

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN SAN JUAN BOSCO**

#### **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

### Consortio TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Joaquín del Val  
Idurre Barinagarrementería

#### Memoria:

Javier Reina  
Juan Agustín Núñez  
Fernando Guerrero  
Marta San Segundo  
Anna Bordetas  
Baldomer Corderroure  
Jorge Navarro  
Oriol Pedraza  
Lorena Piedra  
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 .....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico.....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	22

3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas .....	23
3.3.2. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	23
3.3.3. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas .....	24
3.3.4. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.....	24
3.3.5. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	24
3.3.6. Medio aluvial amazónico .....	25
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	26
3.5. Descripción de geoformas .....	32
3.5.1. Fluvial .....	32
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	32
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	33
3.5.1.3. Valle en V (E1) .....	33
3.5.1.4. Barranco (E2) .....	33
3.5.1.5. Garganta (E3) .....	34
3.5.1.6. Encañonamiento (E4) .....	34
3.5.1.7. Terraza media (Tm) .....	34
3.5.1.8. Terraza alta (Ta) .....	35
3.5.1.9. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	35
3.5.1.10. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	36
3.5.1.11. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3) .....	36
3.5.2. Laderas .....	37
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	37
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	38
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	38
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1) .....	39
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	39
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	40
3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	40
3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	40
3.5.2.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	41
3.5.2.10. Coluvión reciente (Col1) .....	41
3.5.2.11. Coluvión antiguo (Col2) .....	42
3.5.2.12. Macrocoluvión (Col3).....	43
3.5.2.13. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	43
3.5.2.14. Glacis de esparcimiento (Pd1).....	44
3.5.2.15. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	44

3.5.3. Glaciar y periglaciar .....	45
3.5.3.1. Vertiente de valle glaciar .....	45
3.5.4. Kárstico.....	45
3.5.4.1. Dolina, campo de dolinas (Kt6).....	45
3.5.5. Estructural.....	45
3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1).....	45
3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	46
3.5.5.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3) .....	46
3.5.5.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4).....	46
3.5.5.5. Superficie de cuesta (Ei1).....	47
3.5.5.6. Frente de cuesta (Ei3).....	47
3.5.5.7. Vertiente de cuesta (Ei4) .....	48
3.5.5.8. Restos de superficie estructural (Esr) .....	48
3.5.6. Tectónico-erosivo .....	49
3.5.6.1. Relieve colinado medio (Rt4).....	49
3.5.6.2. Relieve colinado alto (Rt5).....	49
3.5.6.3. Relieve colinado muy alto (Rt6).....	49
3.5.6.4. Relieve montañoso (Rt7) .....	50
3.5.7. Poligénicas.....	51
3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	51
3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	52
3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2) .....	52
3.5.7.4. Abrupto de superficie horizontal (Sh4) .....	52
3.5.7.5. Superficie inclinada (Si2).....	53
3.5.7.6. Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....	53
3.5.7.7. Cerro testigo (Rr4).....	53
3.5.7.8. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	54
3.5.7.9. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....	54
<b>IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>58</b>
5.1. Referencias generales .....	58
5.1. Bibliografía citada .....	59

#### **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 San Juan Bosco .....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón San Juan Bosco .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón San Juan Bosco .....	22
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	26
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	29

## 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 San Juan Bosco .....	15
<b>Figura 3.1.</b> Localización de recorridos y fichas de campo del cantón San Juan Bosco .....	17
<b>Figura 3.2.</b> Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón San Juan Bosco .....	18

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Foto 1.</b> Valle fluvial, llanura de inundación. Sector San Juan Bosco .....	32
<b>Foto 2.</b> Terraza alta. Sector Asayo .....	35
<b>Foto 3.</b> Vertiente rectilínea. Sector Plan de Milagro. ....	37
<b>Foto 4.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Santiago de Pananza.....	38
<b>Fotos 5 y 6.</b> Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector San Juan Bosco y Santiago de Pananza .....	41
<b>Foto 7.</b> Coluvión antiguo. Sector Santiago de Pananza .....	42
<b>Foto 8.</b> Depósito de deslizamiento, masa deslizada. Sector San Francisco de Yangunza .....	44
<b>Fotos 9 y 10.</b> Frente de cuesta. Sector Santiago de Pananza .....	47
<b>Foto 11.</b> Relieve colinado muy alto. Sector de Carlos de Limón .....	50
<b>Foto 12.</b> Relieve montañoso creado. Sector San Francisco de Yangunza .....	51
<b>Foto 13.</b> Interfluvio de cimas redondeadas. Sector San Francisco de Yangunza .....	54

## 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:

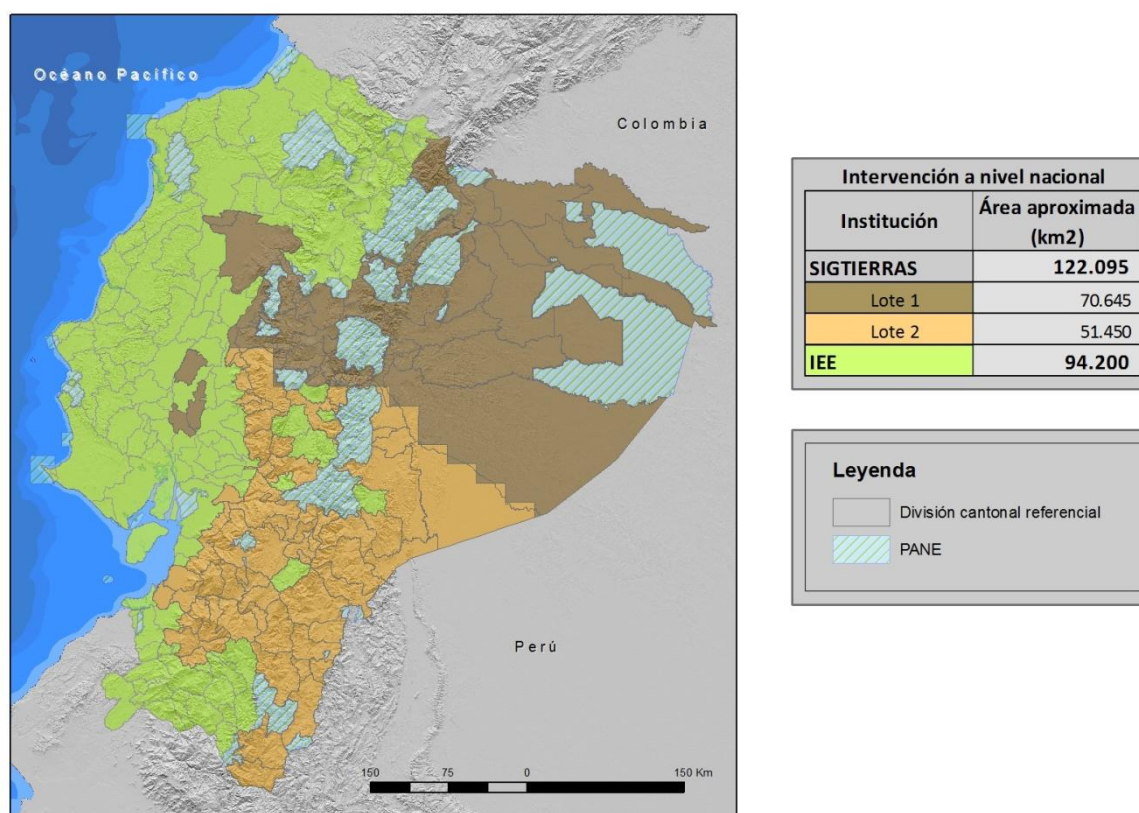
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

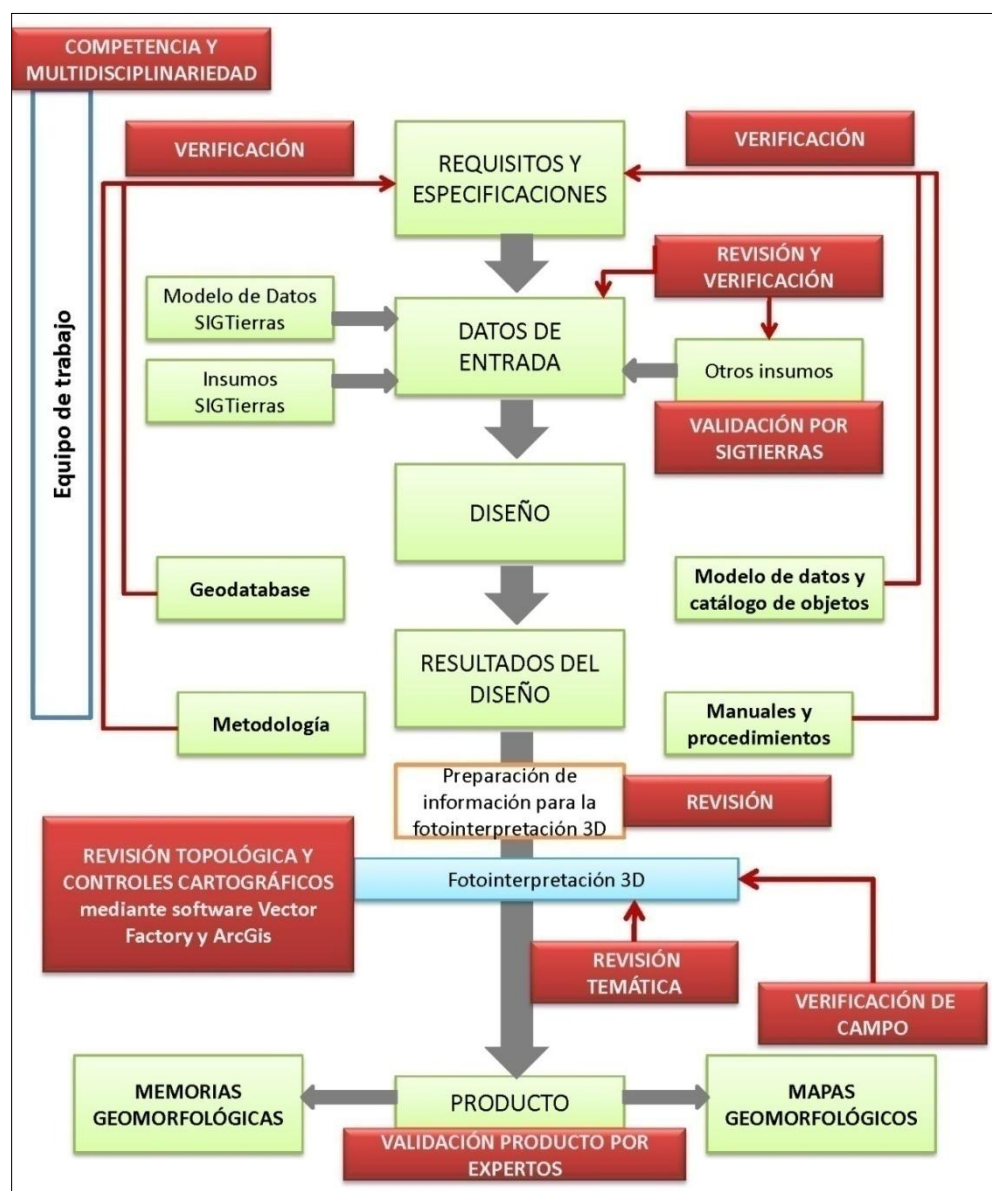
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

