

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN GUALAQUIZA**

#### **PROYECTO:**

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

### **GEOMORFOLOGÍA**

**MAYO, 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque  
Sandra González  
Xavier Andrade  
Óscar Garzón

### Consorcio TRACASA-NIPSA:

#### Responsables:

Joaquín del Val  
Idurre Barinagarrementería

#### Memoria:

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

#### Fotointérpretes:

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

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

## ÍNDICE

---

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1.	El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador .....	2
1.2.	Objetivos .....	3
1.2.1.	Objetivos generales del proyecto .....	3
1.2.2.	Objetivos del estudio geomorfológico .....	3
1.3.	Antecedentes de este estudio .....	4
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>5</b>
2.1.	Características del producto esperado .....	5
2.2.	Etapas metodológicas.....	5
2.2.1.	Recopilación de información .....	6
2.2.1.1.	Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes .....	6
2.2.1.2.	Insumos complementarios .....	6
2.2.2.	Fotointerpretación .....	7
2.2.2.1.	<i>Software</i> empleado .....	9
2.2.3.	Fase de campo .....	9
2.2.3.1.	Criterios para la validación en campo .....	9
2.2.3.2.	Validación y adquisición de datos de campo .....	9
2.2.4.	Integración de datos y adecuación cartográfica final .....	10
2.2.5.	Mapa y leyenda .....	10
2.2.5.1.	Explicación de la leyenda .....	10
2.2.5.2.	Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes ....	13
2.3.	Control de calidad.....	14
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón .....	15
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
3.1.	Levantamiento de información.....	17
3.2.	Regiones y Dominios Fisiográficos.....	18
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real .....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real .....	19
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina .....	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico.....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	22

3.3.1. Paisajes glaciares .....	23
3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas .....	23
3.3.3. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) .....	23
3.3.4. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	24
3.3.5. Medio aluvial de Sierra .....	24
3.3.6. Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas .....	24
3.3.7. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.....	25
3.3.8. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	25
3.3.9. Medio aluvial amazónico .....	26
3.4. Geformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	27
3.5. Descripción de geformas .....	36
3.5.1. Fluvial .....	36
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	36
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	37
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3).....	37
3.5.1.4. Valle en V (E1) .....	38
3.5.1.5. Barranco (E2) .....	38
3.5.1.6. Garganta (E3) .....	39
3.5.1.7. Encañonamiento (E4).....	39
3.5.1.8. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2) .....	40
3.5.1.9. Terraza media (Tm) .....	40
3.5.1.10. Terraza alta (Ta).....	40
3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv) .....	40
3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti) .....	41
3.5.1.13. Superficie de cono de esparcimiento (Co1).....	41
3.5.1.14. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	41
3.5.2. Laderas .....	42
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	42
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	43
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	44
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1) .....	45
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	45
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	46
3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3).....	47
3.5.2.8. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	47

3.5.2.9.	Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	47
3.5.2.10.	Coluvión reciente (Col1) .....	48
3.5.2.11.	Coluvión antiguo (Col2) .....	48
3.5.2.12.	Macrocoluvión (Col3) .....	49
3.5.2.13.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	50
3.5.2.14.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	50
3.5.2.15.	Glacis de esparcimiento disectado (Pd2) .....	50
3.5.3.	Glaciar y periglaciar .....	51
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1) .....	51
3.5.3.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	51
3.5.3.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3) .....	51
3.5.3.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	52
3.5.3.5.	Valle glaciar colgado (Gf5) .....	52
3.5.3.6.	Horn (Gf6) .....	52
3.5.3.7.	Rocas aborregadas (Gf7) .....	52
3.5.3.8.	Morrena lateral (Gd2).....	53
3.5.3.9.	Morrenas (Gd4) .....	53
3.5.4.	Volcánico .....	53
3.5.4.1.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9) .....	53
3.5.4.2.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	54
3.5.4.3.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....	54
3.5.4.4.	Relieve volcánico montañoso (Rv12) .....	54
3.5.4.5.	Superficie volcánica ondulada (RvSo) .....	55
3.5.5.	Estructural.....	55
3.5.5.1.	Superficie de mesa o meseta (Eh1).....	55
3.5.5.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	55
3.5.5.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3) .....	56
3.5.5.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4).....	56
3.5.5.5.	Superficie de cuesta (Ei1) .....	56
3.5.5.6.	Superficie de cuesta disectada (Ei2) .....	57
3.5.5.7.	Frente de cuesta (Ei3) .....	58
3.5.5.8.	Vertiente de cuesta (Ei4) .....	58
3.5.5.9.	Superficie de chevron (Ei5) .....	59
3.5.5.10.	Frente de chevron (Ei6) .....	59
3.5.5.11.	Vertiente de chevron (Ei7) .....	60
3.5.5.12.	Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8) .....	60
3.5.5.13.	Restos de superficie estructural (Esr) .....	60
3.5.6.	Tectónico-erosivo .....	61
3.5.6.1.	Relieve colinado bajo (Rt3) .....	61

3.5.6.2.	Relieve colinado medio (Rt4).....	61
3.5.6.3.	Relieve colinado alto (Rt5).....	62
3.5.6.4.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	63
3.5.6.5.	Relieve montañoso (Rt7).....	63
3.5.7.	Poligénicas.....	64
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	64
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2).....	65
3.5.7.3.	Superficie horizontal disectada (Sh3).....	65
3.5.7.4.	Superficie inclinada (Si2).....	66
3.5.7.5.	Superficie inclinada disectada (Si3).....	66
3.5.7.6.	Abrupto de superficie inclinada (Si4).....	67
3.5.7.7.	Cerro testigo (Rr4).....	67
3.5.7.8.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	68
3.5.7.9.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	68
3.5.7.10.	Afloramientos rocosos (Sdv3).....	69
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>70</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>74</b>
5.1.	Referencias generales .....	74
5.2.	Bibliografía citada .....	75

**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 Gualaquiza .....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Gualaquiza .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Gualaquiza .....	22
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	27
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	33

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

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Foto 1.</b> Valle fluvial, llanura de inundación. Sector Bomboiza .....	36
<b>Foto 2.</b> Terraza baja y cauce actual. Sector Bomboiza .....	37
<b>Foto 3.</b> Barranco en el río Zapas. Sector La Florida .....	38
<b>Foto 4.</b> Encañonamiento. Sector Calvario .....	39
<b>Foto 5.</b> Superficie de cono de deyección. Sector El Belén .....	42
<b>Foto 6.</b> Vertiente rectilínea. Sector Gulagcocha .....	43
<b>Foto 7.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector San Antonio .....	44
<b>Foto 8.</b> Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Hornillos .....	46
<b>Foto 9.</b> Vertiente heterogénea. Sector Hornillos .....	46
<b>Foto 10.</b> Coluvión reciente. Sector Santa Rosa .....	48
<b>Foto 11.</b> Coluvión antiguo. Sector San Joaquín .....	49
<b>Foto 12.</b> Superficie de cuesta disectada. Sector Gualaquiza .....	57
<b>Foto 13.</b> Vertiente de cuesta. Sector Gualaquiza .....	59
<b>Foto 14.</b> Relieve colinado bajo. Sector Minas .....	61
<b>Foto 15.</b> Relieve colinado medio. Sector Bomboiza .....	62
<b>Foto 16.</b> Relieve montañoso. Sector Espíritu Playa .....	64
<b>Foto 17.</b> Coluvio-aluvial reciente. Sector San Luis Tsunkil .....	64
<b>Foto 18.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector Sharup .....	65
<b>Foto 19.</b> Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Hornillos .....	68

## 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:

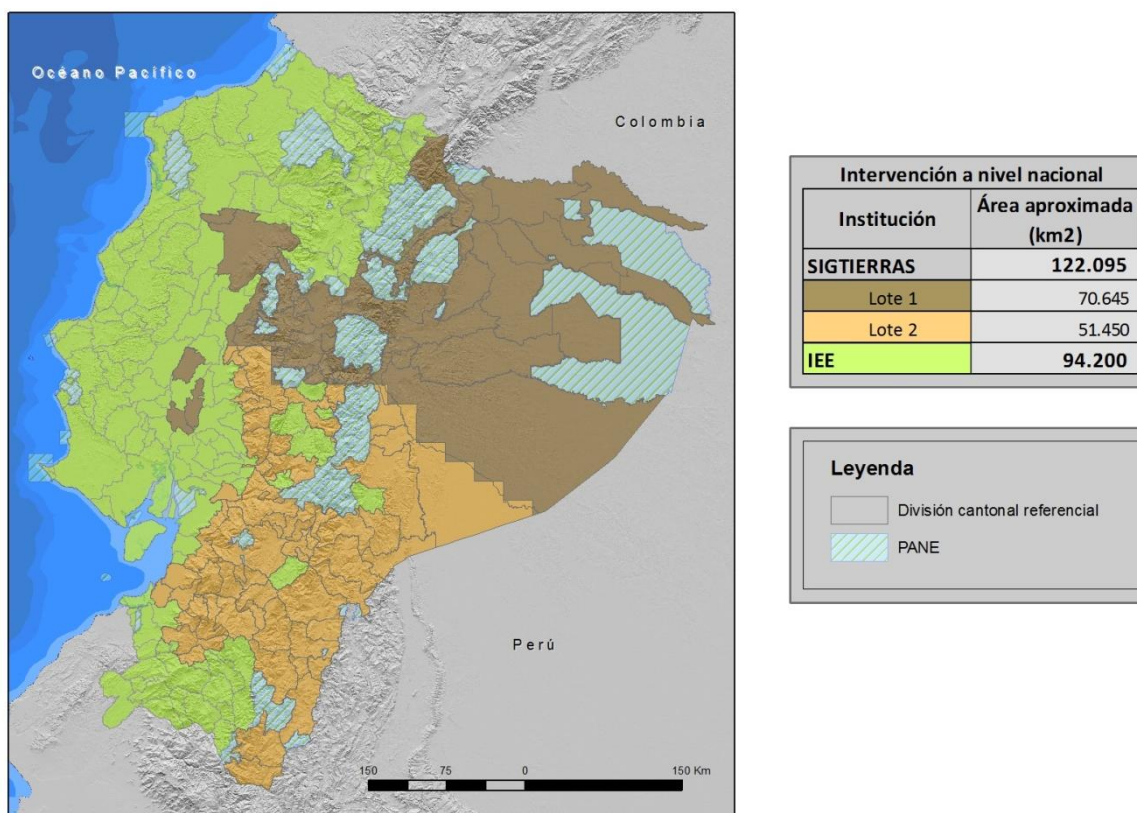
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

