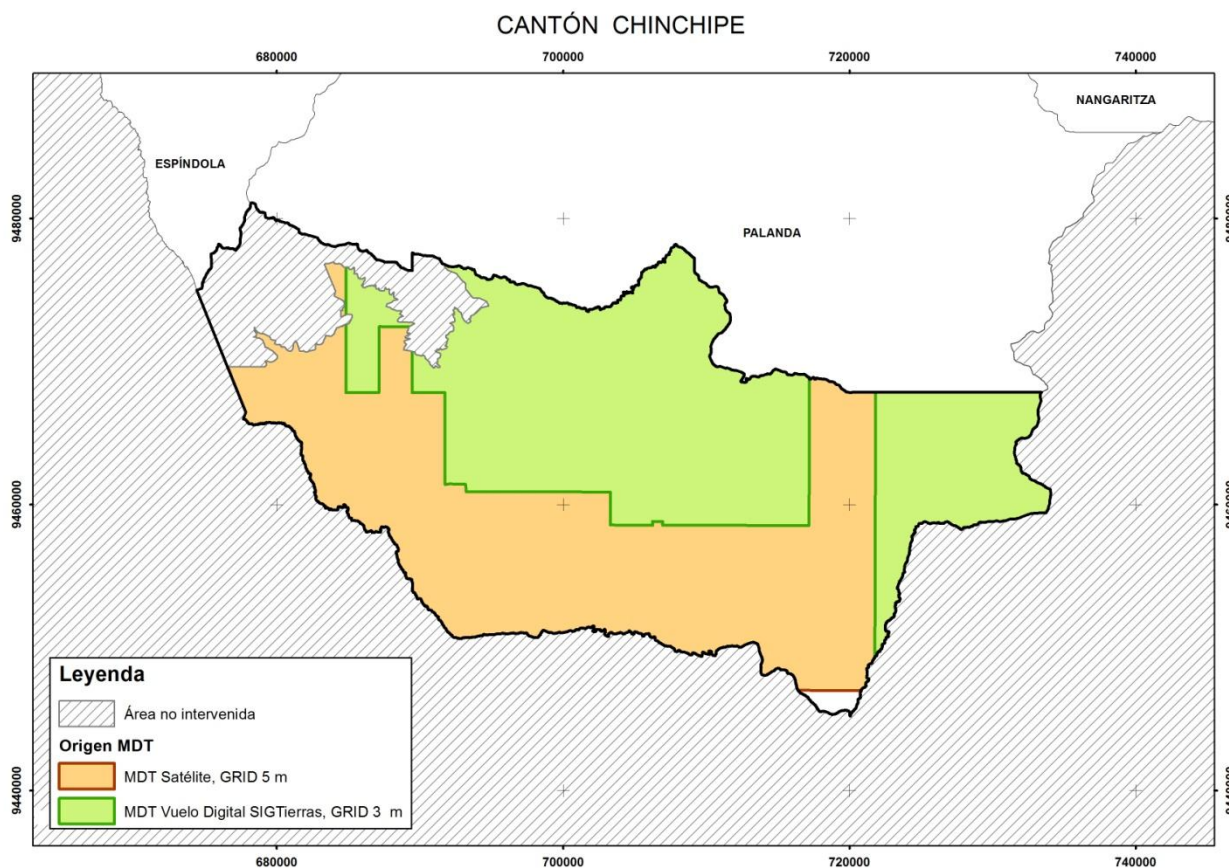
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Chinchipe 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 Chinchipe.



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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Zumba (Hoja 59), 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 Zamora Chinchipe, 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 Chinchipe.

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
NVII_F1	Laguna Cox
NVII_F2	San Francisco del Vergel (Río Mayo)
NVII_F3	Río Blanco
NVII_F4	Zumba
ÑVII_E1	Río El Vergel
ÑVII_E3	Quebrada San Francisco

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

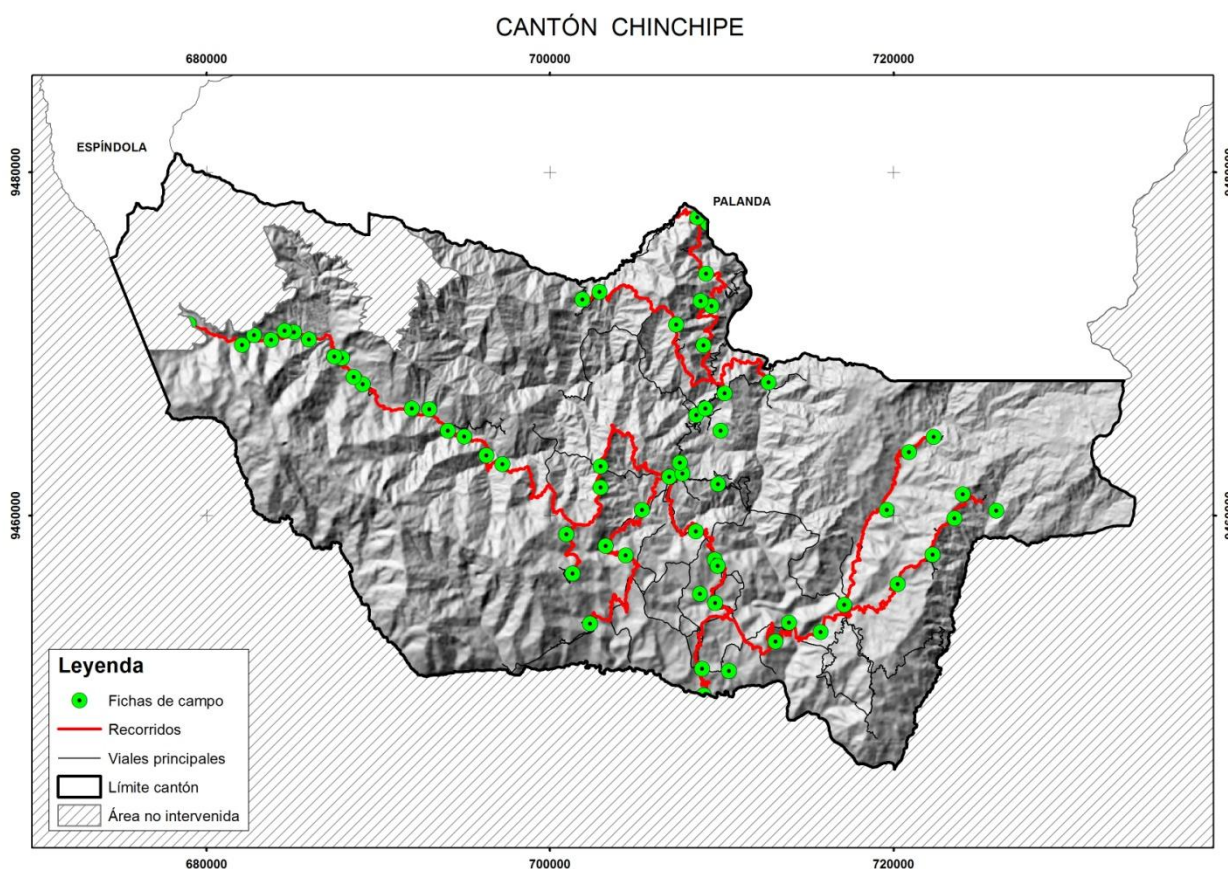
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Chinchipe se realizó entre los días del 4 al 7, 10 y 11 de febrero de 2015, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 62 fichas de campo (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 Chinchipe.