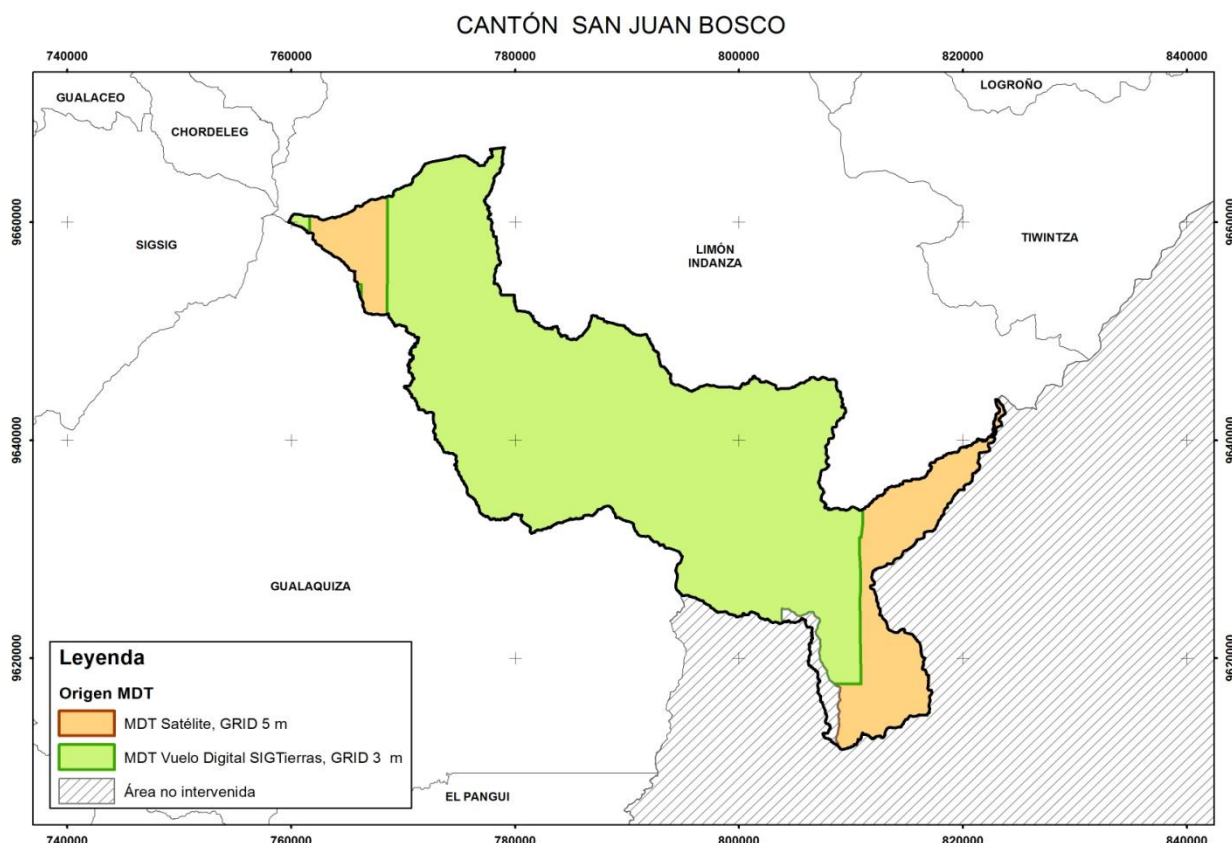
Estos hitos son los siguientes:

- 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 San Juan Bosco 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 San Juan Bosco.



Fuente: CTN

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

- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, 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.

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 San Juan Bosco.

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
ÑVI_A2	San Juan Bosco
ÑVI_A4	Chigüinda
ÑVI_B1	Indanza
ÑVI_B3	San Carlos de Limón
ÑVI_B4	Tinkimints
ÑVI_D1	Fátima
ÑVI_D2	Río Coangos
ÑVI_D4	Río Cangaza

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

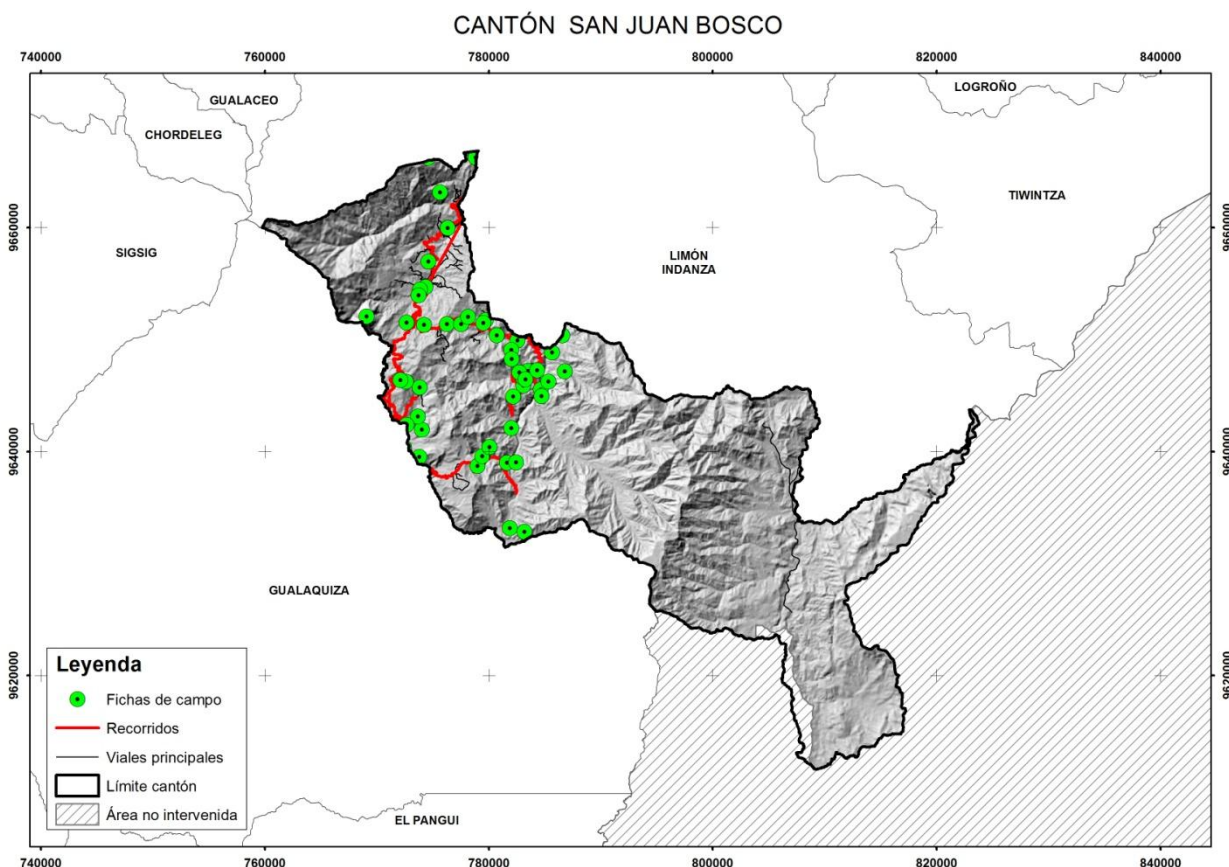
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón San Juan Bosco se realizó entre los días 6 y 8 de agosto y el 12 y 13 de septiembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 46 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 San Juan Bosco.



Fuente: CTN

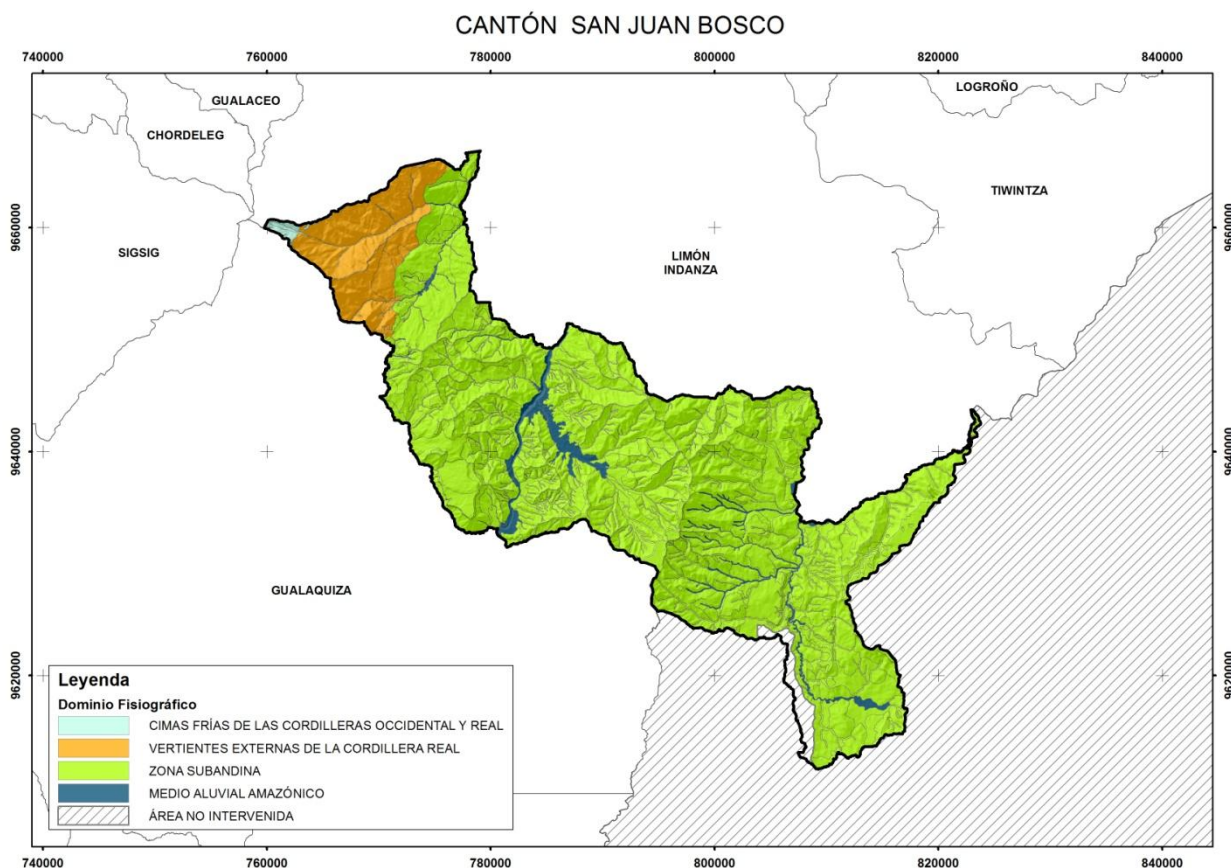
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón San Juan Bosco tiene 1.048 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.034 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Biológica El Cóndor) 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 Amazonía y una menor extensión dentro de la región Sierra y en cada una de estas regiones se diferencian dos dominios fisiográficos. 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 San Juan Bosco.



Fuente: CTN

**Cuadro 3.1.** Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón San Juan Bosco.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	4 km <sup>2</sup>	0,4%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	100 km <sup>2</sup>	9,6%
AMAZONÍA	Zona Subandina	890 km <sup>2</sup>	86,1%
	Medio aluvial amazónico	40 km <sup>2</sup>	3,9%

(\*) 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 tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras andinas, Occidental y Oriental. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglaciaria que, de forma discontinua, los rodean -los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino.