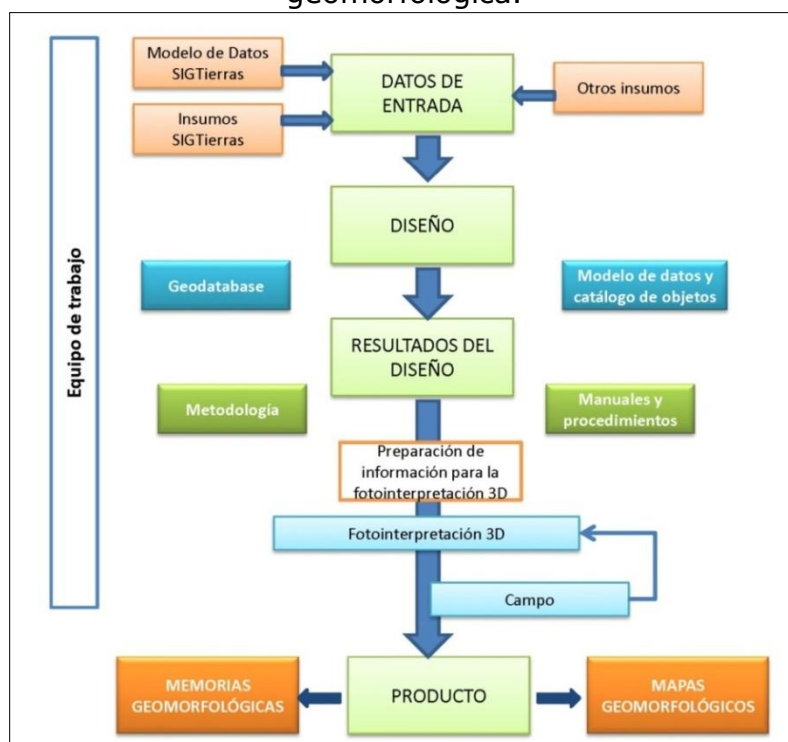
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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, Metalúrgica), 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 *ráster*, que sirve de referencia para una primera comprensión del relieve y sus formas más características, así como para conocer la extensión de la red vial. Además, proporciona la información básica sobre la toponimia.
- Curvas de nivel de los mapas topográficos 1:50.000. Esta información, en formato vectorial, sirve para una primera contextualización del mapa, como una ayuda a la delimitación de recintos y una herramienta adicional para comprobación o corrección de ciertos parámetros (pendientes, desnivel relativo, longitud de vertiente) que caracterizan a dichos recintos.

### 2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

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

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

#### 2.2.2.1. Software empleado

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

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

#### 2.2.3. Fase de campo

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

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

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

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

En campo, la actividad contempla:

- Visita a los puntos definidos en el itinerario y descripción de los mismos mediante ficha de campo, incorporada a la *tablet* (ver Anexo I). Verificación de atributos asignados en gabinete y corrección de los mismos, en su caso.
- Generación de documentación asociada (itinerarios o "*tracks*" y puntos de observación georreferenciados directamente a partir de la *tablet*, así como toma de fotografías con el mismo dispositivo).

- Ubicación de afloramientos existentes para la descripción del macizo rocoso o depósito superficial (en la misma ficha).
- Toma de muestras si resulta necesario.
- Identificación de unidades geomorfológicas no interpretadas o dudosas.

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

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

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

#### 2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

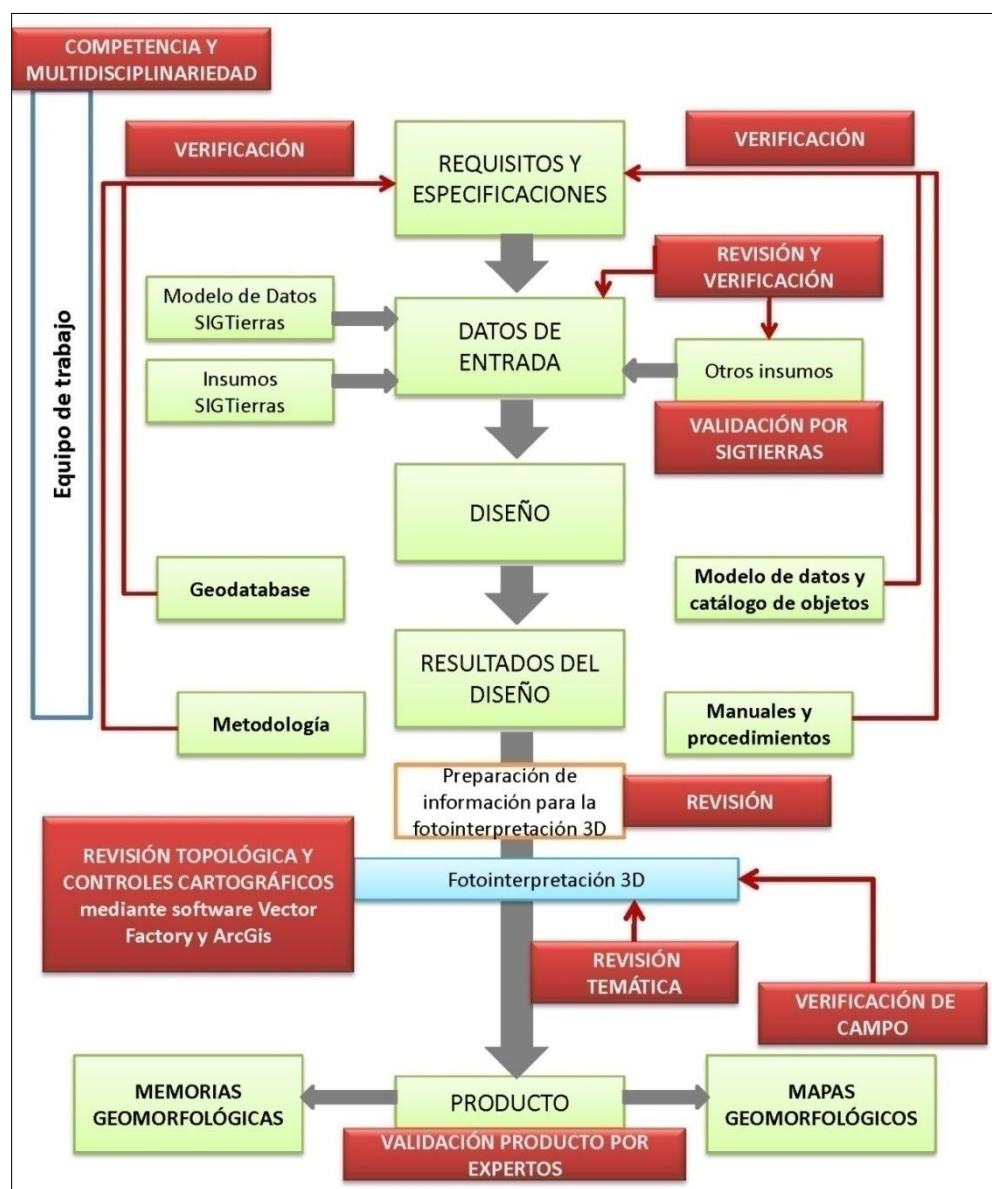
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

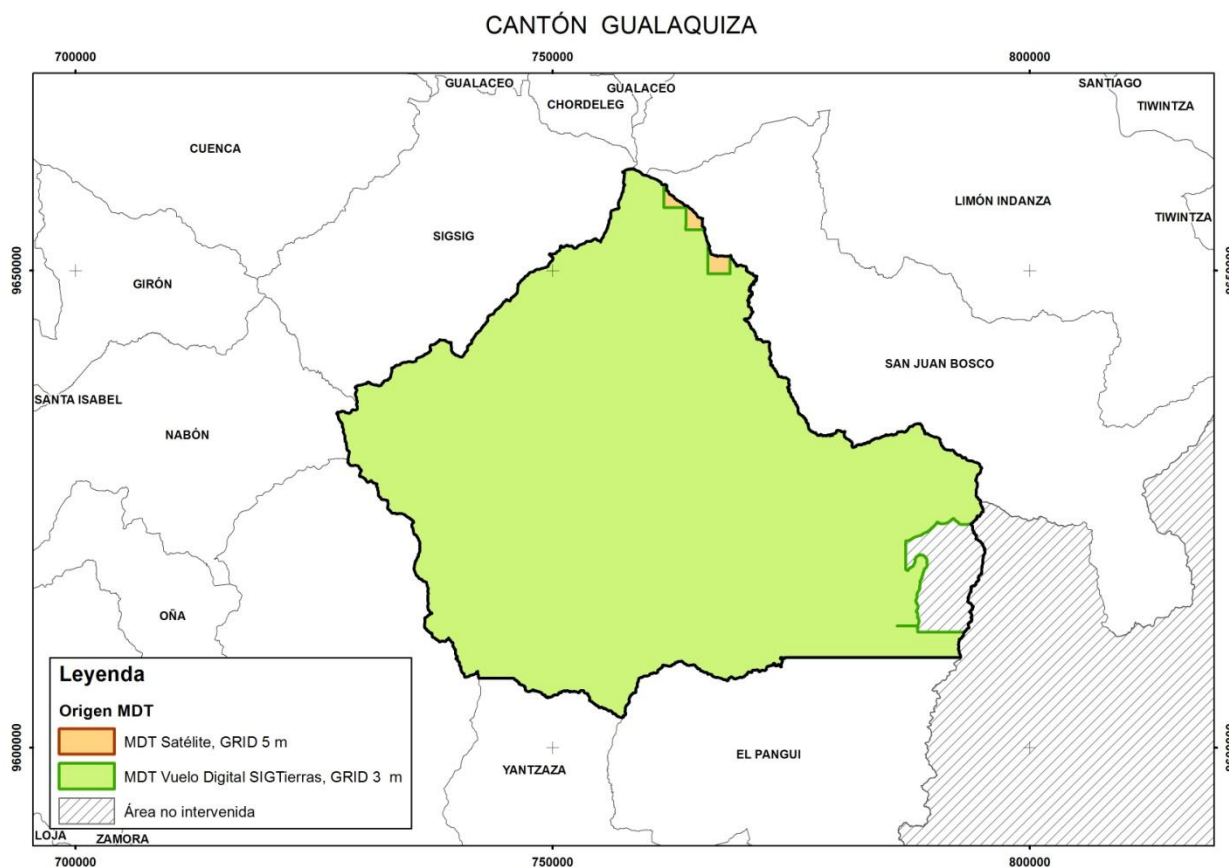
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Gualaquiza 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 Gualaquiza.