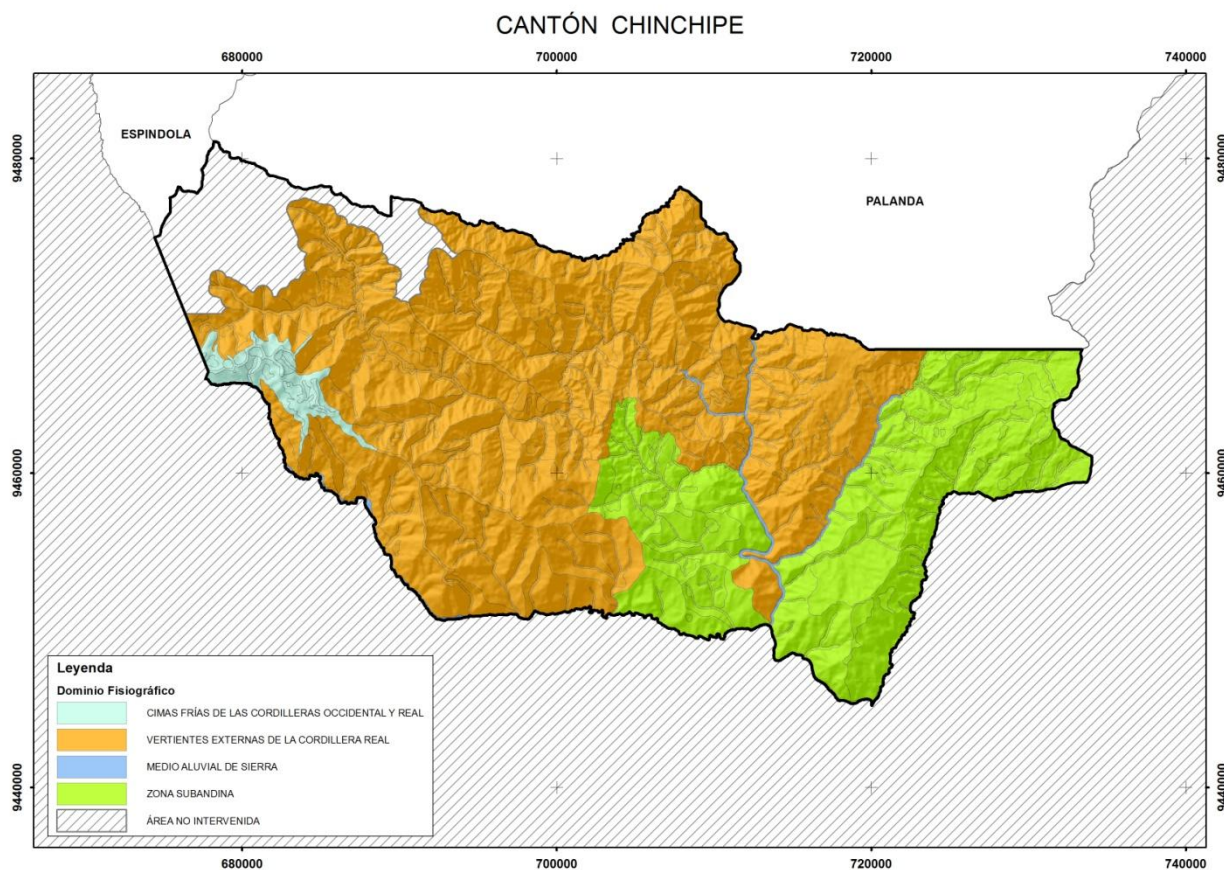
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Chinchipe tiene 1.102 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.011 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Yasuni) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra, en la que se diferencian tres dominios fisiográficos y en la región Amazonía que presenta un dominio fisiográfico. 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.

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



**Cuadro 3.1.** Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Chinchipe.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (* )	Porcentaje (* )
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	25 km <sup>2</sup>	2,5%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	678 km <sup>2</sup>	67%
	Medio aluvial de Sierra	10 km <sup>2</sup>	1,1%
AMAZONÍA	Zona Subandina	298 km <sup>2</sup>	29,4%

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

### 3.2.1. 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. En este cantón, que se localiza al sureste de Amaluza, este dominio puede alcanzar los 3.600 msnm de altura máxima y, aunque se desciende hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Chinchipe, situado en el extremo más meridional del país, al sureste de Amaluza, este dominio está representado únicamente por los paisajes glaciares y puede alcanzar los 3.600 msnm de altura máxima; y aunque desciende hasta los 2.800 msnm, en este caso no se encuentra una franja periglacial o de páramo que muestre el paso a los relieves de sus márgenes, debido a que no se encuentran geoformas características de los paisajes de páramo y únicamente se observan geoformas glaciares. El dominio se localiza al sur del extremo occidental del territorio estudiado en el cantón, sobre las zonas altas de la Cordillera Lagunillas, formado por la acción glacial y el modelado de laderas, con una temperatura media que oscila entre los 5,6°C y los 8°C y temperaturas mínimas inferiores a 0°C.

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

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre el de Cimas frías y 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 escalonada, 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.

En el cantón Chinchipe, dentro de este dominio se encuentran ambas litologías, repartidas por el extremo occidental de la zona de estudio, la zona central y parte del extremo oriental del cantón. Se localiza a alturas que oscilan entre los 800 y 3.400 msnm y está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas y vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, ambos paisajes sin cobertura piroclástica. Es el dominio con mayor extensión dentro del cantón.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Sierra.

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados y algunas de las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V y encañonamientos) y los coluvio-aluviales de modelado poligénico ligados directamente al drenaje; el resto de estas geoformas se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplazan, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atraviesen más de un contexto morfológico.

Dentro de este cantón el dominio Medio aluvial de Sierra está representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Mayo y Sangola, con dirección preferencial N-S y los ríos Isimanchi y Blanco con dirección NO-SE. Estos ríos inciden en las formaciones presentes, creando principalmente valles en V y encañonamientos y un tramo relleno de coluvio-aluvial.

#### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o colinados, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes. Este dominio está fuertemente condicionado por el levantamiento del Santiago, más fuertemente accidentado que su homólogo del norte, Cordillera del Napo, mientras que esta estructura hacia el sur, atraviesa el cantón Chinchipe y conforma su expresión morfológica más característica, la Cordillera del Cóndor. La Cuenca de Zumba se encuentra en la zona más meridional, representa una cuenca intermontana dentro de la Cordillera Real que por razones de coherencia con el mapa de paisajes de Winckell se ha dejado en este Dominio Fisiográfico.

El anticlinal subandino está constituido por sedimentos mesozoicos y cenozoicos, de naturaleza marina y continental respectivamente. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. En esta zona del país, este dominio no ha sido recubierto por cenizas volcánicas, manteniendo sus coberturas edáficas, a diferencia de su representación en el norte (la Cordillera del Napo).

En el cantón Chinchipe este dominio se dispone en la zona oriental, repartido en dos sectores, en el sector sureste de la zona central del cantón, sobre las zonas bajas de la margen derecha del río Mayo y en el borde más oriental del cantón, donde se encuentra la Cordillera de Chorocoto, con contextos diferentes en cada sector. Presenta alturas que oscilan entre los 700 y los 2.900 msnm. Las expresiones morfológicas más características de este dominio en el cantón vienen representadas por los relieves disectados del basamento granítico de la Cordillera del Cóndor y las crestas periféricas metamórficas y depósitos sedimentarios internos de la Depresión de Zumba.

### 3.3. Contextos Morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón Chinchipe 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 Chinchipe.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra
AMAZONÍA	Zona Subandina	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

Fuente: CTN

#### 3.3.1. Paisajes glaciares

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 cantón, este contexto se encuentra sobre la Cordillera Real, a lo largo de una estructura menor, la Cordillera Lagunillas, y ocupa una superficie de 25 km<sup>2</sup> en la zona occidental del cantón. Se caracteriza mayoritariamente por geoformas de génesis glaciar, como circos y lagunas glaciares, vertientes y fondos de valle glaciar y depósitos glaciares modelados por la acción fluvial. Se localizan también vertientes

heterogéneas y la geofoma interfluvio de cimas, principalmente estrechas, que muestra la intensidad del modelado glaciar sobre las rocas.