El dominio de la morfología glaciar empieza a 4.000 msnm. Muestra magníficos conjuntos de circos y valles glaciares. Los primeros se localizan sobre los espinazos en relieve, cuyos flancos son recortados por una sucesión de anfiteatros de forma semicircular, con paredes verticales y fondo plano. Aunque el paisaje dominante está constituido por valles de perfil en U. Los paisajes de páramo continúan a una altura de entre 3.200 y 3.000 msnm, se trata de extensiones monótonas: relieves con vertientes heterogéneas o rectilíneas y cimas redondeadas de donde emergen afloramientos rocosos. Finalmente, se encuentran los relieves de los márgenes, cuyo límite altitudinal superior es coincidente con la terminación de los modelados glaciares o de páramo, 3.000 msnm y hacia abajo con el inicio de las vertientes externas de la Cordillera Occidental, 2.800 msnm. El modelado característico se compone de altos relieves con vertientes fuertes y abruptas de perfiles transversales rectilíneos, cóncavos o irregulares e interfluvios estrechos o levemente redondeados.

Estos modelados glaciares, periglaciares y en los márgenes, recubren una gran variedad de formaciones geológicas volcánicas de edad terciaria y cuaternaria: Piñón de edad Cretácica, Saraguro del Oligoceno-Mioceno y Tarqui datada del Mioceno. Estudios posteriores a los mapas geológicos 1:100.000 publicados por el INIGEMM sugieren que las lavas de la Formación Piñón podrían ser lavas más jóvenes, considerándolas actualmente parte de la Formación Saraguro (CODIGEM-BGS, 1997 y 1998).

Es el dominio fisiográfico menos extenso dentro del cantón, ocupa aproximadamente 4 km<sup>2</sup> del total de la superficie. Se encuentra en el extremo noroccidental del cantón

sobre la Cordillera Siete Iglesias, en la zona más cercana a la Cordillera Ayllón, que queda por fuera del límite cantonal y está formado íntegramente por rocas metamórficas indiferenciadas.

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

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre las Cimas frías y la Zona Subandina de la región Amazonía, dando 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.

Este dominio se dispone en el extremo noroccidental del cantón San Juan Bosco, formado sobre las rocas metamórficas cretácicas del Grupo Margajitas y Rocas metamórficas indiferenciadas del Paleozoico. Se presenta con alturas que oscilan entre los 3.600 y 1.200 msnm, limitando con los dominios de Cimas frías y Zona Subandina respectivamente. Está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas sin cobertura piroclástica.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, 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 la estructura geológica, ya que corresponde con el levantamiento anticlinal Napo y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte del país da origen a la Cordillera del Napo, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las Cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

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. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

Una parte considerable de estos paisajes subandinos, los situados más al norte (Cordillera del Napo) han sido recubiertos por cenizas volcánicas, pero en este cantón, situado más hacia el sur, no existe cobertura piroclástica.

En el cantón San Juan Bosco, la Zona Subandina representa el dominio fisiográfico más extenso, ocupando más del 80% del territorio estudiado. Se dispone por todo el cantón, excepto en el extremo noroccidental, con un rango de alturas muy variable, que oscila entre los 700 y los 3.000 msnm. Está representado por las cordilleras del Cutucú y del Cóndor, además de diversos corredores y depresiones que junto con la representación del medio aluvial, conforman las expresiones morfológicas de este dominio.

#### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Amazonía. Abarca los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados, formados por depósitos superficiales generados por la acción fluvial, así como las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales).

En el cantón San Juan Bosco este dominio se ha formado por la acción y modelado de los ríos Coangos, Zamora y Pan de Azúcar, con direcciones preferenciales S-N, así como por ríos y afluentes de éstos, como los ríos Apondios, Tachank, Saar Entsa, Samikim, Tsuirim y Numpatkaim. La acción de estos cauces en los materiales presentes en el cantón, ha provocado la formación de amplios valles fluviales, profundos encañonamientos, terrazas y depósitos aluviales. Este dominio ocupa una superficie total de 40 km<sup>2</sup> dentro del cantón.

### 3.3. Contextos Morfológicos

Los contextos morfológicos presentes en el área de estudio, dentro del cantón San Juan Bosco 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 San Juan Bosco.

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
AMAZONÍA	Zona Subandina	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
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

Fuente: CTN

### 3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas. En los bordes de algunos conjuntos glaciares, así como en las cumbres de las vertientes amazónicas, este contexto se muestra esencialmente como un conjunto de afloramientos rocosos, a veces con formas de crestas y cuchillas, con laderas cubiertas de conos y taludes de derrubios. Los paisajes de esta zona del país, donde se encuentra el cantón San Juan Bosco, se encuentran desprovistos de cobertura piroclástica y los modelados han conservado las características originales heredadas de diferenciaciones en la litología, la estructura o la tectónica.

En el cantón San Juan Bosco, este contexto abarca poco más de 4 km<sup>2</sup>, aproximadamente el 0,4% de la superficie total del mismo. Se ubica únicamente en el extremo noroccidental. La cota superior de este contexto coincide con el límite inferior de los *Paisajes glaciares*, que aunque se encuentran fuera del cantón, mantiene su cota más alta a 3.700 msnm. Su límite inferior generalmente se encuentra a 3.200 msnm, aunque puede llegar hasta los 2.800 msnm, en este caso debido al descenso por un coluvial-antiguo.

### 3.3.2. 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. 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 caracteriza por la presencia de grandes vertientes escarpadas, generalmente de tipo heterogéneo.

En este cantón se sitúa en el extremo noroccidental, ocupando unos 100 km<sup>2</sup> entre la Cordillera San Juan Bosco al norte y la Cordillera Siete Iglesias al oeste, limitando al sureste con los *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*. Se encuentra, aproximadamente, entre los 3.600 y los 1.200 msnm, representando la transición entre el modelado glaciar y periglacial andino y los relieves subandinos.

### 3.3.3. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se muestra con relieves vigorosos, formas agudas y vertientes rectilíneas de fuerte pendiente. Los relieves están muy disectados en el centro de la cordillera, con una densa red de drenaje y sin restos estructurales. Hacia la periferia, la disección no es tan acusada y presenta algunas formas estructurales, como mesas, cuevas y otras formas monoclinales.

En el cantón San Juan Bosco se trata del contexto con mayor extensión, con algo menos del 70% de la superficie de estudio. Este contexto se ubica prácticamente en toda la zona central y en el extremo oriental del cantón, ocupando casi todo el dominio de la Zona Subandina. Las zonas más elevadas de la cordillera alcanzan los 2.900 metros de altura en la zona central del cantón y se encuentran vertientes con diferentes características y diversos relieves que descienden hasta los 800 msnm en los valles del contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

### 3.3.4. 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. 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.

Este contexto se encuentra en el suroeste de la zona central del cantón, formando parte de un apéndice de la Cordillera del Cóndor, que se extiende hacia el sur. Presenta formas muy características de carácter estructural como las cuevas y las geoformas asociadas a ellas, proporcionadas por las areniscas de la Formación Hollín sobre la Unidad Misahuallí, discordantes sobre los relieves graníticos subyacentes.

### 3.3.5. 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.

Los corredores de Cosanga y de Macas-Méndez son los que aparecen cubiertos por una capa de depósitos piroclásticos, pero no tienen representación en este cantón. En el cantón San Juan Bosco se encuentran dos representaciones de este contexto, sin cobertura de cenizas volcánicas.

El corredor Limón-Gualaquiza se localiza en la zona occidental del cantón, en el valle del río Pan de Azúcar, localizado entre la Cordillera de los Andes y las cordilleras del Cutucú y del Cóndor, en la franja occidental del anticlinal del Santiago; está formado por un paisaje de crestas aisladas con formas de cuevas y vertientes fuertemente disectadas, sobre un sustrato constituido mayoritariamente por el Grupo Margajitas. La zona oriental del contexto se encuentra sobre a vertiente occidental del río Coangos, como el inicio de las vertientes coluviales bajas de los valles del sur, las cuales generalmente presentan valles estrechos, en este caso se observa el valle del río Coangos se encaja frecuentemente en gargantas y está limitado por diversos abruptos. El resto del modelado de este contexto difiere ligeramente en este cantón del modelado común, ya que presenta diversos coluviones y grandes glaciares de esparcimiento tapizando la vertiente occidental. Las litologías dominantes en esta zona son las calizas silíceas de la Formación Santiago y depósitos de ladera.

En el cantón San Juan Bosco, este contexto presenta alturas que oscilan entre los 900 a 1.800 msnm en la zona occidental y entre los 800 y los 1.700 msnm en la zona oriental.

#### 3.3.6. Medio aluvial amazónico

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

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

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Encañonamiento	<1
	LADERAS	Vertiente rocosa	3
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Vertiente de valle glaciar	<1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	16
		Vertiente heterogénea	19
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	50
		Coluvión antiguo	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado muy alto	3
		Relieve montañoso	5
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Interfluvio de cimas estrechas	2
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	27
		Superficie de cono de deyección	2
		Superficie de cono de deyección disectado	3
	LADERAS	Vertiente rectilínea	90
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	92
		Vertiente rectilínea con abruptos	5
		Vertiente abrupta	3
		Vertiente abrupta con fuerte disección	9
		Vertiente heterogénea	80
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	103
		Escarpe de deslizamiento	<1
	Coluvión reciente	14	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	LADERAS	Coluvión antiguo	27
		Macrocoluvión	7
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
		Glacis de esparcimiento	4
	KÁRSTICO	Dolina, campo de dolinas	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	16
		Superficie de mesa o meseta disectada	1
		Cornisa de mesa o meseta	3
		Vertiente de mesa o meseta	44
		Superficie de cuesta	<1
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	<1
		Restos de superficie estructural	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	25
		Relieve colinado alto	19
		Relieve colinado muy alto	26
		Relieve montañoso	65
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	10
		Coluvio-aluvial antiguo	7
		Superficie horizontal	<1
Superficie inclinada		4	
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Cerro testigo		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		7	
Interfluvio de cimas estrechas		5	
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	3
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	13
		Frente de cuesta	1
Vertiente de cuesta		9	
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Barranco	2
		Superficie de cono de deyección	1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	LADERAS	Vertiente rectilínea	10
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	28
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	6
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	38
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	3
		Coluvión antiguo	27
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Glacis de esparcimiento	18
		Testigo de glacis de esparcimiento	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	5
		Relieve colinado muy alto	7
		Relieve montañoso	4
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie horizontal	2
		Abrupto de superficie horizontal	3
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Interfluvio de cimas estrechas		<1	
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	13
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	2
		Valle en V	2
		Barranco	4
		Garganta	2
		Encañonamiento	6
		Terraza media	1
		Terraza alta	5
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
Coluvio-aluvial antiguo		4	

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	Q <sub>dl</sub>	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	23
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	5
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	80
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	26
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	5
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	7
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	6
Depósitos aluviales consolidados	Q <sub>da9</sub>	Cuaternario	Arenas y limo-arcillas en proporciones variables, con gravas y bloques de subangulosos a redondeados, a veces imbricados; conjunto consolidado	10
Grupo Limón	K <sub>Li</sub>	Cretácico	Arcillas y calizas; areniscas silicificadas, calizas y arcillas	221