Fuente: CTN

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

- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Gualaquiza (Hoja 75), esc. 1:100.000. *INEMIN*. 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.
- 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 Gualaquiza.

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
ÑVI_A1	Sígsig
ÑVI_A2	San Juan Bosco
ÑVI_A3	Gima
ÑVI_A4	Chigüinda
ÑVI_B3	San Carlos de Limón
ÑVI_C1	Amazonas
ÑVI_C2	Gualaquiza
ÑVI_C3	28 de Mayo (San José de Yacuambi)
ÑVI_C4	El Pangui
ÑVI_D1	Fátima
ÑVI_D3	Cóndor Mirador

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

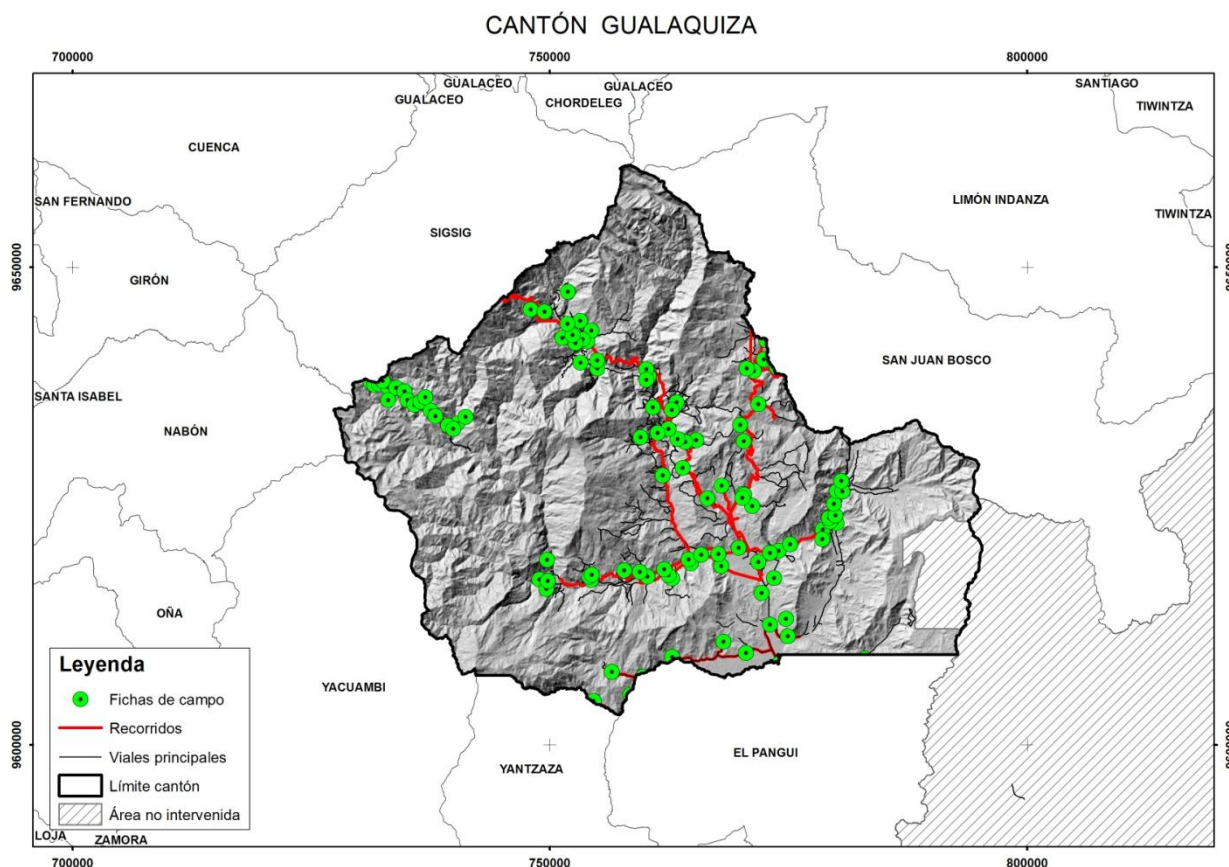
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Gualaquiza se realizó los días del 5 al 8, 21 y 24 de agosto, el 13 de septiembre y el 21 de enero de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 103 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 Gualaquiza.



Fuente: CTN

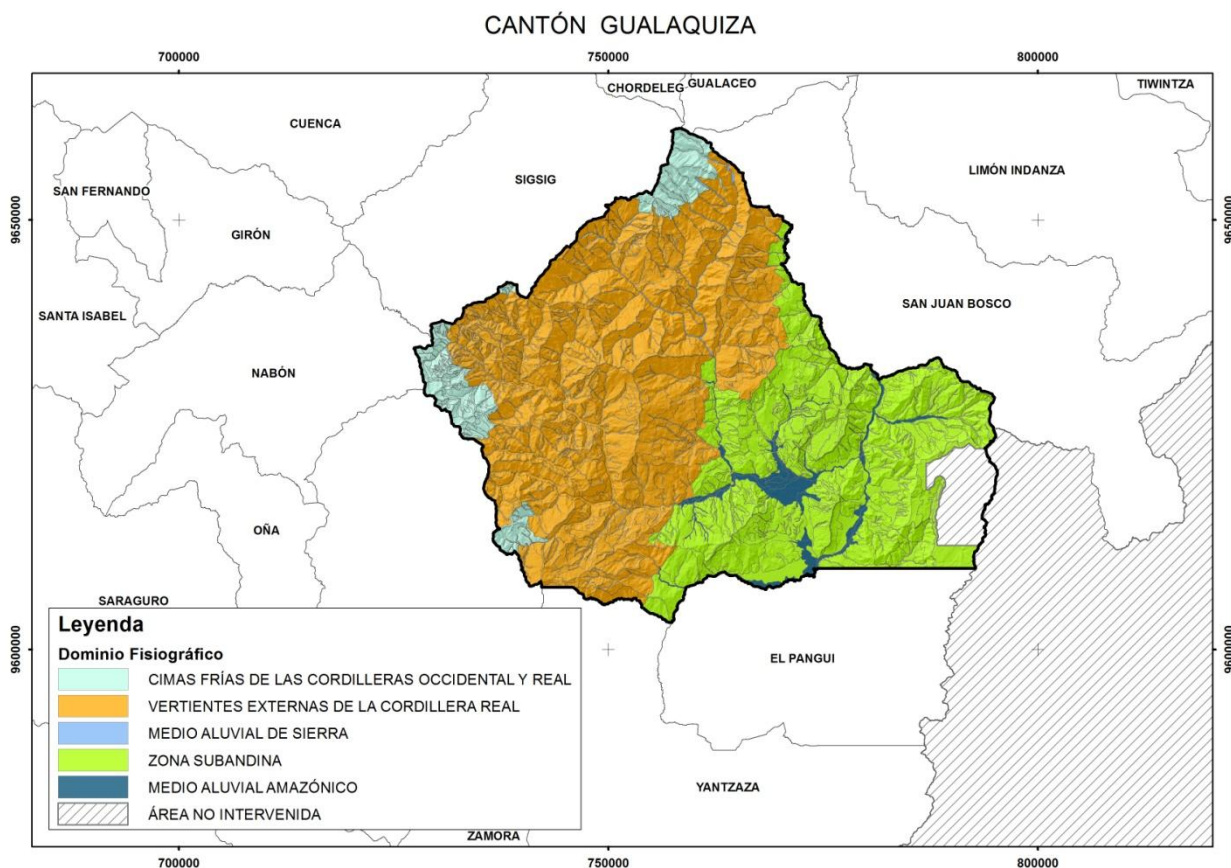
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Gualaquiza tiene 2.196 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 2.127 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Biológica El Quimi) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Amazonía y dentro de estas regiones se diferencian cinco 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 Gualaquiza.



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	130 km <sup>2</sup>	6,1%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	1174 km <sup>2</sup>	55,2%
	Medio aluvial de Sierra	8 km <sup>2</sup>	0,4%
AMAZONÍA	Zona Subandina	752 km <sup>2</sup>	35,3%
	Medio aluvial amazónico	63 km <sup>2</sup>	3%

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

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es un punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. En este cantón se alcanzan los 4.100 msnm en el punto más alto de la Cordillera Ayllón. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean -los páramos- y los relieves de sus márgenes del cantón Gualaquiza, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.600 msnm.

En el cantón Gualaquiza este dominio representa en total una extensión de 130 km<sup>2</sup>, en la que se manifiesta un paisaje glaciar y paisaje de páramo con modelado periglacial. Se ubica principalmente en los extremos norte y occidental del cantón y en una menor superficie en el borde suroccidental. Este dominio se encuentra entre los 2.600 y los 4.100 metros de altitud.