### 3.3.2. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Se presenta este contexto en el extremo más meridional del Ecuador: al sureste de Amaluza, encajado entre relieves labrados sobre rocas metamórficas y los retazos más al sur de los *Paisajes glaciares*. También aparece en otros reducidos emplazamientos que salpican la vertiente andina oriental, al sur de la cordillera.

En el cantón Chinchipe se encuentra al este del mismo, en forma de corredor a ambos lados del río Mayo, que discurre con dirección norte-sur al este de Zumba y en la zona más occidental, bordeando el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*. Presenta características similares al contexto análogo situado en la vertiente occidental: intensa alteración, disección homogénea, regular y densa y ausencia de direccionalidad en su modelado. En este cantón se caracteriza por un marcado modelado de laderas y relieves tectónico-erosivos, formados sobre rocas graníticas. Ocupa una superficie aproximada de 300 km<sup>2</sup> y se encuentra situado a alturas entre 3.300 y 700 msnm.

### 3.3.3. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Se extiende a lo largo de una banda continua por todo el tercio sur de la vertiente oriental de la Cordillera Real, desde la línea imaginaria que une Azogues y Santiago de Méndez hasta la punta más meridional del Ecuador, al sur de Zumba, justo donde se encuentra el cantón Chinchipe. Queda enmarcado entre los dominios de Cimas frías y de la Zona Subandina.

El paisaje, con ausencia de cenizas volcánicas, se define por una disección intensa, irregular y asimétrica del sustrato metamórfico sobre el que mayoritariamente se desarrolla. Se sitúa entre, aproximadamente, 2.900 y 900 msnm, representando la transición entre el modelado glaciar y periglacial andino y los relieves subandinos. Este cantón representa el modelado típico de este contexto, que se localiza en la zona central del mismo, ocupando unos 378 km<sup>2</sup> y formado mayoritariamente por rocas metamórficas asociadas a la Unidad Sabanilla según CODIGEM-BGS (1994).

### 3.3.4. Medio aluvial de Sierra

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.3.

### 3.3.5. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas

El modelado predominante, muy homogéneo, da lugar a colinas y relieves montañosos de pronunciados desniveles, de cimas redondeadas y largas vertientes convexas. La red es densa y escasamente jerarquizada, característica de los cuerpos ígneos intrusivos, granitos y granodioritas, sobre los que se desarrolla, en este caso sobre el Batolito de Zamora. Las alteraciones adquieren una extraordinaria intensidad y extensión sobre estos materiales, tanto en forma de arenizaciones como en transformaciones a niveles arcillosos rojizos y rojizo-amarillentos, con cuarzo y ricos en hierro.

En el cantón Chinchipe, este contexto se encuentra en todo el extremo oriental, sobre aproximadamente 200 km<sup>2</sup>, entre los 700 metros y los 2.800 metros de altitud. Se caracteriza, también, por la presencia lavas y piroclastos de la Unidad Misahuallí y areniscas de la Formación Hollín, aunque éstas formaciones, particularmente en este cantón, no dan geoformas estructurales si no que desarrollan un importante modelado de laderas. Otras formas características en este contexto son las de carácter tectónico-erosivo, proporcionadas por el Batolito de Zamora y por las areniscas de la Formación Hollín discordantes sobre los relieves graníticos subyacentes.

### 3.3.6. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales

Este contexto incluye: el corredor de Cosanga, que se extiende como un largo y estrecho pasillo desde el norte de Baeza hasta la altura de Palora, al sur de Puyo; la depresión de Macas-Méndez y su prolongación meridional a través del corredor Limón-Gualaquiza; la cuenca de Zumba, en el extremo meridional del Ecuador; y, finalmente, diversos valles del sur, cuyas paredes aparecen tapizadas de depósitos coluviales.

En este cantón, el contexto se enmarca en la cuenca de Zumba, similar a los otros valles meridionales del contexto pero mucho menos alargada que ellos. La Depresión de Zumba se localiza en la zona centro-sur del cantón Chinchipe, está bordeada por la Cordillera de Uriarango al oeste, por diversos relieves del norte de Zumba al norte y por el río Mayo al este. Se inserta sobre un sustrato intrusivo y sedimentario, principalmente compuesto por la Formación Quillollaco y granitoides del Batolito de Zamora. Son características las laderas irregulares de fuertes pendientes, muy susceptibles a los movimientos en masa y los relieves de modelado tectónico-erosivo. Se encuentra sobre alturas que oscilan entre los 700 a 1.500 msnm, ocupando una superficie de alrededor de 100 km<sup>2</sup>.

### 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	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente heterogénea	14
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	2
		Fondo de valle glaciar	<1
		Vertiente de valle glaciar	2
		Laguna glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas redondeadas	2
		Interfluvio de cimas estrechas	2
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	5
		Barranco	14
	LADERAS	Vertiente rectilínea	11
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	29
		Vertiente abrupta	24
		Vertiente abrupta con fuerte disección	11
		Vertiente heterogénea	86
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	21
		Coluvión antiguo	6
	TECTÓNICO-EROSIVO	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	7
		Relieve colinado muy alto	8
		Relieve montañoso	72

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	5
		Barranco	20
		Encañonamiento	2
		Superficie de cono de deyección	<1
	FLUVIO-LACUSTRO	Depresión lagunar	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	59
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	27
		Vertiente rectilínea con abruptos	35
		Vertiente abrupta	14
		Vertiente abrupta con fuerte disección	18
		Vertiente heterogénea	151
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	31
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado alto	<1
		Relieve colinado muy alto	1
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	7
	Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación
Valle en V			7
Encañonamiento			1
POLIGÉNICAS		Coluvio-aluvial antiguo	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle en V	2
		Barranco	11
	LADERAS	Vertiente rectilínea	16
		Vertiente abrupta	3
		Vertiente heterogénea	144
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	5
		Coluvión antiguo	5
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico montañoso	4
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve montañoso	7
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	2
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Valle en V	2
		Barranco	6
		Encañonamiento	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	28
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7
		Vertiente rectilínea con abruptos	3
		Vertiente heterogénea	33
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado alto	2
		Relieve montañoso	9
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1

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.

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	3
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	17
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	5
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	3
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	<1
Depósitos glaciares	Q <sub>dg</sub>	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	<1
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	1
Grupo Quillollaco	MioPl <sub>Q</sub>	Mioceno-Plioceno	Bloques de filitas, cuarcitas y esquistos sericíticos en matriz arenosa	86

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Formación Hollín	K <sub>Ho</sub>	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	17
Unidad Misahuallí	K <sub>Mh</sub>	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	82
Batolito de Zamora	J <sub>BZ</sub>	Jurásico	Granitoides	255
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	371

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

**(\*) 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: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores 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, MioPl=Mioceno-Plioceno, K=Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Mh= Misahuallí, Ho= Hollín, Q= Quillollaco 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.

**(\*\*) Nota:** En las Rocas metamórficas se puede hallar la Unidad Sabanilla, según CODIGEM-BGS (1994).

### 3.5. Descripción de geoformas

A continuación se describen las geoformas presentes en el cantón, de acuerdo a su génesis, señalando 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)

Existen dos geoformas de este tipo en el cantón Chinchipe, ambas ubicadas en la zona meridional, en el límite con el Perú que se da sobre el cauce del río Blanco, en el sector de Loma Pelada, incluido dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y el sector La Balsa, dentro del contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Se caracterizan por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan parcial o totalmente durante épocas de crecidas.

Presentan pendientes muy suaves (2 a 5%), con valles en forma plana y el cauce presenta carácter meandriforme.