**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>
Grupo Margajitas	K <sub>Mj</sub>	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	101
Formación Napo	K <sub>Np</sub>	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	56
Formación Hollín	K <sub>Ho</sub>	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	26
Unidad Misahuallí	K <sub>Mh</sub>	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	78
Formación Chapiza	JK <sub>Ch</sub>	Jurásico-Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	16
Formación Santiago	J <sub>St</sub>	Jurásico	Calizas silíceas en capas delgadas de color gris oscuro a negro, areniscas calcáreas e intercalaciones de lutitas negras; intercalaciones de brechas volcánicas, tobas arenosas verdes y lutitas bentoníticas	229
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	89
Otros	IN G-Gd <sub>2</sub>	Sin asignación de edad	Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas	56

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, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, J=Jurásico, 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) o al nombre de la "formación geológica" (Np= Napo; Ch= Chapiza; Li=Limón; St=Santiago, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

### 3.5. Descripción de geoformas

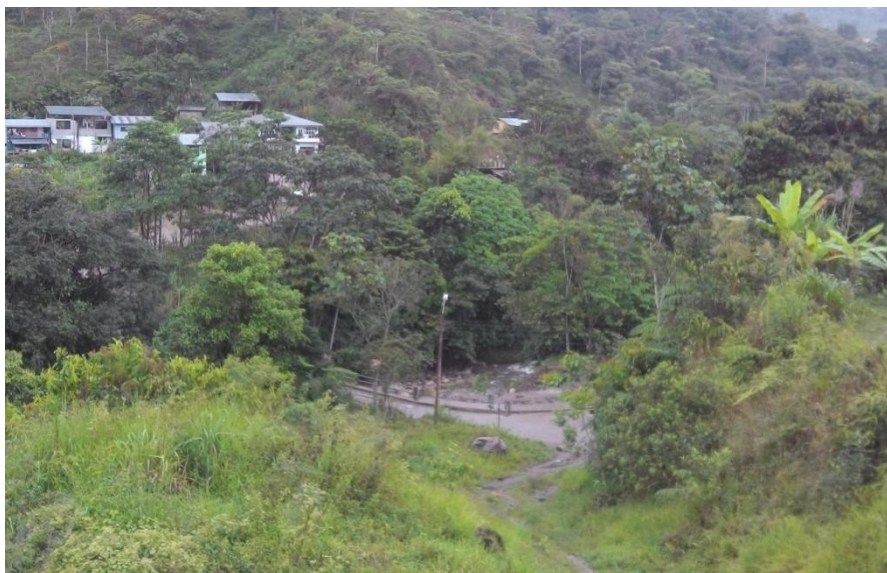
A continuación se describen las geoformas presentes en el cantón, de acuerdo a su génesis, señalando las diferencias existentes en cada una dependiendo de su contexto morfológico.

#### 3.5.1. Fluvial

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

Estas unidades encierran los canales fluviales y los terrenos adyacentes que se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas. Esta unidad, se encuentra asociada a los ríos El Triunfo, Pan de Azúcar, Zamora, Numpatkaim, Coangos y Apondios, en este último drenaje, se puede observar una llanura de inundación amplia de alrededor de un kilómetro, iguales características presenta el río Coangos, aguas abajo este río fotointerpretado como cauce actual se desarrollan llanuras en las dos márgenes con anchuras entre los 100 y 200 metros. Todas las unidades se encuentran en el *Medio aluvial amazónico*.

Esta geoforma se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales, compuestos por arenas, limos, arcillas y conglomerados, transportados y depositados por los canales fluviales. Además esta unidad presenta valles con forma plana y pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%). En general son canales de carácter meandriforme.



**Foto 1.** Valle fluvial, llanura de inundación en el inicio del río Pan de Azúcar. Sector San Juan Bosco. 06/08/2014.

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

Estas terrazas bajas se encuentran en el sector oriental y nororiental del cantón, a lo largo de varios tramos del río Coangos y en su confluencia con uno de sus afluentes, río Numpatkaim. Se incluyen en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

Se trata de franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales. Están formadas por depósitos aluviales, estas unidades presentan en mayor proporción cantos y bloques de mayor tamaño que los encontrados en los valles fluviales (F1). Las pendientes van desde los rangos muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y la forma del valle es generalmente plana, aunque en algún tramo del río Coangos tiene forma de V.

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

Esta geoforma se encuentra a lo largo de los ríos Pananza y Yavintza en el noreste del cantón, al suroeste en un tramo del río Zamora y en el río Coangos a lo largo de la frontera este del cantón. Estos cauces se caracterizan por un valle con un perfil transversal en forma de V.

Se encuentran dentro del contexto *Medio aluvial amazónico*, incidiendo sobre diferentes litologías: en la Granodiorita sin asignación de edad asociada con otras rocas ígneas alteradas, en las areniscas de la Formación Hollín y en los esquistos del Grupo Margajitas, los valles en V erosionan las vertientes con una pendiente fuerte (de 40 a 70%). Por otro lado, sobre Formación Santiago compuesta por calizas y la Unidad Misahuallí formada por lavas y piroclastos, las vertientes del valle presentan pendientes muy fuertes (de 70 a 100%).

#### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Los barrancos se encuentran repartidos por todo el cantón, excepto en el extremo noroccidental y suroccidental y se presentan con mayor presencia en la zona centro del cantón. Esta geoforma es típica de los cursos altos de los ríos y tiene características similares a la los valles en V (E1), aunque menores dimensiones.

Se presenta en prácticamente todos los contextos morfológicos del cantón (salvo en *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*). Las pendientes son fuertes en general (de 40 a 70%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos. En los contextos *Corredores*, *depresiones* y *vertientes bajas marginales* y *Medio aluvial amazónico* pueden darse pendientes menores (de 12 a 25%) aunque se ha observado en campo que corresponde a barrancos; además en la *Cordillera del Cutucú* se observan barrancos generando valles en forma de U.

Se desarrollan en cualquiera de las litologías presentes en el cantón, según su localización geográfica, aunque principalmente se encuentran erosionando la Formación Santiago, la Unidad Misahuallí y el Grupo Limón.

#### 3.5.1.5. Garganta (E3)

Esta unidad geomorfológica se encuentra en la zona oriental del cantón, aparece a lo largo de varios tramos del río Coangos y en la desembocadura del río Chuchumi en el río Coangos. Se encuadra únicamente en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Estas gargantas son producto de la erosión, principalmente en calizas de la Formación Santiago, formando unas vertientes con fuertes pendientes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 25 a 50 metros y longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m); con estos parámetros se observan vertientes generalmente rectilíneas o irregulares y se generan valles con forma de V.

#### 3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Los encañonamientos son formas de incisión fluvial, con mayor profundidad de encajamiento que las gargantas y en este caso, la incisión produce vertientes rectilíneas escarpadas (de 100 a 150%) y formas de valle en V.

Se encuentran encañonamientos a lo largo del río Zamora, en el centro del cantón, que cortan varias litologías como la Unidad Misahuallí y Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas, donde presentan desniveles de 100 a 200 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m). Al llegar al norte del cantón, atraviesa la Formación Chapiza formando un desnivel mayor de 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m). Estas geoformas se incluyen en el contexto *Medio aluvial amazónico*.

En el extremo noroeste del cantón se localiza otro encañonamiento, en la cuenca alta del río El Triunfo, dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. En este caso, la incisión se produce sobre Rocas metamórficas y se genera un desnivel superior a 300 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m).

#### 3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Las terrazas medias son superficies con una pendiente suave (de 5 a 12%), formadas por depósitos aluviales constituidos por conglomerado, limo arenoso y arcillar limosa, típicos de terrazas. Se trata del primer nivel de terrazas formado por encima de los depósitos fluviales actuales.

Se localizan terrazas medias en los ríos Coangos, al este y Pan de Azúcar al noreste, presentándose estas unidades en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*. Se encuentran entre 5 y 20 metros por encima del cauce. Estas terrazas incluyen su escarpe o abrupto, ya que no resulta mapeable.

### 3.5.1.8. Terraza alta (Ta)

Estas unidades se sitúan como un nivel superior a la terraza media (Tm), sobre el cauce del río Zamora, localizadas en las márgenes de dicho río, cruzando de norte a sur el cantón. Se encuentran a desniveles de entre 30 y 80 metros con respecto al río. También se localiza en la margen izquierda del río Yangunza en su confluencia con el río Zamora.

Son superficies con pendientes suaves (de 5 a 12%), formadas por depósitos aluviales de terrazas. Algunas tienen una superficie irregular, debido a las incisiones que se han desarrollado en ella. Se encuentran dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.



**Foto 2.** Terraza alta. Sector Asayo. 13/09/2014.

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

Esta geoforma se encuentra en la franja centro-oeste del cantón, en este caso son abruptos mapeables de terrazas altas (Ta). Se localizan en la margen izquierda del río Yangunza, en su confluencia con el río Zamora y en el tramo sur de este mismo río, también en su margen izquierda. Se incluyen en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Estos abruptos se caracterizan por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%) y formas de vertiente cóncava. El desnivel relativo en el abrupto de la confluencia de los ríos Yangunza y Zamora es de 50 a 100 metros, con una longitud de vertiente moderadamente larga. En el abrupto más al sur, el desnivel oscila entre 25 y 50 metros y las vertientes son cortas (de 15 a 50 m). En ambos casos están formados por los mismos depósitos aluviales que las terrazas altas.

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

Estas superficies se localizan en la zona centro-sur y el sector nororiental del cantón, en dos contextos morfológicos: *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)* y *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Se trata de abanicos aluviales, procedentes de los relieves circundantes de la Cordillera del Cutucú, formados por depósitos aluviales de cono de deyección, que se constituyen por limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

En los dos contextos antes mencionados se pueden identificar pendientes suaves (de 5 a 12%), un desnivel relativo de 15 a 50 metros. En el contexto *Cordillera del Cutucú* se dan también pendientes medias (de 12 a 25%) y las vertientes son rectilíneas y de larga a muy larga longitud (de 250 a más de 500 m), mientras que en el contexto *Corredores*, las vertientes solo llegan a los 500 metros y tienen forma irregular.

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

Esta geoforma es similar a la superficie de cono de deyección (Cd1), se localiza igualmente en el sector oriental del cantón, dentro de los mismos contextos morfológicos. En este caso presenta disección generada por la erosión de la escorrentía superficial, que genera incisiones con desniveles de 5 a 50 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m).

En el contexto *Cordillera del Cutucú* estas superficies se encuentran en mayor extensión al norte del río Coangos y una pequeña superficie hacia el sur, en la margen derecha del mismo río. Se caracterizan por una pendiente media hasta media a fuerte (de 12 a 40%) y las vertientes con formas mixtas o irregulares.

Las superficies de cono de deyección disectadas del contexto *Corredores* tienen menor extensión y se encuentran en la margen izquierda del río Coangos, al sureste del cantón. Presentan pendientes medias y vertientes mixtas o rectilíneas.

### 3.5.2. Laderas

#### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Las vertientes rectilíneas se encuentran repartidas por todo el cantón, excepto en el extremo noroccidental. Se incluyen dentro de tres contextos morfológicos: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; ii) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estas laderas se caracterizan por un perfil longitudinal rectilíneo y presentan diferentes atributos según el contexto en que se encuentran. En la *Cordillera del Cutucú* presentan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos mayores de 50 metros y vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m). En la *Cordillera del Cóndor* las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), los desniveles presentes son superiores a 300 metros y las vertientes de más de 500 metros, y por último, en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se dan pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desniveles relativos mayores de 100 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m).