### 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. Da lugar, en conjunto, a menores desniveles que el dominio equivalente de la Cordillera Occidental y se desarrolla fundamentalmente sobre formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica. Por su posición escalonada, entre 1.200 y 3.500 msnm al norte, y entre aproximadamente 1.000 y

3.000 msnm al sur, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

En el cantón Gualaquiza los modelados, sobre las rocas metamórficas, está representado por los relieves escarpados y se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por:

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

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

Este dominio fisiográfico es el más extenso, ocupa la mayor parte de la mitad occidental del cantón Gualaquiza, con una extensión mayor del 55% del área estudiada y presenta alturas que oscilan entre los 800 y 3.500 msnm.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales) se incluyen dentro del contexto morfológico en que se emplacen, salvo que manifiesten continuidad con el resto del sistema fluvial y atraviesen más de un contexto morfológico.

En el cantón Gualaquiza este dominio se encuentra en el sector norte y está representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Blanco, Aguacate, León Urcu y Romance, con dirección preferencial N-S y sus afluentes, con direcciones perpendiculares a éstos, como Bermejós, Zhiro, Sangurima y las quebradas Tres Chorros, El Chorro y Zuru Rancho, que provienen del norte del cantón. Estos ríos se encajan en barrancos y forman depósitos coluvio-aluviales antiguos.

#### 3.2.4. 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.

Debido a la ubicación del cantón Gualaquiza, este dominio se encuentra formado por la Cordillera del Santiago, una estructura más abombada y fuertemente accidentada que la Cordillera del Napo en el norte, que da lugar a las cordilleras del Cutucú y del Cóndor. Están muy marcadas en los paisajes y claramente separadas de los relieves andinos, inmediatamente al oeste, por el corredor continuo Limón-Gualaquiza. Estas dos cordilleras, en este cantón se encuentran interconectadas, por ser el punto de transición entre ellas.

En este cantón, la estructura del Santiago está constituida por sedimentos mesozoicos, de naturaleza marina y continental. 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. Los paisajes subandinos del norte (Cordillera del Napo) se encuentran cubiertos por cenizas volcánicas, sin embargo en la zona sur, y por tanto en este cantón, no se observa una cobertura por cenizas volcánicas.

Este dominio representa el segundo dominio fisiográfico más extenso del cantón Gualaquiza, con una extensión de 752 km<sup>2</sup>. Se dispone en casi toda la mitad oriental, con alturas que oscilan entre los 700 y los 2.600 msnm.

#### 3.2.5. 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.

En este cantón, el dominio está sujeto a la acción y modelado del río Zamora con dirección preferencial S-N y los ríos Bomboiza, Cuyez, Remance, Chuchumbleza, Cuchipamba, Gualaquiza y Yucatez, entre otros afluentes del río Zamora. Los cauces de estos ríos han erosionado los materiales presentes en el cantón, generando la aparición de terrazas bajas, medias y altas, valles fluviales con llanura de inundación, valles en V e indiferenciados y barrancos. Se han formado también depósitos de coluvio-aluvial, conos de deyección y cauces y meandros ocasionalmente funcionales.

### 3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra	
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 glaciares

Se presenta en las tierras más frías de las cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglacialismo actual.

En el cantón Gualaquiza este contexto se localiza en el extremo occidental, sobre la Cordillera Tutumashi. Se encuentra a alturas entre 2.700 y 3.700 msnm. Se encuentran, principalmente, geoformas glaciares como circos, cubetas, valles colgados, horn, vertientes y fondos de valle glaciar, depósitos de morrenas y rocas aborregadas. Los paisajes glaciares se desarrollan principalmente sobre los granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora y sobre rocas metamórficas indiferenciadas.

### 3.3.2. 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, redondeados y aplanados, 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, cubetas y rocas aborregadas) y algún rasgo de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: superficie volcánica ondulada. 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, como ocurre en el norte del cantón. En este cantón, la morfología está compuesta predominante por rocas metamórficas indiferenciadas y en menor extensión se encuentran la Serie Zamora y la Formación Tarqui. En este punto se localiza la cota más alta del cantón sobre un pico de la Cordillera de Ayllón, a 4.100 msnm, mientras que su límite inferior presenta variaciones notables: se puede encontrar a 3.200, a 3.000, o incluso ligeramente por debajo de los 2.600 msnm.

En este cantón, el contexto ocupa un 4% de la superficie total estudiada, ubicándose principalmente en el extremo norte, sobre la Cordillera Ayllón y el filo del Boliche y en menores extensiones en el extremo occidental, a lo largo de las cordillera Quillosa y Moriré y también en el sector suroccidental.

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

Se presenta este contexto en el extremo más meridional del Ecuador: al sureste de Amaluza, encajado entre relieves labrados sobre rocas metamórficas y los retazos más al sur de los *Paisajes glaciares*; y en forma de corredor a ambos lados del río Mayo, que discurre con dirección norte-sur al este de Zumba. También aparece en otros reducidos emplazamientos que salpican la vertiente andina oriental, al sur de la Cordillera de los Andes, como es el caso del emplazamiento en este cantón,

situándose al suroeste del mismo, en la vertiente norte de la Cordillera Campana Urcu, en la cuenca alta del río Bamboriza.

Presenta características de intensa alteración, disección homogénea, regular y densa y ausencia de direccionalidad en su modelado. En el cantón Gualaquiza se desarrolla íntegramente sobre los granitoides y rocas metamórficas del Batolito de Zamora, entre alturas de 1.900 y 3.000 msnm. Se encuentra en una extensión de 27 km<sup>2</sup>, un porcentaje muy pequeño de la zona de estudio (<2%).

#### 3.3.4. 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 Nabón y Gualaquiza de Méndez hasta la punta más meridional del Ecuador, al sur de Zumba. Este cantón se encuentra en la mitad del contexto.

Los relieves con ausencia de cenizas volcánicas, se definen por una disección intensa, irregular y asimétrica del sustrato metamórfico sobre el que mayoritariamente se desarrolla, constituido por Rocas metamórficas indiferenciadas y los esquistos del Grupo Margajitas; además también se encuentran areniscas de las formaciones Chapiza y Napo en la zona más oriental del contexto. Se sitúa entre, aproximadamente, 3.300 y 900 msnm, representando la transición entre el modelado glaciar y periglaciar andino y los relieves subandinos.

Este contexto se ubica desde la parte central extendiéndose hacia el extremo occidental del cantón Gualaquiza, siendo el contexto de mayor superficie de este cantón, con 1174 km<sup>2</sup>. Se corresponde con varios filos y cordilleras, como la Cordillera Tutumashi o la Cordillera Siete Iglesias o el Filo del Boliche o el Filo Runaurcu, en los cuales las geoformas más representativas son vertientes, mayoritariamente heterogéneas y coluviones asociados e interfluvios de cimas estrechas y redondeadas.

#### 3.3.5. Medio aluvial de Sierra

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

#### 3.3.6. 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, cuestas y otras formas monoclinales.

En el cantón Gualaquiza, este contexto se ubica en el extremo nororiental, en una extensión formada sobre la Unidad Misahuallí y el Grupo Limón principalmente, y en el sector sur, sobre las cordilleras La Conga, Yucaypi y Yumi a Naint A Conga,

formado por el Batolito de Zamora, las formaciones Chapiza, Hollín y Napo y la Unidad Misahuallí. Ocupa en total unos 294 km<sup>2</sup> y se encuentra a alturas que oscilan entre los 700 a 2.600 msnm.

### 3.3.7. 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 hidrográfica es densa, 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.

Las formas más características de este contexto en el cantón Gualaquiza son las de carácter estructural, mesetas y cuevas, proporcionadas por las areniscas de la Formación Hollín, estas últimas intruidas por granitoides del Batolito de Zamora, que constituye los relieves graníticos subyacentes y en ocasiones se encuentra la Unidad Misahuallí. También se observan en este contexto grandes depósitos de laderas y fluviales, como glaciares de esparcimiento y superficies de cono de deyección.

Este contexto se ubica en la zona oriental del cantón Gualaquiza, entre el río del mismo nombre y la quebrada Samikimi en el oeste y el contexto *Cordillera del Cutucú* al este. También se ubica en el extremo suroriental del cantón, al este del río Zamora. Ocupa cerca de 214 km<sup>2</sup>, con alturas que oscilan entre los 700 a 2.000 msnm.

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

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

En el cantón Gualaquiza, este contexto se ubica en la franja centro-este, con alturas que oscilan entre los 700 a 1.700 msnm, en una extensión que se aproxima a los 245 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por valles, que generalmente son estrechos, insertados en paisajes vigorosamente disectados en el cantón de norte a sur entre los *Relieves escarpados* y la *Cordillera del Cóndor*. El sustrato está constituido mayoritariamente por las formaciones Hollín y Napo, que integran dos tramos de rocas sedimentarias cretácicas de diferentes litologías: areniscas cuarzosas, por una parte; areniscas y lutitas con calizas subordinadas, por otra. La zona central del contexto es atravesada por los ríos Gualaquiza, Cuchipamba y Cuyes.

La zona suroeste del contexto está formada por las vertientes bajas de los valles del sur, formadas por valles generalmente estrechos que se insertan en paisajes vigorosamente disectados o accidentados. Está formada por las areniscas y lutitas de la Formación Napo y las arcillas margosas de la Formación Tena. Se encuentra en bordeada por el río Chuchumbleza y la quebrada Samikimi.