**Foto 1.** Valle fluvial, llanura de inundación del río Canchis. Sector Las Balsas. 06/02/2015.

### 3.5.1.2. Valle en V (E1)

En los sistemas fluviales de los ríos Isimanchi, Mayo y Chinchipe se encuentran distribuidos los valles en V que han sido cartografiados en el cantón, que en conjunto alcanzan una superficie de 21 km<sup>2</sup> aproximadamente. Estos se encuentran incluidos dentro de los contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Medio aluvial de Sierra*; iv) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y v) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Se caracterizan por presentar una pendiente entre fuerte y muy fuerte (40 a 100%) y aunque en algunos casos la pendiente es inferior, se verifica esta geoforma como la más adecuada según la fotointerpretación. Se encajan en las litologías del Batolito de Zamora, el Grupo Quillollaco y la Unidad Misahuallí.



**Foto 2.** Valle en V en el río Isimanchi. Sector Lomas Blancas. 04/02/2015.

### 3.5.1.3. Barranco (E2)

Los barrancos se encuentran distribuidos a lo largo de toda la superficie del cantón, en todos los contextos presentes en éste, excepto en el *Medio aluvial de Sierra*.

Tiene similares características que la geoforma anterior, aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales van desde fuertes hasta escarpadas (de 40 a 150%) con formas de valle en V. Los barrancos se encajan sobre las mismas litologías que los valles en V (E1) y además sobre rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla, sobre el Batolito de Portachuela, según CODIGEM-BGS (1994), o sobre la Formación Hollín.



**Foto 3.** Barranco. Sector Loma Negro Muerto. 07/02/2015.

### 3.5.1.4. Encañonamiento (E4)

Entre la zona céntrica y norte se desarrollan los encañonamientos en el cantón Chinchipe, sobre los ríos Palanuma, Palanda, Isimanchi, Mayo y las quebradas Zumbayacu y Tarrangami. Están incluidos dentro de los contextos morfológicos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Medio aluvial de Sierra* y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estos encañonamientos se encajan sobre granitoides pertenecientes al Batolito de Zamora y sobre rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla según CODIGEM-BGS (1994).

Se caracterizan por presentar una pendiente entre muy fuerte y escarpada (70 a 150%), un desnivel relativo de 50 a 100 metros. Las vertientes van desde moderadamente largas hasta muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas rectilíneas y presentan valles en V.

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

Existe únicamente una geoforma de este tipo dentro del cantón Chinchipe, se encuentra ubicada en el centro-norte, sector de Isimanchi. Se encuentra incluida dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Está conformado por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables, típicos de los depósitos aluviales de cono de deyección. Se caracteriza por presentar un desnivel relativo de entre 50 a 100 metros, con una pendiente media. Las vertientes tienen una longitud larga (250 a 500 m) y con forma mixta.

#### 3.5.2. Fluvio-lacustre

##### 3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1)

Al centro-norte del cantón, junto a la quebrada Sural en el sector Libertad, se encuentra ubicada la única depresión lagunar del cantón. Ocupa una superficie de aproximadamente 3 hectáreas y está incluida en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Presenta una pendiente plana (de 0 a 2%) ya que se trata de una lámina de agua.

#### 3.5.3. Laderas

##### 3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se encuentra distribuida a lo largo de toda la superficie del cantón, incluida dentro de todos los contextos morfológicos, a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 12% y el 70%. Se desarrollan sobre las litologías de la Unidad Misahuallí, el Batolito de Zamora, el Grupo Quillollaco y sobre rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla y granodioritas del Batolito de Portachuela según CODIGEM-BGS (1994). Presentan un desnivel relativo de más de 50 metros y la longitud de estas vertientes es superior a los 50 metros.



**Foto 4.** Vertiente rectilínea. Sector El Chorro. 05/02/2015.

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

Al igual que la geofoma anterior, esta vertiente se encuentra distribuida a lo largo de toda la superficie del cantón, dentro de tres contextos morfológicos. En las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* están formadas sobre litología del Batolito de Zamora y sobre granodiorita rica en hornblenda del Terciario perteneciente al Batolito Portachuela según CODIGEM-BGS (1994); en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, se forman sobre materiales metamórficos asociados a la Unidad Sabanilla (CODIGEM-BGS, 1994) y por último en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, se desarrollan sobre la litología del Grupo Quillollaco.

Son laderas de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, con longitudes mayores a los 500 metros, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Presentan pendientes fuertes (40 a 70%), con desniveles relativos mayores a los 200 metros.



**Foto 5.** Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre litología del Batolito de Zamora. Sector Solaguari. 07/02/2015.

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

Estas vertientes aparecen distribuidas en la franja central norte-sur del cantón, incluidas dentro de los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*, estas se desarrollan sobre filitas, cuarcitas y esquistos pertenecientes al Grupo Quillollaco.

Son laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica. Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos mayores de 200 metros y longitudes de vertientes muy larga (más de 500 m).



**Foto 6.** Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Loma Ventanas. 06/02/2015.

### 3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)

La geoforma se encuentra distribuida a lo largo de toda la superficie del cantón excepción del sur. En el occidente se encuentra cerca a los cauces de los ríos Palanuma, Bolívar, Isimanchi y de las lomas Del Balcón y Del Mono, se ha comprobado en campo que todo este sector se encuentra desarrollado sobre granodiorita rica en hornblenda perteneciente al Batolito de Portachuela (CODIGEM-BGS, 1994); al norte está en los sectores de Canadá y Tambo Viejo; en la zona céntrica se encuentra en el sector de La Diversión y al oriente en la Cordillera del Cóndor.

Se encuentra incluida dentro de tres contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas*

*volcánicas*), esta se desarrolla sobre el Batolito de Zamora y sobre areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas de la Formación Hollín.

Se caracteriza por presentar una pendiente muy fuerte (70 a 100%), y en general un desnivel relativo que varía desde 100 a más de 300 metros. Las longitudes de estas vertientes varían desde largas hasta muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas.



**Foto 7.** Vertiente abrupta en granodiorita con hornblenda del Batolito de Portachuela. Sector Tambo Loma del Balcón. 04/02/2015.

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

Se encuentran a lo largo de la zona septentrional del cantón, al occidente se encuentran cerca a las márgenes del río Bolívar y desarrolladas sobre granodiorita con hornblenda del Batolito de Portachuela (CODIGEM-BGS, 1994), en el centro se desarrollan sobre rocas metamórficas indiferenciadas en el sector de Filo de Pueblo Viejo y La Diversión; y al oriente en el sector de Cerro Negro acercándose a la Cordillera del Cóndor y desarrollada sobre rocas graníticas del Batolito de Zamora. Están incluidas dentro de los contextos morfológicos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se caracteriza por tener pendientes mayoritariamente muy fuertes (70 a 100%) y dentro del contexto de *Vertientes homogéneas* llegan hasta abruptas (>200%), y presentan un desnivel relativo de más de 200 metros.

Las longitudes de vertientes van desde largas hasta muy largas (de 250 a más de 500 m), con formas predominantemente rectilíneas, aunque también son cóncavas o convexas.



**Foto 8.** Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector La Diversión. 06/02/2015.

#### 3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Su presencia es muy abundante dentro del cantón del orden de aproximadamente 427 km<sup>2</sup> y distribuidas a lo largo de toda la superficie del cantón y debido a esto se encuentra incluida dentro de todos los contextos morfológicos a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 100%), desniveles relativos que mayoritariamente superan los 300 metros.

Al igual que la mayoría de los tipos de ladera identificados, se presentan sobre una gran variedad de sustratos.



**Foto 9.** Vertiente heterogénea. Sector San Andrés. 04/02/2015.

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

Esta geoforma se encuentra distribuida en cuatro zonas del cantón, al norte en el sector de San Antonio de la Variante, en la zona céntrica en el sector de La Huaca, en el oriente en el sector de Las Sabanas y al suroeste en Filo de Gordillo, Cordillera Las Lagunillas y Loma Alta del Río Blanco.

Se incluyen dentro de los contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Caracterizadas por presentar pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desniveles relativos comprendidos entre 200 y más de 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares o mixtas.