Se desarrollan sobre casi todas las formaciones geológicas presentes en el cantón, según su localización geográfica: Fm. Santiago, Fm. Chapiza, Unidad Misahuallí, Fm. Hollín, Fm. Napo, Grupo Margajitas, Grupo Limón y Granodiorita asociada con rocas ígneas alteradas. En el caso de la Formación Santiago, cartografiada en el sector noreste de la *Cordillera del Cutucú*, existen vertientes en las que no se pudo determinar el contacto litológico y la posible existencia de la Formación Chapiza.



**Foto 3.** Vertiente rectilínea. Sector Plan de Milagro. 07/08/2014.

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

Esta geoforma se sitúa mayoritariamente en la zona occidental y central del cantón además de en una vertiente en el sector oriental. Esta unidad se encuentra dentro de tres contextos morfológicos distintos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estas laderas, al igual que las vertientes rectilíneas (Lr1), tienen un perfil longitudinal rectilíneo y en este caso presentan una intensa disección. Aparecen generalmente con pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos de más de 100 metros y vertientes de longitud de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m).

Este tipo de laderas puede desarrollarse en cualquiera de las litologías presentes en el cantón, entre las cuales se pueden destacar la Unidad Misahuallí y los grupos Margajitas y Limón.



**Foto 4.** Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre la Formación Hollín. Sector Santiago de Pananza. 06/08/2014.

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

Se trata de laderas predominantemente rectilíneas, que presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%) y desarrollan varias zonas de ruptura en la pendiente, formando escalones. En este cantón, estas vertientes se forman sobre rocas calizas con intercalaciones de litologías resistentes, como brechas o tobos volcánicas (Formación Santiago) o areniscas silicificadas (Grupo Limón), las cuales presentan una mayor resistencia a la erosión dentro de ambas formaciones geológicas, lo que permite la formación de los abruptos.

Se encuentran en la zona oriental del cantón, en dos contextos morfológicos. En la *Cordillera del Cutucú* se encuentran desniveles relativos superiores a 200 metros y

longitudes de vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m). En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* el desnivel va de 50 a 200 metros y las vertientes tienen una longitud moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m).

#### 3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se caracteriza por presentar pendientes generalmente superiores al 70%, en este caso entre 70% y 100%. Son laderas escasamente disectadas, se encuentran distribuidas por el cantón en dos contextos morfológicos.

Las vertientes abruptas se localizan tanto en la zona suroriental como al sur del cantón, en los cerros Chumbica, al sur de la localidad de San Pedro de Apondios y en las cercanías de la Cordillera del Huaracayo; todas estas unidades se encuentran emplazadas en el contexto *Cordillera del Cutucú*. Las vertientes que se sitúan en la zona central se desarrollan sobre las litologías de la Formación Napo y el Grupo Limón, presentan desniveles mayores de 200 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m), con forma cóncava o rectilínea. La geoforma que se localiza en la zona este presenta un desnivel menor, de 50 a 100 metros y una vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma rectilínea, desarrollada sobre la Formación Santiago.

En la zona oriental también se encuentra esta geoforma en la vertiente este del cerro Tachank, en la margen izquierda del río Coangos. En este caso se incluye en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes marginales* y presenta un desnivel de 100 a 200 metros y una vertiente moderadamente larga con forma rectilínea. Las dos vertientes abruptas de la zona oriental se desarrollan sobre la Formación Santiago.

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

Esta geoforma se localiza en la zona central del cantón, formando parte de la Cordillera del Cóndor. Se trata de una vertiente abrupta en la que se ha producido una marcada incisión producida por la escorrentía superficial, formando diversos barrancos a lo largo de la vertiente.

Se encuentra en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*. Presenta generalmente pendientes muy fuertes (de 70 al 100%), desnivel relativo superior a 300 m y vertientes muy largas, de más de 500 metros, con formas cóncavas. Se desarrolla sobre las arcillas y calizas; areniscas silicificadas, calizas y arcillas del Grupo Limón.

#### 3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Estas vertientes se encuentran repartidas por todo el cantón. En la zona central y oriental se localizan principalmente sobre el contexto *Cordillera del Cutucú*, con pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), desniveles mayores de 50 metros y vertientes mixtas o irregulares con longitudes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m). En este contexto las vertientes pueden presentarse en cualquiera de las litologías presentes en el cantón, a excepción de en Rocas metamórficas, Granodiorita asociada con otras rocas ígneas o la Unidad Misahuallí.

En el extremo noroccidental del cantón se localiza en el contexto *Relieves escarpados* formada sobre rocas metamórficas indiferenciadas. Posee pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desniveles generalmente mayores de 200 metros y longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m) o muy largas (más de 500 m) con forma irregular.

En la zona oriental del cantón, en la vertiente hacia el río Coangos se localizan varias vertientes heterogéneas, que se encuadran en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes marginales*. En este caso, son laderas de perfil irregular, con pendientes fuertes, desnivel relativo mayor de 300 metros y vertientes muy largas. En este contexto las vertientes se originan en las formaciones Santiago o Chapiza y en el Grupo Margajitas.

#### 3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se encuentra únicamente en el extremo noroccidental del cantón, formando parte de las cordilleras Siete Iglesias y San Juan Bosco, rodeando el inicio de la cuenca del río El Triunfo. Se encuentra en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

La característica principal presente en esta unidad es el material rocoso, conformado por Rocas metamórficas y la baja proporción de suelo. Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%) y muy fuertes (de 70 a 100%), desnivel relativo mayor de 300 metros, longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente irregular.

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

Estas vertientes heterogéneas presentan una fuerte disección que las caracteriza y diferencia de la vertiente heterogénea (Lh1), en la cual se han desarrollado diversos canales que proporcionan esta característica particular a la unidad, como se puede observar en las fotos 5 y 6. Ocupan grandes superficies en la zona central y occidental del cantón y se reparten entre tres contextos morfológicos diferentes: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y iii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes marginales*.

En general se caracterizan por presentar pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desniveles relativos superiores a 100 metros y vertientes largas a

muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas irregulares. El contexto de *Cordillera del Cutucú* se encuentra más de la mitad del total de la geoforma y pueden darse vertientes de menor longitud (de 50 a 250 m).

Se encuentran en la mayoría de las litologías presentes en el cantón (salvo en la Formación Santiago, que se encuentra exclusivamente en la zona oriental del cantón), con mayor presencia en rocas metamórficas indiferenciadas del Paleozoico y los materiales cretácicos de los grupos Margajitas y Limón.



**Fotos 5 y 6.** Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector San Juan Bosco, río Julio Vera (izquierda). Sector Santiago de Pananza, cuenca alta del río Natemtsa (derecha). 06/08/2014.

#### 3.5.2.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Los escarpes de deslizamiento son las superficies de rotura por las que se producen los movimientos de una masa de suelo o roca en una ladera. Aparecen en la cabecera del movimiento, indicando el límite superior del deslizamiento. En este cantón únicamente se conservan dos escarpes en calizas silíceas de la Formación Santiago.

Se encuentran en la zona suroriental del cantón, en dos contextos diferentes. En la *Cordillera del Cutucú* el escarpe presenta una pendiente fuerte (de 40 a 70%) con un desnivel de 50 a 100 metros. En los *Corredores, depresiones y vertientes marginales* la pendiente es escarpada (de 100 a 150%) y el desnivel está entre los 100 y 200 metros. En ambos contextos las vertientes son rectilíneas con una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.2.10. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma está formada por depósitos coluviales de ladera, compuestos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno. Se han depositado recientemente y se encuentran mayoritariamente en la zona oriental del cantón, en el contexto *Cordillera del Cutucú*, aunque en este contexto se encuentran varias unidades en el sector noreste en las que se localizan dolinas, que indican la presencia de rocas carbonáticas. En menor proporción se localizan, dentro del contexto *Corredores, depresiones y vertientes marginales*, en la zona oriental del cantón y en la zona occidental, en el nacimiento del río Pan de Azúcar.

Sus características generalmente son pendientes de suaves a media a fuerte (de 5 a 40%), los desniveles se presentan en un rango muy amplio, pueden ser desde 25 a 200 metros e incluso en la *Cordillera del Cutucú* van desde 15 a más de 300 metros. Las vertientes que forman tienen longitudes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) y forman vertientes cóncavas, convexas, mixtas, irregulares o rectilíneas.

#### 3.5.2.11. Coluvión antiguo (Col2)

Los coluviones antiguos son acumulaciones de depósitos coluviales de ladera, que presentan vegetación bien desarrollada y una disección de grado medio a alto. Se localizan dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; ii) *Cordillera del Cutucú*; iii) *Cordillera del Cóndor*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Esta geoforma se encuentra repartida en la mayoría de la superficie del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas, excepto en el extremo occidental del cantón y en las zonas altas de la *Cordillera del Cutucú*, en la zona oriental. Su mayor presencia se da en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

La morfología de los coluviones se caracteriza por pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%), desniveles relativos muy variables, mayoritariamente de 50 a más de 300 metros y desniveles menores en algunos casos, desde los 5 metros. La longitud de las vertientes y sus formas varían según el contexto. En *Relieves escarpados* las vertientes superan los 500 metros y en la *Cordillera del Cóndor* son moderadamente largas (de 50 a 250 m), en ambos contextos tienen forma cóncava. En el contexto *Corredores* puede tener longitudes desde los 15 a más de 500 metros (de cortas a muy largas) y en la *Cordillera del Cutucú* van desde los 50 metros (de moderadamente largas a muy largas). En ambos casos tienen formas de vertiente son principalmente cóncavas aunque también se encuentran formas convexas, mixtas, rectilíneas o irregulares.



**Foto 7.** Coluvión antiguo. Sector Santiago de Pananza. 06/08/2014.

### 3.5.2.12. Macrocoluvión (Col3)

Se trata de una geoforma similar genética y morfológicamente al coluvión, pero con mayores dimensiones, una superficie superior a 140 ha. En este cantón se encuentra en el oeste de la zona central, entre los cerros Chumbica, ocupando el valle de la quebrada Mamacuntza al oeste y parte del valle del río Sutza al este.

Litológicamente están conformados por depósitos coluviales de ladera, una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno, que provienen de la Formación Napo.

Presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos de 100 a 200 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente de carácter irregular. Se encuentra en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

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

Estos depósitos se corresponden con las acumulaciones de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6). En este cantón los escarpes solo son mapeables en la zona suroriental, aunque se han producido deslizamientos en diversas zonas del cantón, mayoritariamente en la mitad occidental.

Esta geoforma se encuentra en cuatro contextos morfológicos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; ii) *Cordillera del Cutucú*; iii) *Cordillera del Cóndor*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. Está formada por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño, característica de los depósitos de ladera de derrumbe, procedente de diversas litologías como la de la Formación Napo, Grupo Margajitas, Granodiorita asociada con otras rocas ígneas asociadas y la Formación Santiago.