### 3.3.9. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.5.

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

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente rectilínea con abruptos	3
		Vertiente abrupta	2
		Vertiente rocosa	2
		Coluvión antiguo	<1
		GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar
	Cubeta glaciar	<1	
	Fondo de valle glaciar	7	
	Vertiente de valle glaciar	13	
	Valle glaciar colgado	<1	
	Horn	<1	
	Rocas aborregadas	<1	
	Morrena lateral	1	
	Morrenas	<1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	5
		Afloramientos rocosos	<1
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente abrupta	3
		Vertiente abrupta con fuerte disección	2
		Vertiente heterogénea	4
		Vertiente rocosa	13
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	12
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Cubeta glaciar	<1
		Fondo de valle glaciar	2
		Vertiente de valle glaciar	29
		Rocas aborregadas	<1
	VOLCÁNICO	Superficie volcánica ondulada	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	3
		Relieve montañoso	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	5
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	10
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Vertiente heterogénea	11
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado alto	<1
	POLIGÉNICAS	Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle indiferenciado	1
		Valle en V	7
		Barranco	34
		Garganta	<1
		Encañonamiento	21
		Terraza media	<1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	74
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	211
		Vertiente rectilínea con abruptos	41
		Vertiente abrupta	55
		Vertiente abrupta con fuerte disección	138
		Vertiente heterogénea	282
		Vertiente rocosa	<1
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	102
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	3
		Coluvión antiguo	48
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	8
ESTRUCTURAL	Restos de superficie estructural	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado bajo	<1
		Relieve colinado medio	3
		Relieve colinado alto	2
		Relieve colinado muy alto	3
		Relieve montañoso	33
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	7
		Coluvio-aluvial antiguo	10
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	17
		Superficie inclinada disectada	5
		Abrupto de superficie inclinada	8
		Interfluvio de cimas redondeadas	18
		Interfluvio de cimas estrechas	14
		Afloramientos rocosos	2
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Barranco	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	6
Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	8
		Superficie de cono de esparcimiento	1
		Superficie de cono de deyección	14
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	12
		Vertiente rectilínea con abruptos	16
		Vertiente abrupta	4
		Vertiente heterogénea	33
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	4
		Coluvión antiguo	10
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
		Glacis de esparcimiento	6
		Glacis de esparcimiento disectado	9
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	2

**Cuadro 3.3.** Contextos morfológicos y geformas 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	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado alto	<1
		Relieve volcánico colinado muy alto	9
		Relieve volcánico montañoso	31
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	4
		Superficie de mesa o meseta disectada	8
		Cornisa de mesa o meseta	2
		Vertiente de mesa o meseta	15
		Superficie de cuesta	2
		Superficie de cuesta disectada	1
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	6
		Superficie de chevron	<1
		Frente de chevron	<1
		Vertiente de chevron	<1
		Relieves escalonados en capas inclinadas	3
		Restos de superficie estructural	<1
		TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio
	Relieve colinado alto		20
	Relieve colinado muy alto		9
	Relieve montañoso		40
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	5
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie inclinada	1
Superficie inclinada disectada		<1	
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Interfluvio de cimas estrechas		1	
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Barranco	3
		Superficie de cono de esparcimiento	2
		Superficie de cono de deyección	11
	LADERAS	Vertiente rectilínea	6
		Vertiente rectilínea con abruptos	5
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente abrupta con fuerte disección	3
		Vertiente heterogénea	5

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	LADERAS	Vertiente heterogénea con fuerte disección	2
		Escarpe de deslizamiento	1
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	5
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	6
		Glacis de esparcimiento	12
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	2
		Relieve volcánico colinado muy alto	8
		Relieve volcánico montañoso	7
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta disectada	13
		Cornisa de mesa o meseta	<1
		Vertiente de mesa o meseta	16
		Superficie de cuesta	1
		Superficie de cuesta disectada	25
		Frente de cuesta	4
		Vertiente de cuesta	20
		Superficie de chevron	11
		Frente de chevron	<1
		Vertiente de chevron	7
		Restos de superficie estructural	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
		Relieve colinado alto	3
		Relieve colinado muy alto	10
		Relieve montañoso	9
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	3
		Coluvio-aluvial antiguo	2
Superficie inclinada		6	
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Barranco	3
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	17
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	8
		Vertiente rectilínea con abruptos	6
		Vertiente heterogénea	38

**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 heterogénea con fuerte disección	15
		Escarpe de deslizamiento	1
		Coluvión reciente	4
		Coluvión antiguo	17
		Macrocoluvión	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	8
		Glacis de esparcimiento	16
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta disectada	4
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	2
		Restos de superficie estructural	5
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	11
		Relieve colinado alto	43
		Relieve colinado muy alto	16
		Relieve montañoso	13
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	5
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	2
		Superficie inclinada disectada	2
		Abrupto de superficie inclinada	<1
Cerro testigo		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	28
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	14
		Valle indiferenciado	2
		Valle en V	2
		Barranco	<1
		Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	<1
		Terraza media	9
		Terraza alta	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Superficie de cono de deyección	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	4
		Cerro testigo	<1

Fuente: CTN

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

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

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos de ladera	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)	43
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	23
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	97
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	46
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	45
Depósitos aluviales (abanico aluvial)	Q <sub>da1</sub>	Cuaternario	Limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales	3
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	27
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	10

**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>
Depósitos glaciares	Q <sub>dg</sub>	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	11
Formación Tarqui	MiO <sub>Tq</sub>	Mioceno	Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava	12
Grupo Limón	K <sub>Li</sub>	Cretácico	Arcillas y calizas; areniscas silicificadas, calizas y arcillas	83
Grupo Margajitas	K <sub>Mj</sub>	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	57
Formación Tena	K <sub>Te</sub>	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	11
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	139
Formación Hollín	K <sub>Ho</sub>	Cretácico	Areniscas cuarzosas de grano medio a grueso, con escasas intercalaciones de lutitas arenosas	229
Unidad Misahuallí	K <sub>Mh</sub>	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	143

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Formación 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	124
Batolito de Zamora	J <sub>BZ</sub>	Jurásico	Granitoides	57
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	902
Serie Zamora	PZ <sub>Z</sub>	Paleozoico	Granitoides y rocas metamórficas (filitas, cuarcitas, esquistos y gneises)	60
Otros	IN G-Gd <sub>2</sub>	Sin asignación de edad	Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas	5

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, Mio=Mioceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales, da=depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Te=Tena, Ch=Chapiza, Ho=Hollín, Mh=Misahuallí, 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)

En el cantón, se encuentran estos valles fluviales y llanuras de inundación en los sectores sur y sureste, en los cauces de los ríos Zamora, Bomboiza, Chuchumbeza, Gualaquiza y en el sector oriental en el río Yucatez. En un punto del río Bomboiza, que coincide con su paso por el Corredor Limón-Gualaquiza, el cauce se encuentra con una zona más plana donde se forma una gran llanura de inundación, que se inunda, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas.

Esta geoforma se forma por depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, compuestos por arenas, limos, arcillas y conglomerados, con marcadas variaciones laterales y verticales de facies. Se caracteriza por pendientes planas a suaves (de 0 a 12%), forma de valle plana, como el valle que se puede observar en la fotografía y un drenaje mayoritariamente de tipo dendrítico o meándrico.

Esta geoforma aparece en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.



**Foto 1.** Valle fluvial, llanura de inundación del río Bomboiza. Sector Bomboiza. 06/08/2014.

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

Esta geoforma representa la franja que rodea e incluye al canal o canales fluviales, en este caso de forma prácticamente continua a lo largo de los lechos de los ríos Cuyes, Cuchipamba, Bomboiza, Gualaquiza, Capiambriza, Chuchumbeza y Zamora. Se encuentran en el sector centro-sureste, dentro del contexto *Medio aluvial amazónico*.

Son terrazas y cauces formados por depósitos aluviales. Las pendientes son generalmente muy suaves (de 2 a 5%) y la forma del valle es plana. Los canales son generalmente de tipo meandriforme y en algunos tramos el río Bomboiza presenta canales de marcado carácter anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.



**Foto 2.** Terraza baja y cauce actual del río Capiambriza. Sector Bomboiza. 08/08/2014.

### 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Estos valles no comparten las características típicas del resto de valles como una dinámica fluvial permanente. Se localizan en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Medio aluvial amazónico*. Se encuentran en sector sur en dos quebradas innominadas y en la zona centro-oriental al este de Tumbes, sobre el cauce de la quebrada Azul y en otra quebrada al sur de ésta.

Se caracterizan por presentar pendientes suaves (de 5 a 12%) y valles con forma plana. Están formados por depósitos aluviales, compuestos por arenas, limos, arcillas y conglomerados.

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

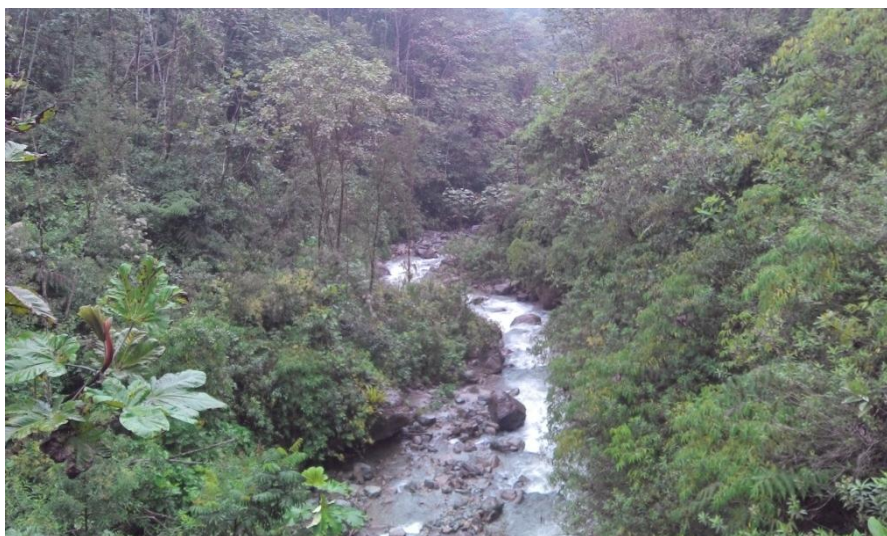
Esta geoforma se sitúa preferentemente en la zona occidental del cantón y puntualmente en los extremos sur y noreste, formando parte de los cauces en cuencas altas de los ríos Altar, Chorrera de San Vicente, Negro y Chatus, entre otros. En el norte la podemos encontrar en el cauce del río Shiru y al este del cantón, formando parte del cauce del río Zamora. Estos valles tienen un perfil transversal en forma de V y presentan pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).