**Foto 10.** Vertiente heterogénea. Sector San Antonio de la Variante. 07/02/2015.

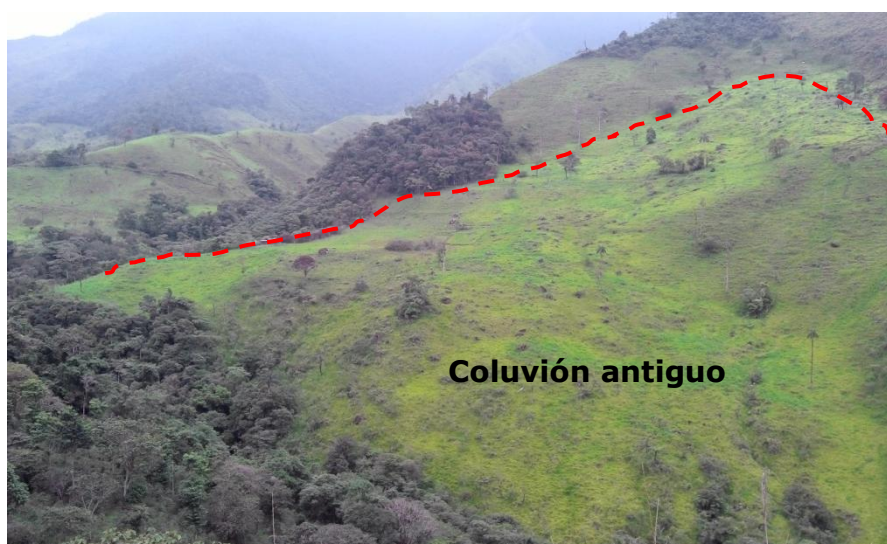
### 3.5.3.8. Coluvión antiguo (Col2)

Se trata de depósitos coluviales de ladera, repartidos por todo el cantón, que se acumulan principalmente en las partes medias y bajas de las laderas, formando una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Se incluyen dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Las morfología típica de los coluviones son laderas con pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%) y longitudes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) con diversas formas de vertiente. Generalmente presentan un desnivel que oscila entre 25 y 200 metros, aunque en los contextos *Vertientes homogéneas* y *Relieves escarpados* puede llegar a 300 metros y en la *Cordillera del Cóndor*, incluso superar los 300 metros.

En varios contextos se corrobora en campo la presencia de los coluviones: en los *Corredores* y *Relieves escarpados* se asocian varios coluviones a los materiales metamórficos de la Unidad Sabanilla (CODIGEM-BGS, 1994); en las *Vertientes homogéneas* se asocian generalmente al Batolito Portachuela, formado por granodioritas ricas en hornblenda del Terciario (CODIGEM-BGS, 1994).



**Foto 11.** Coluvión antiguo. Sector San Andrés. 04/02/2015.

#### 3.5.3.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Se trata de depósitos de roca y suelo producidos por inestabilidades gravitatorias en las laderas, que dejan como huella un escarpe de deslizamiento, aunque en este cantón no queda registro de ningún escarpe por no ser mapeables debido a su tamaño o por erosión posterior al movimiento.

Estos depósitos se sitúan mayoritariamente en la zona central del cantón, en tres contextos morfológicos y presentan vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m). Están compuestos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño procedentes, principalmente del Batolito de Zamora, debido a su alto grado de alteración, y de rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla (CODIGEM-BGS, 1994).

En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* los depósitos tienen pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%), con un desnivel de 100 a 200 metros y vertientes con forma mixta. En los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, las pendientes van de media hasta fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), los desniveles son mayores de 200 metros y las vertientes pueden ser

cóncavas, mixtas, irregulares o rectilíneas; en este contexto los depósitos se asocian los materiales de la Unidad Sabanilla (CODIGEM-BGS, 1994). Por último, en las *Vertientes homogéneas* se dan pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), con desniveles muy variables, de 50 a 300 metros y vertientes con forma cóncava, mixta o rectilínea.

Uno de los deslizamientos del contexto *Corredores* puede visualizarse en campo, aunque no se hace descripción de los depósitos de deslizamiento debido a que no se puede encontrar un afloramiento representativo que lo defina. Se puede observar en la fotografía un depósito de deslizamiento, con pendiente media y vertiente mixta.



**Foto 12.** Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Zumba. 06/02/2015.

#### 3.5.4. Glaciar y periglacial

##### 3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Se localizan cuatro circos glaciares sobre la Cordillera Lagunillas, situada al sur de la zona occidental del territorio estudiado, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Son depresiones, con forma semicircular o semielíptica, formadas por la erosión del hielo, cuya acción ha creado laderas con pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%) y desniveles de 50 a 200 metros, y presentan una zona de salida del circo donde aparecen los fondos glaciares descritos a continuación. Las vertientes son cóncavas con una longitud de moderada a muy larga (de 50 a más de 500 m). Según CODIGEM-BGS (1994) está formado sobre el Batolito Portachuela constituido por granodioritas ricas en hornblenda del Terciario.

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

Esta geoforma se produce igualmente por la erosión del hielo, creando un valle con perfil transversal en U y con laderas de media pendiente (de 12 a 25%).

Se encuentran dos fondos de valle glaciar en la zona suroccidental del cantón, formados a la salida de los circos glaciares (Gf1) más orientales anteriormente descritos, en el mismo contexto morfológico. Están formados por depósitos

pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino denominados till.

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

Estas geoformas se localizan en la zona occidental del cantón, dentro del contexto *Paisajes glaciares*, en ambas vertientes de los valles anteriores (Gf3). Están formadas sobre el Batolito Portachuela constituido por granodioritas ricas en hornblenda del Terciario (CODIGEM-BGS, 1994).

Se trata de laderas con pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 300 metros y longitud de vertiente larga (de 250 a 500 m) con formas convexas.

#### 3.5.4.4. Laguna glaciar (Gf8)

Se localiza una laguna glaciar en la Cordillera Lagunillas, en la zona occidental del cantón, conocida como Laguna del Pato. Esta laguna se considera glaciar por localizarse dentro del contexto *Paisajes glaciares* y por estar asociada a un antiguo circo glaciar actualmente no reconocible. Se caracteriza por una pendiente plana (de 0 a 2%).

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

Esta unidad geomorfológica se localiza como las geoformas anteriores sobre la Cordillera Lagunillas, en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se localiza en tres áreas en las que el suavizado de las pendientes provoca la acumulación de bloques y gravas en una matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas. Estos depósitos son modelados por la acción fluvial y constituyen los depósitos fluvio glaciares que caracterizan esta geoforma, con una pendiente media (de 12 a 25%).

### 3.5.5. Volcánico

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

Este relieve se localiza únicamente en la zona nororiental del cantón, al noroeste de la Cordillera de Chorocoto, en la margen del río Sangola, en una superficie algo mayor de 4 km<sup>2</sup>. Se encuentra incluido en el contexto morfológico *Cordillera del Cóndor*.

El relieve se considera volcánico debido a que está formado sobre la litología de la Unidad Misahuallí, formada por lavas y piroclastos (basaltos y tobas), como casi toda la Cordillera de Chorocoto y aunque el origen de las rocas es volcánico no se puede asumir íntegramente que su génesis de relieve es volcánico, su evolución como relieve se debe a tectonismo muy influenciado por la deflexión de Huamcabamba y actualmente afectada por procesos erosivos intensos. Esta unidad se ha descrito en campo, en la ubicación de la foto 13.

La característica más significativa de este relieve es el desnivel relativo superior a los 300 metros. Presenta vertientes irregulares, con longitudes superiores a los 500 metros y pendientes fuertes (de 40 a 70%). Se desarrollan cimas redondeadas y valles en forma de V.