Las pendientes de estos depósitos son principalmente de media a media a fuerte (de 12 a 40%) y en el contexto *Cordillera del Cutucú* se encuentran mayoritariamente pendientes fuertes (de 40 a 70%). Las vertientes tienen formas cóncavas y longitudes con rangos muy diversos, en gran parte derivados de la magnitud del movimiento. En el contexto *Relieves escarpados* las vertientes son muy largas (más de 500 m), al igual que en el contexto *Cordillera del Cóndor*, en el cual también se dan vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m). En la *Cordillera del Cutucú* la longitud puede ser de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) y en los *Corredores* únicamente tienen de 50 a 250 metros.

El desnivel relativo generalmente supera los 100 metros, aunque en la *Cordillera del Cutucú* se dan en muy poca proporción desniveles de 5 a 15 metros y en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* únicamente se encuentran desniveles de 25 a 50 metros.



**Foto 8.** Depósito de deslizamiento, masa deslizada. Sector San Francisco de Yangunza. 12/09/2014.

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

Los glacis de esparcimiento se localizan en la zona oriental del cantón, dentro de dos contextos morfológicos. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se han formado varios glacis de esparcimiento en la vertiente oriental de la Cordillera del Cutucú, entre ésta y la margen del río Coangos. El único glacis del contexto *Cordillera del Cutucú* se encuentra en el extremo suroriental del cantón, en la vertiente NO de la Cordillera del Huaracayo.

Se trata de geformas de considerable superficie formadas por gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas) característicos de los depósitos de ladera.

En general presentan una pendiente media (de 12 a 25%) y vertientes con forma rectilínea y una longitud muy larga (más de 500 m); el desnivel relativo va de 100 a 200 metros, aunque en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se da un desnivel mayoritario de 200 a 300 metros y una forma de vertiente mixta.

#### 3.5.2.15. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

Los testigos de glacis de esparcimiento son los restos de los glacis de esparcimiento (Pd1), que se han formado debido a su disgregación por la acción del río Michants. Se encuentran en la zona suroriental, en el contexto morfológico, *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Son superficies de menor extensión que los glacis, presentan una pendiente media, un desnivel de 25 a 50 metros y vertientes de moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con forma rectilínea.

### 3.5.3. Glaciar y periglaciar

#### 3.5.3.1. Vertiente de valle glaciar

Esta vertiente se localiza en el extremo noroccidental del cantón. Se trata de una geoforma que limita en la frontera del cantón, siendo parte de una vertiente de valle glaciar de mayor tamaño del cantón Gualaquiza. Se localiza dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Está desarrollada sobre rocas metamórficas indiferenciadas y presenta una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel mayor de 300 metros y la vertiente tiene forma irregular y una longitud superior a 500 metros.

#### 3.5.4. Kárstico

##### 3.5.4.1. Dolina, campo de dolinas (Kt6)

Esta geoforma representa depresiones con forma circular o elíptica, formadas por la filtración del agua en las calizas silíceas y areniscas calcáreas de la Formación Santiago. Tienen dimensiones hectométricas, con un diámetro de entre 300 y 500 metros.

Se localizan en el extremo oriental del cantón, existe una agrupación de cinco dolinas en la zona noreste, alineada con la frontera y un grupo de tres dolinas aisladas en el extremo sureste del cantón. Se caracterizan por pendientes variables desde medias (de 12 a 25%), fuertes (de 40 a 70%) o escarpadas (de 100 a 150%). Se encuentran íntegramente en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

#### 3.5.5. Estructural

##### 3.5.5.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Las superficies de meseta se encuentran en la zona oriental del cantón, en el contexto *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas*. Son superficies con una pendiente suave (de 5 a 12%), generalmente en concordancia con la horizontalidad de las capas de las litologías sobre las que se desarrolla.

Se localiza una superficie de mesa de gran extensión, presente de forma continua en gran parte de la frontera oriental del cantón. Esta superficie se encuentra sobre la Formación Santiago, compuesta generalmente por capas de calizas que se presentan como superficies.

En la zona más elevada de la Cordillera del Cutucú se localiza una superficie horizontal discontinua, formada sobre las areniscas silicificadas, calizas y arcillas del Grupo Limón.

#### 3.5.5.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Esta superficie se localiza en las zonas más elevadas de la Cordillera del Cutucú, entre las superficies de mesa (Eh1), constituida por el Grupo Limón. Se encuentra en el contexto *Cordillera del Cutucú*.

Se trata de una superficie con una pendiente media (de 12 a 25%) que presenta disecciones con 25 a 50 metros de desnivel y vertientes mixtas de corta longitud (de 15 a 50 m).

#### 3.5.5.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

La cornisa de mesa representa el abrupto que separa las superficies de mesa (Eh1 y Eh2) de las vertientes de mesa o meseta (Eh4). Se encuentran en el mismo contexto y están formadas sobre los estratos duros o resistentes de las litologías sobre las que se desarrollan las superficies de mesa correspondientes.

Sobre la Cordillera del Cutucú, la cornisa de mesa o meseta rodea casi por completo a las superficies de mesa o meseta de esta zona, formada sobre el Grupo Limón. En la frontera oriental, la cornisa se sitúa únicamente en la zona más meridional de la superficie de mesa o meseta, sobre la Cordillera del Huaracayo, desarrollada sobre la Formación Santiago.

En general, las cornisas presentan pendientes muy fuertes (de 70 a 100%) y unos desniveles entre 100 a 200 metros, aunque en la litología del Grupo Limón se pueden dar algunos casos con desniveles de 50 a 100 metros. Las vertientes de estas cornisas son rectilíneas y tienen una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.5.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

Las vertientes de mesa o meseta se sitúan al pie de las cornisas, o de las propias superficies de mesa, tanto disectadas (Eh2) como no disectadas (Eh1), enlazando las superficies y cornisas con las partes bajas del relieve. Se localizan en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*, en el sector oriental del cantón, relacionadas con las anteriores geoformas que forman parte de estas unidades.

Alrededor de las zonas más elevadas de la Cordillera del Cutucú se encuentran las vertientes de mesa o meseta de las superficies más meridionales de esta zona, formadas, al igual que éstas, por el Grupo Limón. Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), con un desnivel de 100 a 200 metros, o incluso, mayor de 300 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a 500 m) con forma irregular o cóncava.

A lo largo de gran parte de la frontera oriental del cantón, se localizan las vertientes occidentales de las superficies de mesa anteriores (Eh1), desarrolladas sobre la Formación Santiago. En este caso se encuentran pendientes medias (de 12 a 25%) y fuertes (de 40 a 70%), con un desnivel mayor de 300 metros y vertientes de longitud superior a 500 metros y forma mixta o rectilínea.

### 3.5.5.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Estas superficies presentan generalmente una pendiente mayor que las superficies de mesa o meseta (Eh1, Eh2), en este caso la pendiente es media (de 12 a 25%). Están desarrolladas sobre diversas litologías formadas por capas de areniscas ligeramente inclinadas que favorecen el desarrollo de las superficies de cuesta en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas.

Esta geoforma presenta su mayor extensión en la zona suroeste del sector central del cantón, donde se localizan dos superficies de cuesta sobre litologías diferentes, dentro del contexto *Cordillera del Cóndor*. Ambas superficies tienen un desnivel relativo mayor de 300 metros y vertientes cóncavas de muy larga longitud (más de 500 m). Se han desarrollado sobre las formaciones Hollín y Napo.

En el contexto *Cordillera del Cutucú* se encuentra una pequeña superficie de cuesta en el sector occidental del cantón, al este del núcleo urbano de Santiago de Pananza. Esta superficie se desarrolla sobre la Formación Hollín y presenta un desnivel relativo de 25 a 50 metros y una vertiente cóncava, moderadamente larga (de 50 a 250 m).

### 3.5.5.6. Frente de cuesta (Ei3)

Los frentes de cuesta corresponden a los abruptos que se presentan al terminar las superficies de cuesta (Ei1). Se sitúan en la misma localización geográfica, en el límite este de ambas superficies de cuesta y en los dos mismos contextos morfológicos. En ambos casos están desarrollados sobre la Formación Hollín, que como se puede observar en la imagen (foto 10), presenta capas de areniscas cuarzosas con una inclinación de 65° ESE, que favorece la formación de las superficies de cuesta.

En ambos casos son abruptos con un desnivel de 50 a 100 metros, con pendientes escarpadas (de 100 a 150 %) y vertientes de forma cóncava con una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).



**Fotos 9 y 10.** Frente de cuesta. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso en la Formación Hollín (derecha). Sector Santiago de Pananza. 06/08/2014.

#### 3.5.5.7. Vertiente de cuesta (Ei4)

Se trata de laderas que enlazan las superficies de cuesta y sus respectivos frentes de cuesta anteriores (Ei1 y Ei3) con los relieves inferiores. Se localizan por tanto en los mismos emplazamientos geográficos y en los dos mismos contextos morfológicos que las anteriores geoformas ya citadas. Las vertientes presentan una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo de 200 a 300 metros y tienen forma cóncava.

En la *Cordillera del Cóndor*, las vertientes se han formado sobre la Unidad Misahuallí, siendo la formación que queda estructuralmente por debajo de las formaciones Hollín y Napo, que conforman la correspondiente superficie de cuesta. Son vertientes con una longitud larga (de 250 a 500 m) que se sitúan alrededor de casi toda la superficie de cuesta, excepto el extremo norte. En la *Cordillera del Cutucú*, las vertientes se encuentran sobre la Formación Hollín y su longitud supera los 500 metros.

#### 3.5.5.8. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma representa los restos de una superficie estructural desarrollada sobre la Formación Santiago, en el sector suroriental del cantón, cercana a la margen derecha del río Coangos. Se puede observar entre relieves colinados y depósitos de ladera una pequeña área, formada por un paquete inclinado de calizas con pendiente fuerte (de 40 a 70%) que con un tamaño mayor podría dar lugar a una superficie de capas inclinadas. Dado sus pequeñas dimensiones y que no se presenta más morfologías estructurales en esta zona del cantón se ha catalogado como un resto de superficie estructural encuadrado en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

El desnivel relativo de esta geoforma es de 25 a 50 metros y sus vertientes son mixtas con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

### 3.5.6. Tectónico-erosivo

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

Estos relieves se localizan en la zona oriental del cantón, situados dentro de los contextos *Cordillera del Cutucú* y *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* con mayor superficie en el extremo suroriental del mismo, dentro del primer contexto. En ambos casos está desarrollado sobre la Formación Santiago.

Esta geoforma se caracteriza por un desnivel relativo del relieve de 25 a 100 metros. Las pendientes que presenta son, generalmente, de media a fuerte (de 12 a 40%) y las vertientes con forma mixta o rectilínea. Tiene formas de valle en V o en U y cimas redondeadas.

En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* existen dos superficies de menor extensión, con las mismas características y con vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros). En el contexto *Cordillera del Cutucú* las vertientes tienen una longitud de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m), en algún caso con forma irregular. Además pueden tener pendientes mayores (de 40 a 70%) y valles planos.

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

Este tipo de relieve se caracteriza por mayores desniveles, de 100 a 200 metros. Se encuentra mayoritariamente en el extremo oriental en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Corredores*, así como en pequeñas extensiones repartidas en la zona centro-oeste del cantón en el primer contexto nombrado.

Este relieve se desarrolla en diferentes formaciones, en ambos contextos se encuentra sobre la Formación Santiago y el Grupo Margajitas y, además, en la *Cordillera del Cutucú* se forma sobre la Unidad Misahuallí, la Formación Hollín y el Grupo Limón. En la zona centro-este no se pudo determinar en la fotointerpretación el contacto litológico, por lo que hay posibilidad de la existencia de la Formación Chapiza dentro del contexto *Cordillera del Cutucú*.