En el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* estos encajamientos fluviales se forman sobre Rocas metamórficas y la Formación Chapiza; ocurre en muchos casos que estos valles están precedidos por encañonamientos o desembocan en ellos. Los valles en V en las *Vertientes homogéneas* se encajan en el Batolito de Zamora y en el *Medio aluvial amazónico* en la Unidad Misahuallí. En este último contexto, el cauce proviene del Corredor Limón-Gualaquiza como un valle fluvial y al pasar a las cordilleras se estrecha el perfil transversal del valle y pasa a ser de nuevo un valle en V.

#### 3.5.1.5. Barranco (E2)

Los barrancos se encuentran repartidos por todo el cantón, principalmente en los cursos altos de los ríos del cantón (río Tushcapa, Cuyes, Zamora, etc...). Tiene similares características que la geoforma anterior, aunque menores dimensiones. Se localizan en todos los contextos morfológicos del cantón y se forman sobre cualquiera de las litologías descritas, teniendo más presencia en Rocas metamórficas o la Unidad Misahuallí.

Las pendientes, generalmente, son de media a fuerte hasta muy fuertes (de 25 a 100%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos. En el contexto *Relieves escarpados* pueden darse además formas de valle plana y en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginas*, formas de valle en U.



**Foto 3.** Barranco en el río Zapas. Sector La Florida. 08/08/2014.

#### 3.5.1.6. Garganta (E3)

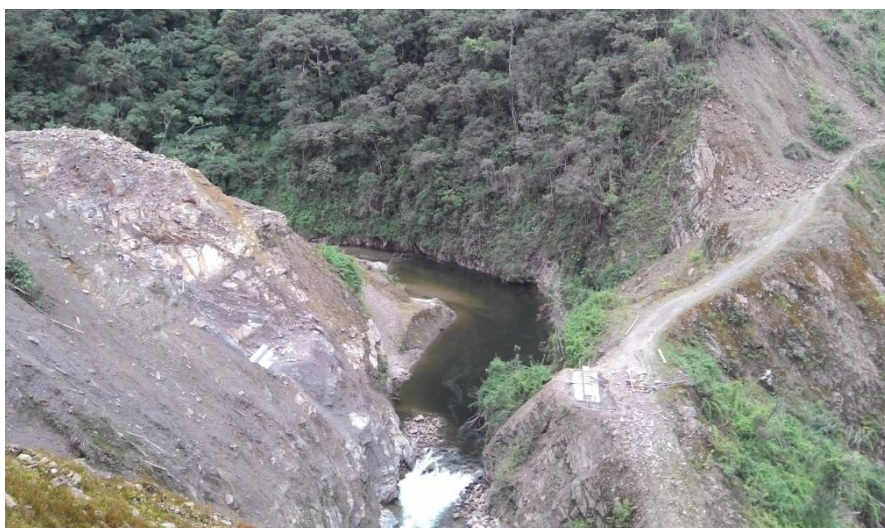
Se localiza una única garganta en el suroeste del cantón, que incide en el cauce del río Bomboiza. Está dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Esta garganta tiene una pendiente escarpada (de 100 a 150%), un desnivele relativo de 15 a 25 metros, longitud de vertiente de entre 15 y 50 metros con forma irregular y forma de valle en V. Está formada sobre la Formación Chapiza, compuesta por capas de areniscas con lutitas abigarradas y lavas y piroclastos hacia techo, que facilitan la formación de esta geoforma.

#### 3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Los encañonamientos se encuentran en la zona occidental del cantón, en el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*. Estas geoformas se diferencian de las gargantas por una mayor profundidad de encajamiento, que en este caso se produce sobre Rocas metamórficas y la Formación Chapiza, con una forma de valle en V.

La principal característica de los encañonamientos son las pendientes escarpadas, en este cantón se observa la transición a valle en V cuando estas pendientes disminuyen. Las vertientes tienen desniveles relativos mayores a 300 metros y longitudes que oscilan entre 50 y más de 500 metros, con formas irregulares o rectilíneas.



**Foto 4.** Encañonamiento en el río Moriré. Sector Calvario. 21/08/2014.

#### 3.5.1.8. Cauces y meandros ocasionalmente funcionales (C2)

Esta geoforma se localiza en el sector sureste del cantón, en la margen izquierda del río Zamora y se encuentra en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*. Se trata de un cauce con una pendiente muy suave y forma de valle plana, que en caso de avenidas o intensas precipitaciones se conecta hidrológicamente con el cauce principal. Está formado por depósitos aluviales.

#### 3.5.1.9. Terraza media (Tm)

Estas terrazas medias son superficies con una pendiente de muy suave a suave (de 2 a 12%) que conforman el primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales. Están formadas por depósitos aluviales de terraza, constituidos por conglomerados, limo arenoso, arcilla limosa; en el sector Nueva Tarqui el análisis granulométrico muestra una composición de 30% bloques redondeados, 25% gravas, 20% arenas, 15% limos y 5% arcillas. Estos depósitos en algunos casos se depositan intercalados con los depósitos de glaciógeno de esparcimiento o conos de esparcimiento, por lo que sus límites no están completamente definidos.

Se encuentran en las márgenes de los ríos Cuyes, Cuchipamba, Bomboiza, Gualaquiza y Zamora, pertenecientes al contexto *Medio aluvial amazónico*. También se encuentra una terraza media en el inicio del río Espíritu Playa, al oeste del cantón, dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se sitúan a una altura de entre 10 a 25 metros sobre los cauces de los ríos anteriormente mencionados. Esta unidad geomorfológica incluye la propia superficie de terraza y, en alguno de los casos, también su escarpe o abrupto cuando éste no es mapeable.

#### 3.5.1.10. Terraza alta (Ta)

Este nivel de terrazas aparece elevado, entre unos 50 a 100 metros, sobre el cauce del río Zamora, en el sector noreste del cantón. Se trata de una superficie de pendiente suave (de 5 a 12%) con una morfología irregular debido a las incisiones que se han desarrollado en ella.

Al igual que las terrazas medias, se incluye en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y está formada por la misma litología.

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

Esta geoforma se corresponde con la vertiente que delimita la terraza media (Tm) subyacente del sector central, en la margen izquierda del río Cuyes y las terrazas del sureste del cantón, en la margen izquierda de los ríos Bomboiza y Zamora en su confluencia. Se trata de pequeños abruptos mapeables, de entre 15 y 50 metros, formados dentro del contexto *Medio aluvial amazónico*.

Se caracterizan por presentar pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), vertientes con longitudes de cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 m) y formas rectilíneas o convexas. Están formados por los mismos depósitos aluviales de las terrazas descritas anteriormente.

#### 3.5.1.12. Terrazas indiferenciadas (Ti)

En estas terrazas, no se puede diferenciar su posición relativa respecto al modelo general de terrazas, por lo que se les considera indiferenciadas, quedando una altura intermedia entre terraza media y alta. Se encuentran en el oeste del cantón, en la margen derecha del río Chaulli.

Están compuestas por depósitos aluviales (conglomerados, limo arenoso, arcilla limosa) y tienen una pendiente media, aunque presentan cierta degradación, que da lugar a una mayor pendiente de lo habitual.

#### 3.5.1.13. Superficie de cono de esparcimiento (Co1)

Estas superficies se corresponden con la acumulación de depósitos procedentes de los relieves de la *Cordillera del Cutucú* y de la *Cordillera del Cóndor*. Se encuentran en el sector sureste del cantón, en las márgenes del río Zamora y en la vertiente del río Ayantar, en los mismos contextos morfológicos de donde proceden.

Están formados por depósitos aluviales de abanico aluvial, compuestos por materiales detríticos con una marcada gradación de finos predominantes en la zona distal y gruesos en la zona apical, en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

Las superficies de cono de esparcimiento presentan pendientes de medias (de 12 a 25%), vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas de ladera generalmente rectilíneas, aunque pueden presentar segmentos convexas. En la Cordillera del Cóndor el desnivel relativo va de 100 a 200 metros, mientras que en la Cordillera del Cutucú, supera los 300 metros.

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

Esta geoforma se localiza en el sector oriental del cantón, principalmente en las zonas bajas de los contextos *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor*, en las márgenes de los ríos Zamora y Bomboiza; se observan grandes superficies debido a la unión de varios conos de deyección coalescentes. Con menor representación se encuentran estas superficies en la zona central, en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, *Corredores*, *depresiones* y *Medio aluvial amazónico*, también localizadas en las márgenes de ríos como Cuyes, Gualaquiza, Cuchipamba y Espíritu Playa, este último en el sector occidental.

Se trata de superficies y vertientes de pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves circundantes. Están formadas por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

Se caracteriza por pendientes generalmente de suaves a medias (de 5 a 25%), un desnivel relativo muy variable, de 25 a 100 metros en el contexto *Medio aluvial amazónico* y desde 5 a más de 300 metros en el resto de contextos. Las vertientes son de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a 500 m) con formas principalmente rectilíneas, cóncavas, convexas o mixtas.



**Foto 5.** Superficie de cono de deyección. Sector El Belén. 08/08/2014.

### 3.5.2. Laderas

#### 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, dentro de todos los contextos morfológicos existentes en el cantón, excepto en el *Medio aluvial de Sierra* y el *Medio aluvial amazónico*.

Son laderas con un perfil longitudinal rectilíneo y generalmente con pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%). Presentan un desnivel relativo generalmente mayor de 50 metros, aunque se dan en mayor proporción desniveles de 200 a más de 300 metros. Las vertientes tienen longitudes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

Estas vertientes se desarrollan sobre la mayoría de las formaciones geológicas descritas para el cantón, sobre todo en Rocas metamórfica y las formaciones Hollín y Chapiza y exceptuando las arcillas de la Formación Tena y el conjunto intrusivo de Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas, debido a que las arcillas y la granodiorita, fuertemente alterada, son litologías que tienden a generar relieves en lugar de vertientes.