**Foto 13.** Relieve volcánico montañoso. Sector San José de Los Guayusos.  
05/02/2015.

### 3.5.6. Tectónico-erosivo

#### 3.5.6.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se encuentran en la zona oriental del cantón, al inicio de la quebrada del Huiringos al norte y hacia el sur en el filo Cresta de Gallo. Se caracterizan por un desnivel relativo de 50 a 100 metros.

En ambos casos se localiza dentro del contexto *Vertientes homogéneas* y está desarrollado sobre el Batolito de Zamora. Las pendientes son fuertes y las vertientes rectilíneas, con una longitud de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m). En el relieve se crean valles en forma de V y cimas agudas.

El relieve que se localiza en el filo Cresta de Gallo se encuentra rodeado por un meandro del río Mayo, donde se corrobora en campo la presencia de granitoides del Batolito de Zamora, en lugar de las rocas metamórficas que se encuentran en los alrededores de la geoforma.

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

Este tipo de relieve se encuentra repartido en la zona centro-norte y nororiental del cantón, en tres contextos morfológicos distintos. Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros característico de la geoforma. Generalmente desarrolla pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), vertientes con longitud larga a muy larga (de 250 a más de 500 m), formas de cima en su mayoría redondeadas y valles con forma de V.

En el contexto morfológico *Vertientes homogéneas* esta geoforma ocupa la mayor extensión dentro del cantón, con más de 7 km<sup>2</sup>, formados sobre los granitoides del Batolito de Zamora. Se localiza al sur de la Cordillera Cerro Negro y de la quebrada de mismo nombre, donde desarrolla vertientes tanto irregulares como rectilíneas. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* el relieve se forma al sur del núcleo urbano de Zumba, sobre rocas metamórficas del Grupo Quillollaco con vertientes irregulares. Estos dos contextos presentan también cimas agudas.

El contexto *Relieves escarpados* presenta un relieve colinado alto, al sur de la localidad de La Libertad, con una extensión de aproximadamente 4 hectáreas. Se forma sobre rocas metamórficas indiferenciadas con vertientes con forma mixta.

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

Esta geoforma se sitúa en la zona central y nororiental del cantón, en dos contextos morfológicos. Este relieve se caracteriza por un desnivel de 200 a 300 metros y presenta pendientes fuertes y formas de valle en V.

Mayoritariamente se encuentra dentro del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*, ocupando casi 8 km<sup>2</sup> repartidos en varias geoformas situadas al este de la Cordillera Cerro Negro y hacia el noroeste de éstas, al sur de Bellavista. Estos relieves se forman sobre el Batolito de Zamora, litología comprobada en campo, desarrollando vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con forma mixta, irregular o rectilínea y cimas con forma principalmente redondeada y en ocasiones aguda.

En el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* se encuentra una geoforma poco más de 1 km<sup>2</sup>, al sureste de Zumba. En este caso presenta vertientes mayores de 500 metros con forma rectilínea y cimas con forma aguda.



**Foto 14.** Relieve colinado muy alto. Sector San José de los Guayosos. 07/02/2015.

#### 3.5.6.4. Relieve montañoso (Rt7)

Estos relieves se localizan principalmente en la zona oriental del cantón y en menores superficies en el norte y noroeste del mismo. En general, el relieve presenta un desnivel superior a 300 metros, valles en forma de V y vertientes muy largas (más de 500 m).

Se encuentra dentro de tres contextos morfológicos diferentes, *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* es el de mayor extensión. En este, el relieve montañoso presenta la mayor superficie, unos 72 km<sup>2</sup>, en la margen izquierda del río Mayo y una superficie menor de 1 km<sup>2</sup> en el norte del cantón, sobre el Batolito de Zamora. Se encuentra también en un área de unos 3 km<sup>2</sup> en la zona noroccidental del cantón, formado sobre la Unidad Sabanilla. Estas litologías se asignan según los insumos de CODIGEM-BGS (1994) y la comprobación en campo en el caso del Batolito de Zamora; sobre ellas, el relieve presenta pendientes de media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%), formas de cima aguda o redondeada y vertientes con forma tanto rectilínea como irregular, además de mixta en el caso del Batolito de Zamora.

En la zona oriental, sobre el núcleo urbano de Moyuchi, se encuentran unos 9 km<sup>2</sup> de relieve dentro del contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. En este caso, el relieve presenta pendientes fuertes, vertientes irregulares y cimas con forma redondeada. Por último, hacia el sur, en la margen izquierda de los ríos Mayo y Chinchipe, se localizan dos superficies de esta geoforma dentro del contexto *Cordillera del Cóndor* en las que la forma de cima es aguda. Estos relieves desarrollan pendientes fuertes y vertientes mixtas o rectilíneas, que se comprueban en campo.

En ambos contextos la geoforma se ubica sobre el Batolito de Zamora, sin embargo, en la *Cordillera del Cóndor* se localiza también una pequeña superficie de 5 hectáreas de extensión, en el extremo noreste del cantón, en la margen del río Sangola, donde se observa un relieve totalmente diferente, con pendientes muy fuertes y vertientes de forma irregular, formado por la litología de la Formación Hollín.

#### 3.5.7. Poligénicas

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

Esta geoforma se encuentra exclusivamente en la zona nororiental del cantón, en los valles de la cuenca alta de la quebrada del Huiringos. Se localiza el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*.

Son depósitos coluvio aluviales, formados por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques que se depositan en la zona de transición entre la ladera y el valle, rellenando el fondo del valle. Este coluvio-aluvial se caracteriza por presentar una pendiente media (de 12 a 25%) y una forma de valle en V.

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

Los coluvio-aluviales antiguos están formados por los mismos materiales que los coluvio-aluviales recientes (Coa1) y se diferencian por la presencia de disección y vegetación desarrollada sobre ellos. Se encuentran en cuatro contextos morfológicos, repartidos por el cantón y todos comparten la característica de valles con forma de V.

Se sitúan mayoritariamente en la zona suroccidental del cantón, en los contextos *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, localizados en los valles de varios afluentes del río Blanco que drenan desde la Cordillera Lagunillas y el filo de Gordillo y en el valle que confluye con la quebrada Las Nieves, hasta su desembocadura con el río Isimanchi. Estos coluvio-aluviales presentan pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), algunas son superiores a lo habitual en este tipo de geoformas, pero se ha verificado en campo la asignación como coluvio-aluvial.

En la zona central del cantón se encuentra esta geoforma en la quebrada La Guara, en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, con una pendiente característica fuerte. En el extremo nororiental se localiza otro coluvio-aluvial antiguo, dentro del contexto *Cordillera del Cóndor*, que presenta una pendiente suave (de 5 a 12%).

Se ha clasificado el depósito superficial del coluvio-aluvial antiguo de la quebrada Las Nieves que podemos observar en la fotografía 16, donde se describe una composición con mayor porcentaje de gravas (40%) y arenas (30%) y menor presencia de arcilla (10%), limo (10%) y bloques redondeados (10%).



**Fotos 15 y 16.** Coluvio-aluvial antiguo. Vista general (derecha) y detalle de depósito superficial (izquierda). Sector San Andrés. 04/02/2015.

### 3.5.7.3. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma define superficies con origen incierto. En este cantón se han localizado, en general, como superficies de menor pendiente dentro de laderas heterogéneas, todas con extensiones inferiores a 1 km<sup>2</sup>. Se encuentran en tres contextos morfológicos y presentan una inclinación de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).

En el extremo nororiental del cantón se localiza una superficie dentro del contexto *Cordillera del Cóndor*, que presenta un desnivel de 50 a 100 metros y vertientes rectilíneas muy largas desarrollada sobre la Unidad Misahuallí según CODIGEM-BGS (1994). En los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* las superficies inclinadas se encuentran en la zona suroccidental del cantón. Estas superficies se desarrollan sobre rocas metamórficas indiferenciadas y se caracterizan por desniveles entre 50 y 200 metros y vertientes mixtas con longitud de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* son superficies con desniveles de entre 15 y 100 metros. Presentan vertientes rectilíneas moderadamente largas, situadas en la zona nororiental, al este de Isimanchi, formadas sobre el Batolito de Zamora. También se encuentra una vertiente mixta muy larga localizada en la zona suroccidental, en la vertiente SO de la Cordillera Lagunillas, formada sobre Granodiorita.