Las características generales son pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%) y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas convexas o rectilíneas; los valles tienen forma de U o de V y las cimas son tanto agudas, como redondeadas o planas. En la *Cordillera del Cutucú* las vertientes pueden ser también cóncavas o irregulares y en los *Corredores* se pueden encontrar valles con forma plana.

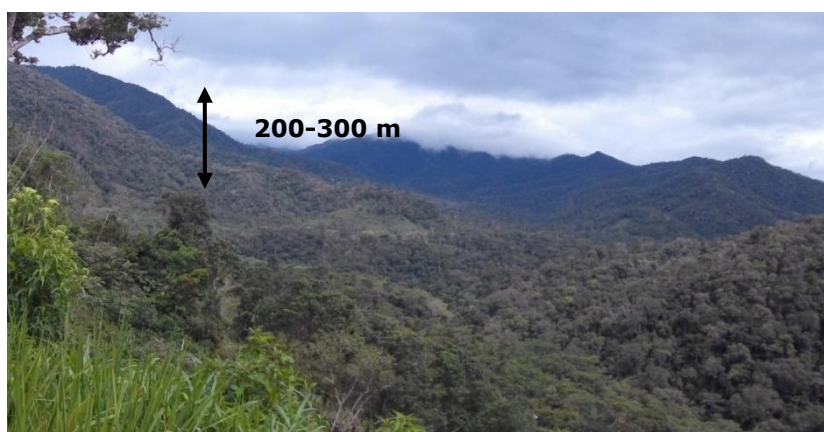
#### 3.5.6.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se reparte de forma dispersa por el cantón, en tres contextos morfológicos distintos. Mayoritariamente se encuentra en el contexto *Cordillera del Cutucú*, donde se ha formado, en la zona central y oriental del cantón, sobre las formaciones Santiago y Chapiza, la Unidad Misahuallí, la Formación Hollín, el Grupo Limón y Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas. En el contexto

*Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* el relieve se encuentra también sobre las formaciones Santiago y Chapiza en la zona oriental y, exclusivamente dentro del contexto *Relieves escarpados*, en la zona noroeste del cantón, el relieve se desarrolla sobre Rocas metamórficas y el Grupo Margajitas.

Estos relieves se caracterizan por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros. En este cantón desarrollan pendientes generalmente fuertes (de 40 a 70%) y, además, medias a fuertes (de 25 a 40%) en el contexto *Cordillera del Cutucú*. Las vertientes son de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas rectilíneas, las cimas tienen generalmente forma aguda y los valles forma de V.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* las vertientes pueden tener formas más diversas, como cóncavas, convexas o irregulares, las cimas pueden ser redondeadas y los valles pueden tener también forma de U. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* las cimas también pueden tener forma redondeada y las vertientes en algunos casos tienen forma irregular.



**Foto 11.** Relieve colinado muy alto formado sobre Granodiorita. Sector de Carlos de Limón. 12/09/2014.

#### 3.5.6.4. Relieve montañoso (Rt7)

Los relieves montañosos se distribuyen por todo el cantón, de forma similar al Relieve colinado muy alto (Rt6), situándose en los mismos contextos morfológicos y con la mayor extensión dentro del contexto *Cordillera del Cutucú*. Este relieve se caracteriza por un desnivel relativo superior a los 300 m, en este cantón presenta generalmente pendientes fuertes (de 40 a 70%), valles con de V y vertientes rectilíneas de muy larga longitud (superior a 500 m).

En el contexto *Cordillera del Cutucú* el relieve se desarrolla sobre la Formación Santiago, el Grupo Limón y Granodiorita; en estas formaciones se forman cimas con forma aguda o redondeada y valles en alguna ocasión con forma de U, así como las vertientes pueden ser cóncavas o irregulares y tener una longitud larga (de 250 a 500 m). Particularmente en algunas geformas desarrolladas sobre el Grupo Limón no se ha podido determinar el contacto litológico y la posible existencia de la Formación Chapiza.

En los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* únicamente se encuentra la geoforma sobre la Formación Santiago, en la que las pendientes son muy fuertes (de 70 a 100%) y se forman cimas agudas. Por último, en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, esta unidad geomorfológica se desarrolla sobre Rocas metamórficas, donde se forman cimas redondeadas.



**Foto 12.** Relieve montañoso creado sobre Granodiorita. Sector San Francisco de Yangunza. 12/09/2014.

### 3.5.7. Poligénicas

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

Esta geoforma se reparte por toda la zona oriental del cantón, en multitud de afluentes del río Coangos y en el extremo nororiental se encuentra en el río Saar Entsa y en afluentes del río Numpatkaim. Se localiza en tres contextos morfológicos: i) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; ii) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*; y iii) *Medio aluvial amazónico*.

Son depósitos coluvio aluviales que rellenan vaguadas y fondos de pequeños drenajes que presentan limo-arcillas, arenas, gravas y bloques procedentes tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial. En la *Cordillera del Cutucú* los insumos muestran dolinas que indican la presencia de rocas carbonáticas.

Se caracterizan en general por formas de valle en V y pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), aunque en el contexto *Cordillera del Cutucú* pueden darse pendientes suaves (de 5 a 12%) y formas de valle planas.

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

Estos depósitos se encuentran por todo el cantón, aunque con mayor presencia en la zona central y occidental. Se localizan en los mismos contextos morfológicos que los coluvio-aluviales recientes (Coa1) y además en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Los coluvio-aluviales antiguos están formados por los mismos materiales que los coluvio-aluviales recientes y se diferencian de ellos por presentar vegetación y disección generada con el tiempo. En todos los contextos presentan pendientes medias (de 12 a 25%) y formas de valle en V. En los contextos *Relieves escarpados* y *Medio aluvial amazónico* las pendientes pueden ser hasta media a fuerte (hasta el 40%) y en el *Medio aluvial amazónico* existen algún valle con forma de U. En la *Cordillera del Cutucú* y los *Corredores* los valles pueden ser planos y en los *Corredores* se encuentran también pendientes fuertes (de 40 a 70%).

#### 3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Se trata de superficies planas o ligeramente onduladas, con un origen difícilmente asignable. En este cantón esta unidad describe los rellanos horizontales localizados a modo de hombrera sobre varias laderas. Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) en la zona oriental. Sobre las zonas más elevadas de la Cordillera del Cutucú y en la vertiente oeste de la misma, se localizan pequeñas superficies horizontales, desarrolladas sobre las arcillas, calizas y areniscas silicificadas del Grupo Limón. Están incluidas en el contexto *Cordillera del Cutucú*.

En la vertiente este de la cordillera, entre los ríos Samikim y Tachank se localiza una superficie horizontal dentro del contexto morfológico *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. Esta superficie está formada sobre las calizas silíceas de la Formación Santiago.

#### 3.5.7.4. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Esta geoforma se corresponde con la vertiente o ladera de la superficie horizontal (Sh2), en este caso únicamente de la superficie que se encuentra en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. Se trata de un abrupto desarrollado sobre la misma Formación Santiago, que rodea por completo la superficie horizontal.

El abrupto presenta una pendiente de media a fuerte (de 25 a 40%), con un desnivel de 100 a 200 metros y una vertiente de forma cóncava y larga longitud (de 250 a 500 m).

#### 3.5.7.5. Superficie inclinada (Si2)

Son superficie con un perfil rectilíneo y cierta inclinación, con un origen incierto. En este cantón se encuentran como superficies de menor pendiente dentro de una ladera, a modo de hombrera inclinada y en forma de piedemonte sin posibilidad de adscripción a una geoforma más específica. Estas superficies se encuentran repartidas en diferentes zonas del cantón, dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*. Se forman sobre diversas litologías, que dan a cada superficie unas características particulares.

En la zona suroriental del cantón se encuentran tres superficies inclinadas, desarrolladas sobre la Formación Santiago. Estas superficies tienen pendientes de media a media a fuerte (de 12 a 40%), con un desnivel de 100 a 200 metros en general y vertientes muy largas (más de 500 m) con forma irregular o rectilínea; en una de las superficies, el desnivel es menor, de 25 a 50 metros y la vertiente tiene una longitud larga (de 250 a 500 m).

En la zona central del cantón, sobre la vertiente este de la Cordillera del Cutucú, se localiza una superficie inclinada formada sobre el Grupo Limón, con una pendiente fuerte, un desnivel de 50 a 100 metros y una vertiente moderadamente larga con forma cóncava. Por último, en la zona occidental, se sitúan dos superficies, que presentan pendientes medias (de 12 a 25%), sobre dos formaciones diferentes: sobre uno de los cerros Chumbica se desarrolla la geoforma sobre la Formación Napo, con un desnivel de 50 a 100 metros y una vertiente cóncava muy larga y sobre un cerro 4 km al norte se encuentra la superficie inclinada sobre el Grupo Margajitas, que presenta un desnivel de 25 a 40 metros y una vertiente rectilínea de larga longitud (de 250 a 500 m)

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

Este abrupto solo se ha podido representar asociado a una de las superficies inclinadas (Si2) descrita anteriormente y situada en la zona suroriental del cantón, desarrollado sobre la misma Formación Santiago, en el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

Se caracteriza por presentar una pendiente muy fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 100 metros y vertientes irregulares de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

#### 3.5.7.7. Cerro testigo (Rr4)

Esta geoforma se encuentra en el extremo más nororiental del cantón, formando la parte oeste de un cerro que queda en la frontera entre San Juan Bosco y Perú. Se trata de un cerro creado sobre la Formación Santiago, que ha quedado aislado por sedimentos de coluvión antiguo.

Este cerro tiene una cima aguda y presenta pendientes de media a fuerte (de 25 a 40%), un desnivel entre 100 y 200 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma cóncava.

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

Los interfluvios son las posiciones cimeras de los relieves, en las que se desarrollan cimas con forma redondeada. Se encuentran principalmente en la zona central del cantón y en parte de la zona oriental, dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*; también se encuentran estas cimas redondeadas en la frontera este, en la zona norte del cantón, formando parte del contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Se pueden formar en diferentes litologías, en el contexto de *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se desarrollan únicamente sobre la Formación Napo, con una pendiente media (de 12 a 25%) y sin embargo en la *Cordillera del Cutucú*, se encuentran sobre todas las litologías descritas para el cantón, a excepción de las Rocas metamórficas, con pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%).



**Foto 13.** Interfluvio de cimas redondeadas sobre Granodiorita. Sector San Francisco de Yangunza. 12/09/2014.

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

Esta geoforma se localiza exclusivamente en la zona occidental, repartida en cuatro contextos morfológicos, aunque con mayor presencia en el contexto *Cordillera del Cutucú* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* y en superficies menores de un kilómetro cuadrado en los contextos *Paisajes de páramo* y *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Estos interfluvios se caracterizan por desarrollar cimas con forma aguda, que presentan pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%). Estas cimas se pueden formar sobre Rocas metamórficas, la Formación Napo y el Grupo Margajitas, formaciones que presentan litologías resistentes y facilitan la persistencia de esta geoforma.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón San Juan Bosco tiene 1.048 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.034 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Biológica El Cóndor). Está situado principalmente en la región Amazonía, aunque incluye una pequeña porción en la región Sierra, del orden del 10% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 800 metros hasta un máximo de 3.700 metros.