**Foto 6.** Vertiente rectilínea. Sector Gulagcocha. 21/08/2014.

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

Estas laderas se localizan en la zona central y occidental del cantón, no así en el extremo suroriental del mismo, en los contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; iv) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Son vertientes similares a la geoforma anterior, con un perfil rectilíneo y una intensa disección. Tienen pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%) y desniveles relativos de más de 100 metros, aunque mayoritariamente son superiores a 200 metros. Las vertientes tienen una longitud generalmente muy larga (más de 500 m) y en los *Relieves escarpados* puede ser desde 250 metros.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* estas laderas se desarrollan sobre materiales de la Unidad Misahuallí; en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* aparecen sobre la Formación Napo; y en las *Vertientes homogéneas* se dan sobre el Batolito de Zamora. En el caso de los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, donde más proporción hay de estas vertientes, pueden desarrollarse sobre diferentes litologías como la Serie Zamora, Rocas metamórficas, las formaciones Chapiza, Hollín y Napo y el Grupo Margajitas.



**Foto 7.** Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector San Antonio. 05/08/2014.

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

Esta geoforma se encuentra principalmente en la zona central y occidental del cantón y en parte del extremo nororiental. Se trata de laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de uno o varios abruptos, que generan un incremento en la pendiente de la ladera.

Aparecen en seis contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* iv) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; v) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas*; y vi) *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Estas laderas presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%) y en los contextos *Corredores* y *Cordillera del Cutucú* puede ser media a fuerte (de 25 a 40%). Los desniveles relativos son superiores a 100 metros y en el caso de los *Corredores* desde los 50 metros, aunque una mayoría de desniveles supera los 300 metros. Las vertientes presentan longitudes de moderadamente largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) y en los contextos de *Corredores*, *Vertientes homogéneas* y *Relieves escarpados* pueden darse desde longitudes de 50 metros.

Las vertientes rectilíneas con abruptos se desarrollan sobre varias formaciones geológicas, como la Serie Zamora, Rocas metamórficas, el Batolito de Zamora, la Unidad Misahuallí, las formaciones Chapiza, Hollín, Napo y el Grupo Limón. En general, se suelen dar los abruptos debido a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de cada formación geológica.

#### 3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Este tipo de vertientes se encuentran distribuidas principalmente en la zona occidental y nororiental del cantón. Se sitúan dentro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* iv) *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)*; y v) *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

Son laderas con pendientes generalmente muy fuertes (de 70 a 100%), que presentan fuertes desniveles, de más de 200 metros habitualmente y longitudes de vertiente de larga a muy larga con forma rectilínea, cóncava o convexa. En el contexto *Relieves escarpados* las vertientes pueden alcanzar pendientes del 150% y se dan desniveles desde 25 metros y longitudes de vertiente desde los 50 metros (moderadamente largas).

En los contextos morfológicos *Cordillera del Cóndor* y *Cordillera del Cutucú* aparecen sobre la Unidad Misahuallí y, en el segundo contexto, también sobre la Formación Napo y el Grupo Limón. En los contextos *Paisajes glaciares*, *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* se encuentran principalmente sobre los granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora y sobre rocas metamórficas indiferenciadas; en ocasiones pueden formarse sobre las formaciones Chapiza y Tarqui.

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

Estas vertientes son similares a las anteriores, con la diferencia que presentan una marcada disección. En general tienen pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%), con desniveles mayores de 200 metros y vertientes de longitud muy larga (superior a 500 m), con forma rectilínea o cóncava. Al igual que en la geoforma anterior, en el contexto *Relieves escarpados* las vertientes pueden darse desde los 50 metros (moderadamente largas).

Se encuentran principalmente en el sector norte del cantón Gualaquiza, mayoritariamente dentro del contexto *Relieves escarpados* y también se encuentran puntualmente en la zona sur, suroeste y sureste del cantón. En la zona noroccidental y suroccidental se dan las geoformas dentro de los *Paisajes de páramo* y en la zona sureste se encuentra una vertiente abrupta con fuerte disección dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cóndor*. En este último contexto se desarrollan sobre los granitoides del Batolito Zamora, con observación y confirmación en campo. En el resto del cantón, las vertientes se forman sobre la Serie Zamora y Rocas metamórficas.



**Foto 8.** Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Hornillos. 21/08/2014.

#### 3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma ocupa gran parte de los relieves de la zona central y occidental del cantón y se encuentra además en zonas del centro-este. Se localiza dentro de todos los contextos morfológicos excepto en los *Paisajes glaciares*, en el *Medio aluvial de Sierra* y en el *Medio aluvial amazónico*. Tiene la mayor representación en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 100%) y desniveles relativos generalmente superiores a 100 metros, con mayor presencia de desniveles superiores a 300 metros. Las vertientes una longitud de larga a muy larga (de 250 a más de 500 m), aunque en el contexto *Corredores* pueden ser moderadamente largas. Se encuentran sobre todas las litologías descritas para el cantón, excepto la Formación Tena y la Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas.



**Foto 9.** Vertiente heterogénea. Sector Hornillos. 21/08/2014.

### 3.5.2.7. Vertiente rocosa (Lh3)

Este tipo de vertiente es la de menor representación en el cantón. Se encuentra en el extremo norte, noroeste y oeste, en tres contextos morfológicos distintos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; y iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Son laderas con perfil irregular, con vertientes de longitud larga a muy larga, definidas mayoritariamente por pendientes de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).

Aparecen sobre la Serie Zamora y Rocas metamórficas en los *Paisajes glaciares*, con desniveles relativos de 100 a 200 metros; únicamente sobre Rocas metamórficas en *Paisajes de páramo*, con un desnivel de 50 a 100 metros y en general superior a 300 metros y, en menor proporción, aparecen sobre la Formación Tarqui en los *Relieves escarpados*, donde presenta un desnivel de 200 a 300 metros.

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

Esta geoforma se encuentra distribuida principalmente en los sectores centro-norte, noreste y suroeste y a lo largo del borde sur del cantón, dentro de cinco contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes de páramo*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; y v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. No obstante, es en el segundo de ellos donde tiene la mayor representación.

Estas vertientes se definen por pendientes medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), desniveles relativos superiores a los 200 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares. En el contexto *Corredores* se pueden dar también pendientes de 12 a 25%, desniveles desde los 50 metros y vertientes de longitud moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m).

Se desarrollan sobre diversas litologías, según su localización geográfica; se pueden formar sobre Rocas metamórficas, el Batolito de Zamora, la Unidad Misahuallí, las formaciones Chapiza, Hollín, Napo y el Grupo Margajitas.

### 3.5.2.9. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Los escarpes de deslizamiento son las superficies de rotura que dejan los deslizamientos de laderas (Ld1) en la cabecera del movimiento de la masa de suelo o roca. En este cantón quedan representados en Rocas metamórficas y en las formaciones Chapiza, Hollín y Napo. Se localizan mayoritariamente en la zona central y noroccidental del cantón, en cuatro contextos morfológicos distintos.

En el contexto *Cordillera del Cóndor* los escarpes presentan pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), con desniveles relativos entre 25 y 100 metros, mientras que en los *Corredores*, con la misma pendiente, el desnivel puede llegar a los 200 metros.

En la *Cordillera del Cutucú* las pendientes son muy fuertes (de 70 a 100%) y el desnivel se encuentra entre 100 y 200 metros. En el contexto *Relieves escarpados*

las pendientes van de fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%) y pueden darse desniveles de 25 a 50 metros o de 100 a 200 metros.

Los escarpes de este cantón tienen vertientes predominantemente rectilíneas con una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m); particularmente en el contexto *Relieves escarpados* pueden darse además formas mixtas y en los *Corredores* las vertientes pueden llegar hasta los 500 metros de longitud y tener forma cóncava.

#### 3.5.2.10. Coluvión reciente (Col1)

Estos depósitos se acumulan en las partes medias y bajas de laderas, formados por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno, típica de los depósitos coluviales de ladera.

Se encuentran se encuentran en la zona centro, sur y sureste del cantón, en cuatro contextos morfológicos distintos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; ii) *Cordillera del Cóndor*; iii) *Cordillera del Cutucú*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. En general presentan vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) con formas diversas, pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%) y desniveles desde los 15 a más de 300 metros.

En el contexto *Cordillera del Cóndor* pueden darse pendientes suaves y en la *Cordillera del Cutucú* pendientes fuertes (hasta 70%).



**Foto 10.** Coluvión reciente. Sector Santa Rosa. 08/08/2014.

#### 3.5.2.11. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, similar a la anterior geoforma, se encuentra repartida prácticamente por todo del cantón y en casi todos los contextos morfológicos descritos, excepto en las *Vertientes homogéneas*, en el *Medio aluvial de Sierra* y en el *Medio aluvial amazónico*. Presenta aproximadamente la mitad de la superficie de la geoforma dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Los coluviones antiguos en este cantón presentan unas morfologías muy distintas. Estos presentan perfiles de ladera variables (Cóncava, mixta, irregular, etc.), pendientes desde muy suaves a fuertes (de 5 a 70%), con desniveles desde 15 a más 300 metros y longitudes de vertiente que superan los 50 metros y, a menudo, los 500 metros.

Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación.



**Foto 11.** Coluvión antiguo. Sector San Joaquín. 05/08/2014.

#### 3.5.2.12. Macrocoluvión (Col3)

Se encuentra exclusivamente un macrocoluvión en el centro del cantón, al oeste del núcleo urbano de Gualaquiza. Es una geoforma similar a la anterior, formada igualmente por depósitos coluviales de ladera, denominada así por presentar mayores dimensiones, en este caso 400 hectáreas. Se encuentra en el contexto *Corredores, depresiones, Cordillera del Cutucú y vertientes bajas marginales*.