**Foto 17.** Superficie inclinada. Sector Isimanchi. 07/02/2015.

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

Esta geoforma es similar a la anterior (Si2), con la diferencia de que presenta un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Se localiza en la zona nororiental del cantón, al norte de las superficies anteriores que se encuentran, al igual que esta geoforma, dentro del contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*.

Es una superficie identificada en campo, de una extensión de 18 hectáreas, formada sobre los granitoides del Batolito de Zamora. Tiene una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%). Las disecciones tienen un desnivel relativo bajo, de entre 5 y 15 metros y presentan una vertiente mixta de corta longitud (de 15 a 50 metros).

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

Los interfluvios son geoformas que se localizan en la cima de los relieves, las cuales presentan un perfil transversal redondeado, es decir, cimas con forma redondeada, de las que surgen diferentes tipos de vertientes.

Esta unidad geomorfológica se encuentra repartida por todo el cantón, excepto en la zona suroriental del mismo. Se encuentra dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*; iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; y iv) *Cordillera del Cóndor*.

Se encuentran principalmente en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, formadas sobre las rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla (CODIGEM-BGS, 1994), con una litología de esquistos migmatíticos en los que se diferencia perfectamente el leucosoma (roca parcialmente fundida de colores blanquecinos) y el melanosoma (esquistos originales negros). Se presentan con pendientes medias (de 12 a 25%) y fuertes (de 40 a 70%). En el contexto *Cordillera del Cóndor* los interfluvios se desarrollan sobre la Unidad Misahuallí (CODIGEM-BGS, 1994), con pendientes fuertes (de 40 a 70%), al igual que en el contexto *Vertientes homogéneas*, aunque en este caso se forman sobre los granitoides del Batolito de Zamora.

En menor extensión se forman interfluvios en el contexto *Paisajes glaciares*, sobre las cimas de la Cordillera Lagunillas, con pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%). En este caso se desarrollan sobre el Batolito Portachuela, formado por granodioritas ricas en hornblenda del Terciario (CODIGEM-BGS, 1994).



**Fotos 18 y 19.** Interfluvio de cimas redondeadas. Vista general (derecha) y detalle de macizo rocoso en rocas metamórficas de la Unidad Sabanilla. Sector La Diversión. 06/02/2015.

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

Esta geoforma es similar a la anterior (Ar1), con la diferencia de forma de sus cimas, en este caso se trata de cimas con forma aguda. Aparece únicamente en la zona suroccidental del cantón, sobre las cimas más occidentales de la Cordillera Lagunillas, rodeando los circos glaciares, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Estos interfluvios están formados sobre el Batolito Portachuela (CODIGEM-BGS, 1994), con pendientes media a fuerte (de 25 a 40%).

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Chinchipe tiene una extensión de 1.102 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.011 km<sup>2</sup>, ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Yacuri). Está situado principalmente en la región Sierra, aunque un tercio de la superficie estudiada se incluye en la región Amazonía. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 600 metros hasta un máximo de 3.500 metros.

En el cantón Chinchipe se pueden diferenciar cuatro dominios fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la región Sierra y el último en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Este dominio se encuentra en una pequeña extensión en el territorio estudiado, aproximadamente 25 km<sup>2</sup>, ocupando una superficie situada en la zona suroccidental del área de estudio. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo contexto morfológico, denominado *Paisajes glaciares*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son de tipo glaciar, características de dicho contexto morfológico, tales como circos y lagunas glaciares, vertientes y fondos de valle glaciar y depósito glaciar modelado por acción fluvial. También abundan las geoformas poligénicas Interfluvios de cimas estrechas y redondeadas. El resto de geoformas mapeadas se corresponden con tipos de laderas (heterogéneas y rectilíneas) y los barrancos en cuanto a génesis fluvial.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa el dominio con mayor extensión en el cantón, unos 678 km<sup>2</sup>. Se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos y presenta un marcado modelado por erosión hídrica. Dentro del cantón Chinchipe presenta dos contextos morfológicos repartidos en el territorio estudiado.

El contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se han podido identificar geoformas, o unidades geomorfológicas características, principalmente de génesis de laderas, como diversos tipos de vertiente y depósitos de ladera asociados (coluvión antiguo y depósitos de deslizamiento). Son abundantes también los relieves colinados y montañosos de génesis tectónico-erosiva y se encuentran en un menor porcentaje superficies inclinadas, tanto disectadas como no disectadas, interfluvio de cimas redondeadas y coluvio-aluviales recientes y antiguo, como representación de génesis poligénica. La representación de la génesis fluvial se construye con geoformas erosivas como barrancos y valles en V, exclusivamente.

En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* las geoformas más abundantes son las relacionadas con el modelado de laderas, presentando casi la totalidad de tipos de vertientes y una cantidad poco significativa de depósitos de coluvión

antiguo y de deslizamiento. Se han identificado en pequeñas extensiones geoformas poligénicas, como coluvio-aluviales antiguos e interfluvios de cimas redondeadas, principalmente y una superficie inclinada. También se han reconocido, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, relieves colinados con desniveles alto y muy alto. En este contexto se encuentra mayor representación del medio fluvial, con geoformas erosivas de barranco, valle en V y encañonamiento y superficies de cono de deyección asociadas. Además se representa la génesis fluvio lacustre con la presencia de una depresión lagunar.

- 3. Medio aluvial de Sierra.** Este dominio presenta una escasa extensión, aproximadamente 11 km<sup>2</sup>, este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Prácticamente la totalidad de sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Mayo, Blanco y Sangola. Se identifican geoforma fluviales como valle fluvial-llanura de inundación, valle en V y encañonamiento y particularmente los depósitos de génesis poligénica de un coluvio-aluvial antiguo.
- 4. Zona Subandina.** Este dominio fisiográfico ocupa una tercera parte del territorio estudiado del cantón Chinchipe. En el cantón, este dominio incluye dos contextos morfológicos, integrados por relieves montañosos o submontañosos, cuya formación está fuertemente condicionada por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo.

El contexto morfológico *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)* ocupa todo el borde oriental del cantón. El relieve que forma este contexto se encuentra principalmente formado por vertientes heterogéneas, con y sin disección, así como vertientes rectilíneas o abruptas y varios coluviones antiguos asociados del modelado de laderas. El relieve se encuentra incidido por la red fluvial con barrancos y valles en V. Se encuentran geoformas poligénicas como interfluvios de cimas redondeadas, superficies inclinadas y algún coluvio-aluvial antiguo, que aparecen en muy escasa extensión y se identifican también geoformas de origen tectónico erosivo (relieve montañoso) y geoformas desarrolladas sobre sustratos volcánicos antiguos (relieve volcánico montañoso) con superficies más representativas.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, está representado por la Depresión de Zumba, que presenta crestas periféricas metamórficas y depósitos sedimentarios internos. Se encuentra la margen derecha del río Mayo, en la zona centro-sur del cantón, en una extensión de aproximadamente 100 km<sup>2</sup>. El grupo genético con mayor representación es el de laderas, formado por vertientes heterogéneas y rectilíneas, con y sin disección y con abruptos y algunas geoformas que conllevan depósitos asociados a las mismas (coluviones y depósitos de deslizamiento). Los relieves tectónico-erosivos con altos desniveles presentan también extensiones significativas en el contexto

(relieves colinados altos y montañoso). El modelado fluvial se caracteriza principalmente por barrancos, valles en V y encañonamientos como geoformas erosivas y un valle fluvial, llanura de inundación, representativo de las geoformas de sedimentación fluvial. El grupo genético de formas poligénicas presenta únicamente un depósito coluvio-aluvial.