En el cantón San Juan Bosco se pueden diferenciar cuatro dominios fisiográficos, dos de ellos enmarcados en la región Sierra y el dos en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta muy escasa extensión en el territorio estudiado, poco más de 4 km<sup>2</sup>, ocupando un pequeño apéndice situado en el extremo noroccidental del cantón. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo contexto morfológico, denominado *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Se han podido identificar cuatro unidades geomorfológicas en este contexto morfológico: la geoforma vertiente de valle glaciar, característica de los *Paisajes de páramo* por su génesis glaciar, la vertiente rocosa como representación del modelado de laderas y la geoforma poligénica interfluvio de cimas estrechas. Se localiza también un encañonamiento que deja la huella de la génesis fluvial en este contexto.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Este contexto representa menos de un 10% del área estudiada en el cantón, unos 100 km<sup>2</sup>. En este dominio fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas en la zona noroccidental del cantón, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter mayoritariamente lineal. Presenta un solo contexto morfológico dentro del territorio estudiado del cantón, el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las geoformas con mayor presencia en dicho contexto están relacionadas con el modelado de laderas, como vertientes heterogéneas y rectilíneas y en menor porcentaje coluvión antiguo y depósito de deslizamiento. También se han encontrado, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, la geoforma relieve montañoso y relieve colinado muy alto. Las geoformas fluviales únicamente se representan por barrancos y las geoformas poligénicas por coluvio-aluviales antiguos e interfluvios de cimas estrechas.

3. **Zona Subandina.** Es el dominio fisiográfico más extenso del cantón, ocupando más del 85% del total del territorio estudiado. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo. En el cantón, este dominio incluye tres contextos morfológicos.

La *Cordillera del Cutucú*: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas) es el contexto morfológico de mayor extensión en el cantón, con una superficie de 700 km<sup>2</sup> y ocupa la mayor parte de la zona central y el extremo oriental. El modelado de laderas representa el mayor porcentaje de geoformas, con diversos tipos de laderas y también depósitos representativos, como coluvión antiguo y reciente, depósitos de deslizamiento y glacis de esparcimiento. Se encuentra una importante representación del modelado tectónico-erosivo, con relieves de un amplio rango de desniveles relativos. También es característico el modelado estructural, presentando superficies de mesa o mesta y de cuevas, con las geoformas asociadas de vertiente, frente y cornisa. El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos y presenta depósitos de cono de deyección. Las formas poligénicas tienen poca representación en la superficie estudiada, pero se encuentran diversas geoformas, como superficies horizontales e inclinadas con abrupto, coluvio aluviales antiguos y recientes e interfluvios tanto de cimas estrechas como redondeadas. En este contexto se encuentra, particularmente, la geoforma kárstica Dolina, campos de dolinas, con una representación característica de este cantón.

El contexto morfológico *Cordillera del Cóndor*: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas) se sitúa en el suroeste de la zona central del cantón, con una extensión muy limitada, unos 28 km<sup>2</sup>. Es representativo de este contexto el modelado estructural, formado por una gran superficie de cuesta y su respectivo frente y vertiente. Se encuentran en pequeñas superficies las geoformas de laderas vertiente rectilínea, coluvión antiguo y depósitos de deslizamiento y como representación de la génesis fluvial se encuentran barrancos.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, está representado por el corredor denominado Limón-Gualaquiza, sin cobertura de cenizas volcánicas, en la zona oeste y, hacia el este, por parte de las vertientes y los valles del sur del contexto. Tiene una extensión total de unos 160 km<sup>2</sup>. El grupo genético de laderas es el más representado en el contexto, presentando seis tipos de vertientes y algunas geoformas que conllevan depósitos asociados a las mismas, principalmente glacis de esparcimiento, coluviones y depósitos de deslizamiento. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas son distintos tipos relieves colinados y montañosos tectónico-erosivos y geoformas de tipo poligénicas, como superficie horizontal y su abrupto, coluvio-aluviales e interfluvios. El modelado fluvial apenas se representa por barrancos y superficies de cono de deyección, tanto disectadas, como no disectadas.

4. **Medio aluvial amazónico.** Representa una superficie aproximada del 4% del territorio estudiado, está asociado a la dinámica de los ríos Zamora, Apondios, Coangos y Pan de Azúcar y de sus afluentes. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características de este contexto son de génesis fluvial, como valles fluviales-llanuras de inundación, valles en

V, barrancos, gargantas o encañonamientos y las geoformas de sedimentación fluvial como terrazas altas y medias. Se encuentran también geoformas poligénicas asociadas a la red fluvial, como son coluvio-aluviales recientes y antiguos.

El cantón San Juan Bosco muestra la geomorfología típica de la transición de las zonas de Cimas frías de las Cordilleras Real, situadas en las zonas altas al noroeste del cantón, hacia la Zona Subandina, que aparece desde la zona central del cantón hacia el extremo sureste del mismo. Este cambio en el paisaje, que se observa en la zona noroccidental del cantón, representa el paso de las zonas de páramo periglaciario a las Vertientes Externas de la Cordillera Real, donde se encuentran principalmente vertientes de distintos tipos con fuertes pendientes hasta llegar al relieve montañoso de la Cordillera del Cutucú. En este caso, se encuentra como paisaje intermedio el Corredor Limón-Gualaquiza, que se ha formado por la interacción en el relieve del río Pan de Azúcar y algunos afluentes en su cuenca alta, desde la loma Mirador Alto, donde las pendientes se suavizan hasta media a fuerte.

En la zona central y oriental del cantón se observa el paisaje de la *Cordillera del Cutucú*, formado principalmente por vertientes también con fuertes pendientes y sus depósitos asociados con menor inclinación, así como relieves montañosos con desniveles generalmente altos. Este paisaje está fuertemente erosionado por la red de drenaje, en la cual se muestran multitud de barrancos, siendo la geoforma más representativa de la génesis fluvial y se encuentran depósitos coluvio-aluviales ocupando una gran cantidad de cauces y quebradas. En la zona oriental también se localiza otro paisaje perteneciente a los *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales*, formado en la margen izquierda del río Coangos, que presenta pendientes más suaves que el Corredor Limón-Gualaquiza y geoformas similares.

Otro aspecto característico del cantón es la presencia, mayoritariamente en la zona oriental, de geoformas estructurales, como mesas o cuevas, con frentes, cornisas y vertientes asociadas. Estas geoformas se desarrollan principalmente sobre litologías consolidadas que presentan capas sobre las que se forman estas unidades, como la Formación Santiago y el Grupo Limón, o en menor porcentaje la Unidad Misahuallí y las formaciones Hollín y Napo. También en el extremo oriental se puede encontrar como geoforma característica del cantón varias dolinas alineadas en las calizas silíceas y areniscas calcáreas de la Formación Santiago.

Las litologías en el cantón San Juan Bosco se encuentran distribuidas espacialmente, observándose la transición desde las formaciones metamórficas en la zona occidental, tales como Rocas metamórficas y el Grupo Margajitas, a las rocas sedimentarias de las formaciones Hollín y Napo en la zona central, donde se encuentra la intrusión de Granodiorita y las lavas y piroclastos de la Unidad Misahuallí. Hacia la zona oriental aparecen las litologías detríticas junto con formaciones calcáreas, como el Grupo Limón y la Formación Santiago. Esta distribución litológica refleja la formación de este cantón en el episodio del levantamiento del Napo.

## 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.

Rositer, 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.

### **5.1. 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 Morona Santiago, esc. 1:250.000. *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
  Guardar



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

CGg-ÑVI_A2-61-0059	CGg-ÑVI_A4-61-0057	CGg-ÑVI_B3-61-0187
CGg-ÑVI_A2-61-0060	CGg-ÑVI_A4-61-0058	CGg-ÑVI_B3-61-0188
CGg-ÑVI_A2-61-0061	CGg-ÑVI_B1-61-0076	CGg-ÑVI_B3-61-0191
CGg-ÑVI_A2-61-0062	CGg-ÑVI_B1-61-0077	CGg-ÑVI_B3-61-0194
CGg-ÑVI_A2-61-0063	CGg-ÑVI_B1-61-0081	CGg-ÑVI_B3-61-0197
CGg-ÑVI_A2-61-0064	CGg-ÑVI_B1-61-0084	CGg-ÑVI_B3-61-0198
CGg-ÑVI_A2-61-0066	CGg-ÑVI_B1-61-0086	CGg-ÑVI_B3-61-0199
CGg-ÑVI_A2-61-0070	CGg-ÑVI_B1-61-0087	CGg-ÑVI_B3-61-0200
CGg-ÑVI_B1-61-0120	CGg-ÑVI_B3-61-0177	CGg-ÑVI_B3-61-0201
CGg-ÑVI_A2-61-0122	CGg-ÑVI_B3-61-0178	CGg-ÑVI_B3-61-0202
CGg-ÑVI_A2-61-0130	CGg-ÑVI_B3-61-0180	CGg-ÑVI_B3-61-0203
CGg-ÑVI_A2-61-0131	CGg-ÑVI_B3-61-0181	CGg-ÑVI_B3-61-0204
CGg-ÑVI_A4-61-0046	CGg-ÑVI_B3-61-0182	CGg-ÑVI_B3-61-0206
CGg-ÑVI_A4-61-0050	CGg-ÑVI_B3-61-0183	CGg-ÑVI_B3-61-0207
CGg-ÑVI_A4-61-0052	CGg-ÑVI_B3-61-0185	
CGg-ÑVI_A4-61-0055	CGg-ÑVI_B3-61-0186	



### 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 *eskarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

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

**VERTIENTE DE LLANURA DE DEPÓSITOS VOLCÁNICOS:** eskarpe 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 *eskarpe 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.

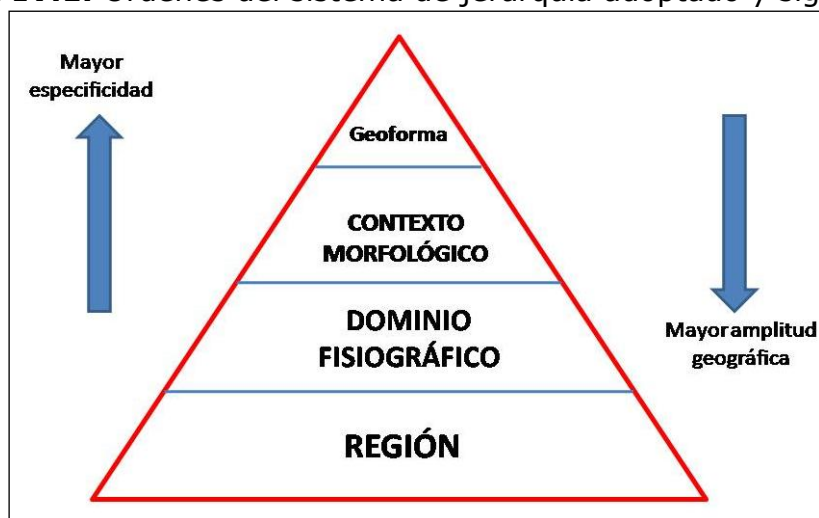
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

<b>DOMINIO 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 FISIAGRÁFICO: 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 FISIAGRÁFICO: PIEDEMONTE COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: 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 geformas 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 geformas 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 (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

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

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

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

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

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y "unidades" que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014).

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

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

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

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

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

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