El cantón Chinchipe se encuentra en el extremo más meridional de la zona de estudio del proyecto, en una posición que muestra las características más representativas de las vertientes andinas meridionales de la región Sierra y la transición hacia los relieves disectados del basamento granítico de los relieves subandinos. Los geoformas más abundantes son las relacionadas con el modelado de laderas y seguidamente, aunque en mucha menor proporción, los relieves tectónico-erosivos y volcánicos, mostrando en el cantón un paisaje caracterizado por un relieve fuertemente erosionado, donde se desarrollan pendientes con fuerte inclinación. Las geoformas son erosionadas por un medio fluvial que desciende igualmente a través de fuertes pendientes; únicamente se encuentran dos ejemplos de valle fluvial con una pendiente suave, en extensiones muy limitadas. Este relieve se presenta desde el contexto *Paisajes glaciares*, a alturas máximas de 3.500 metros hasta las zonas más bajas, a los 600 metros, en las márgenes del río Mayo al atravesar la Depresión de Zumba.

Respecto a la composición litológica del cantón, cabe destacar la distribución geográfica de las diferentes formaciones presentes en la zona de estudio, ya que no existe ninguna relación característica entre las litologías y las génesis. La zona occidental del territorio estudiado se encuentra ocupada por Granodiorita, considerada como el Batolito Portachuela, formado por granodioritas ricas en hornblenda según CODIGEM-BGS (1994). Esta litología se localiza bajo los contextos *Paisajes glaciares* y la zona occidental de las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*; sin embargo, la zona oriental del mismo contexto está formada sobre los granitoides del Batolito de Zamora. En la zona central del cantón, en todo el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se encuentran rocas metamórficas indiferenciadas, que en general son asociadas a la Unidad Sabanilla según CODIGEM-BGS (1994). La zona centro-sur del cantón se caracteriza por la presencia, casi exclusiva, del Grupo Quillollaco y en una pequeña extensión, sobre el Batolito de Zamora, que conforman el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. Por último, en la zona oriental del cantón, en el contexto *Cordillera del Cóndor* se encuentra mayor diversidad de litologías, encontrándose principalmente la Unidad Misahuallí, en el extremo oriental y el Batolito de Zamora en la zona occidental, en continuidad con el contexto colindante. Se localiza también en la zona norte del contexto las litologías sedimentarias de la formación Hollín.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

Clapperton, C.M., 1993. Quaternary Geology and Geomorphology of South America. *Elsevier*. Amsterdam, 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.

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

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


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

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1979. Hoja Geológica: Zumba (Hoja 59), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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


**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:  Ubicación

Latitud:  PROVINCIA

Altitud:  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

Composición Depósito Superficiales  Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

**#. Observaciones Generales**

Sincroniza con Geomorfología



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

CGg-NVII_F1-59-0281	CGg-NVII_F2-59-0364	CGg-NVII_F4-59-0327
CGg-NVII_F1-59-0282	CGg-NVII_F2-59-0365	CGg-NVII_F4-59-0328
CGg-NVII_F1-59-0283	CGg-NVII_F2-59-0366	CGg-NVII_F4-59-0329
CGg-NVII_F1-59-0284	CGg-NVII_F2-59-0394	CGg-NVII_F4-59-0330
CGg-NVII_F1-59-0285	CGg-NVII_F3-59-0280	CGg-NVII_F4-59-0332
CGg-NVII_F1-59-0287	CGg-NVII_F4-59-0298	CGg-NVII_F4-59-0333
CGg-NVII_F1-59-0288	CGg-NVII_F4-59-0299	CGg-NVII_F4-59-0334
CGg-NVII_F1-59-0291	CGg-NVII_F4-59-0300	CGg-NVII_F4-59-0336
CGg-NVII_F1-59-0292	CGg-NVII_F4-59-0303	CGg-NVII_F4-59-0339
CGg-NVII_F1-59-0294	CGg-NVII_F4-59-0304	CGg-NVII_F4-59-0341
CGg-NVII_F1-59-0295	CGg-NVII_F4-59-0306	CGg-NVII_F4-59-0342
CGg-NVII_F1-59-0296	CGg-NVII_F4-59-0307	CGg-NVII_F4-59-0344
CGg-NVII_F1-59-0297	CGg-NVII_F4-59-0309	CGg-NVII_F4-59-0345
CGg-NVII_F2-59-0347	CGg-NVII_F4-59-0310	CGg-NVII_F4-59-0346
CGg-NVII_F2-59-0348	CGg-NVII_F4-59-0311	CGg-NVII_F4-59-0395
CGg-NVII_F2-59-0349	CGg-NVII_F4-59-0312	CGg-ÑVII_E3-59-0317
CGg-NVII_F2-59-0352	CGg-NVII_F4-59-0313	CGg-ÑVII_E3-59-0322
CGg-NVII_F2-59-0355	CGg-NVII_F4-59-0315	CGg-ÑVII_E3-59-0323
CGg-NVII_F2-59-0361	CGg-NVII_F4-59-0316	CGg-ÑVII_E3-59-0324
CGg-NVII_F2-59-0362	CGg-NVII_F4-59-0320	CGg-ÑVII_E3-59-0325
CGg-NVII_F2-59-0363	CGg-NVII_F4-59-0326	



### 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 glaciar, 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 geofomas 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 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 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 Amazonía. 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 glaciar, 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 glaciario*). 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 glaciario o subglaciario. Se presentan con frecuencia asociadas a ciertas geoformas glaciares (*circo glaciario*, *cubeta glaciario*, *fondo de valle glaciario*, 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 periglacial.

**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 Amazonía.

**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, terraza alta, terraza 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 (sobreexcavación 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.

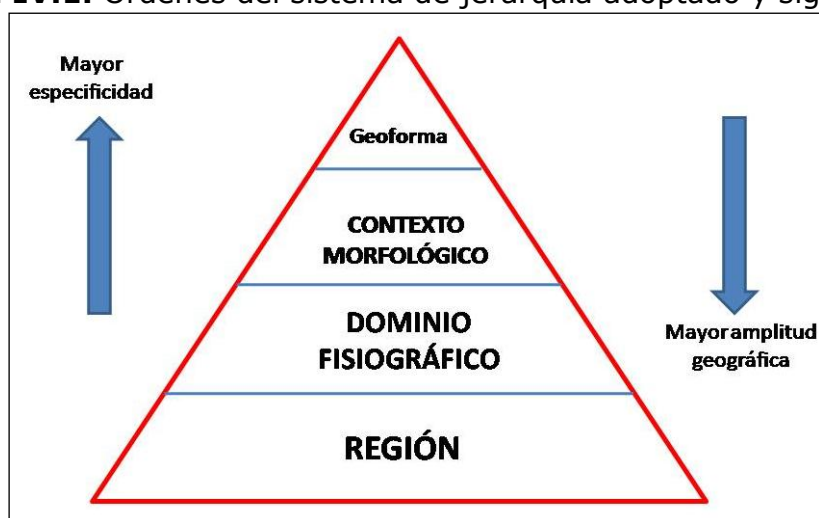
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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 glaciar-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 piedemontes 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>	
DOMINIO FISIOGRAFICO:VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	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 FISIOGRAFICO: 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)
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial de Sierra
<b>REGIÓN AMAZONÍA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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 FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial amazónico
<b>REGIÓN COSTA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS Terciarios</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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 FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	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 FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos Morfológicos 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<sup>2</sup> 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 periglacial	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 (geofomas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geofomas 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 geofomas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geofoma 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>M<sub>al</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.

**(\*) 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: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores 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

<b>TIPOS DE DRENAJE</b>
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

<b>CLASE O TIPO</b>	<b>DENSIDAD</b>
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. *DGGM*. 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*. Quito, 416 p. + mapa esc. 1:1.000.000.