Se trata de un macrocoluvión que se acumula al final de una vertiente, depositándose a lo largo de unos 3 km y con una anchura de 1,5 km; el desplazamiento de los materiales se frena por la presencia de los restos de una superficie estructural, a la cual rodean por el norte y el sur. Se caracteriza por una pendiente media, un desnivel relativo de 200 a 300 metros, una vertiente de longitud muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente irregular.

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

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6), que no siempre son representables en el mapa. En este cantón se encuentran depósitos desde el este hacia el oeste de la franja central del cantón.

Se sitúan en varios contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; y v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. Están compuestos por materiales detríticos de las litologías de las que proceden, (principalmente Rocas metamórficas y las formaciones Chapiza, Hollín y Napo y Grupo Limón).

Las pendientes de estos depósitos pueden ser de medias a fuertes (de 12 a 70%) e incluso muy fuertes, hasta 100%, en el contexto *Relieves escarpados*. Presentan desniveles con rangos muy diversos, en gran parte derivados de la magnitud del movimiento, pueden ser desde 50 a más de 300 metros y las vertientes generalmente tienen una longitud larga a muy larga (de 250 a más de 500 m) con formas de vertiente cóncava, convexa, rectilínea o irregular. En los contextos *Corredores* y *Relieves escarpados* las vertientes pueden ser de menor longitud, desde los 50 metros y con formas mixtas.

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

Los glacis de esparcimiento están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera. En este cantón se encuentran varios glacis en el sector sureste del cantón, dentro de tres contextos diferentes.

En general presentan pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%). En el contexto *Cordillera del Cóndor* se dan desniveles relativos muy variables, de 15 a 100 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) o muy largas (más de 500 m), con formas cóncavas, mixtas o rectilíneas. En el contexto *Cordillera del Cutucú* los desniveles van de 50 a 100 metros y las vertientes tienen forma rectilínea y una longitud mayor de 500 metros. Por último, en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* el desnivel relativo está comprendido entre 25 y 50 metros, las vertientes tiene una longitud moderadamente larga o muy larga y formas de vertiente mixta.

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

Esta geoforma se localiza en el sector oriental del cantón, en la cuenca alta del río Yucatez, dentro del contexto *Cordillera del Cutucú*. Está formado por los mismos materiales que la geoforma anterior. En este caso, el glacis de esparcimiento presenta un grado de incisión producido por la escorrentía superficial. Presenta pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), un desnivel que oscila entre 15 y 50 metros y vertientes rectilíneas de longitud moderadamente larga.

### 3.5.3. Glaciar y periglaciar

#### 3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma se sitúa en el extremo occidental del cantón, dentro del contexto *Paisajes glaciares* principalmente y, en menor extensión, en el contexto *Paisajes de páramo*. En ambos contextos se desarrollan sobre la Serie Zamora y presenta una forma de vertiente cóncava; en el contexto *Paisajes glaciares* se desarrollan circos también sobre Rocas metamórficas.

Las características que presentan son pendientes de medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), desniveles que oscilan entre 50 y más de 300 metros y vertientes de moderada a muy larga longitud (de 50 a más de 500 m). Algunos de los circos conservan en su interior las cubetas glaciares.

#### 3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma, de perfil cóncavo, se encuentra en las partes más bajas de los circos glaciares, por lo que se localizan en las mismas zonas del cantón y en los mismos contextos morfológicos que estos. Están formadas por depósitos glaciares, compuestos por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino, denominados till.

Estas cubetas se caracterizan por pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles muy variables, desde 15 a 200 metros. En el contexto *Paisajes glaciares* las vertientes tienen una longitud de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m), mientras que en los *Paisajes de páramo* las vertientes son cortas (de 15 a 50 m).

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

El fondo de los valles glaciares, en general, tiene forma de U y está relleno por depósitos glaciares. En este cantón se encuentran en dos contextos morfológicos, con características distintas.

En el extremo occidental del cantón, sobre la Cordillera Tutumashi se encuentra esta geoforma en el contexto *Paisajes glaciares* donde presenta una pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%). En el extremo norte, estos fondos de valle glaciar se sitúan sobre la Cordillera Ayllón y el Filo del Boliche con pendientes de suaves a medias (de 5 a 25%); en este caso están dentro del contexto *Paisajes de páramo*.

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

Esta geoforma se localiza en los extremos occidental y norte del cantón Gualaquiza, en las Cordilleras Tutumashi y Ayllón respectivamente, al igual que la geoforma anterior, ya que se trata de las vertientes que limitan los valles de fondo glaciar (Gf3).

En el contexto morfológico *Paisajes glaciares* se desarrollan sobre la Serie Zamora principalmente y sobre Rocas metamórficas. Presenta pendientes de medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), desniveles relativos de más de 50 metros y vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) con formas cóncavas, mixtas, irregulares o rectilíneas. En el extremo norte se encuentran dentro del contexto *Paisajes de páramo*, con pendientes fuertes a muy fuertes, desniveles de más de 300 metros y vertientes muy largas, con forma únicamente irregular.

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

Se encuentran varios valles glaciares colgados en la zona occidental del cantón, sobre la Cordillera Tutumashi, dentro del contexto *Paisajes glaciares*.

Se trata de valles formados por depósitos glaciares, que no se unen al valle principal, quedando su fondo a mayor altura. Se caracterizan por presentar una pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%) y forma de valle en U.

#### 3.5.3.6. Horn (Gf6)

Esta unidad geomorfológica se desarrolla debido al modelado por la acción del hielo de los circos glaciares que la rodean, se localizan en el cerro Tushcapa, el Filo de Cado, el cerro Culebrillas y en un cerro innominado localizado al NO de este último. Se encuentran dentro del contexto *Paisajes glaciares* y se desarrollan sobre materiales resistentes, en este caso granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora.

Son geoformas de cima aguda, con pendientes de fuertes a escarpadas (de 40 a 150%). Presentan desniveles de 50 a 200 metros y vertientes de perfil cóncavo o irregular con longitud desde los 50 a los 250 metros.

#### 3.5.3.7. Rocas aborregadas (Gf7)

Estas rocas modeladas por el hielo se encuentran, principalmente, en el extremo occidental del cantón, en el contexto *Paisajes glaciares*. Están formadas por granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora o por rocas metamórficas indiferenciadas. Se caracterizan por una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%).

En el extremo norte, en el valle del río Negro se encuentra esta geoforma dentro del contexto *Paisajes de páramo*, formadas por rocas metamórficas indiferenciadas y caracterizadas por una pendiente media (de 12 a 25%).

#### 3.5.3.8. Morrena lateral (Gd2)

Esta unidad geomorfológica es un depósito glaciario, formado por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino. Se encuentra en el extremo occidental del cantón, entre la Cordillera Quillosa y la Cordillera Tutumashi, en las márgenes del río Curupamba, en el contexto *Paisajes glaciares*. Estos depósitos son transportados desde zonas más altas de los fondos de valle glaciario o los circos glaciares, que se acumulan en los laterales de los valles glaciares o en algún caso en el lateral del circo glaciario.

En general se caracterizan por la pendiente, de media hasta fuerte (de 12 a 70%). Se han descrito particularmente las morrenas de pendiente fuerte, que presentan desniveles de 100 a 300 metros y vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) que pueden tener forma cóncava, por lo que dan cimas agudas, o forma de vertiente convexa y cimas redondeadas.

#### 3.5.3.9. Morrenas (Gd4)

Estas morrenas son depósitos glaciares que no se clasifican de forma particular. Se encuentran en menor proporción que la geoforma anterior (Gd2) en el extremo occidental del cantón, en el mismo contexto geomorfológico de la geoforma anteriormente señalada, transportados desde circos glaciares y acumulados al inicio y al final de los fondos de valle glaciario correspondientes.

Presentan pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma convexa. Tienen un desnivel relativo de 50 a 100 metros y la forma de cima es redondeada.

### 3.5.4. Volcánico

#### 3.5.4.1. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se sitúa en la zona oriental del cantón, en la margen derecha del río Zamora. Se ubica en dos contextos morfológicos: *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor*. Es un relieve con superficies menores de 2 km<sup>2</sup>, formado por las lavas y piroclastos, con areniscas, lutitas y conglomerados de la Unidad Misahuallí.

Se caracteriza principalmente por un desnivel relativo de 50 a 100 metros. Presenta pendientes fuertes en general, cimas redondeadas, valles en forma de V y vertientes moderadamente largas con forma mixta en la *Cordillera del Cutucú* y forma convexa o rectilínea en la *Cordillera del Cóndor*. En este último contexto se pueden dar además, una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y formas de cima plana.

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

Este relieve es similar al anterior, en cuanto a su reducido tamaño y a la litología que lo constituye. Se encuentra en la zona sur del cantón, al NE del Centro Shuar Kunchaim, dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

En este caso el relieve presenta un desnivel de entre 100 y 200 metros. Se caracteriza por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), cimas redondeadas, valles en V y vertientes mixtas con una longitud que varía entre 250 a 500 metros.

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

Es un relieve con un desnivel característico de 200 a 300 metros, que se encuentra en la zona oriental del cantón, en parte de la vertiente oriental del río Zamora. Se ubica en dos contextos morfológicos: *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor*.

Esta geoforma presenta pendientes fuertes, vertientes generalmente muy largas (más de 500 m) con forma rectilínea, formas de valle en V y formas de cima agudas. En el contexto *Cordillera del Cóndor* las vertientes pueden ser desde los 250 metros y tener forma mixta; las formas de cima también pueden ser redondeadas.

En ambos contextos el relieve se desarrolla sobre las lavas y piroclastos, con areniscas, lutitas y conglomerados de la Unidad Misahuallí.

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

Este relieve es el que más superficie ocupa dentro de los relieves volcánicos, se sitúa en la zona oriental del cantón. En el sector nororiental, en ambas vertientes del río Zamora, se encuentra este relieve dentro del contexto *Cordillera del Cutucú*. En el sector suroriental, con menor superficie, se localiza el relieve en la vertiente oriental del río Zamora, a la altura del Contrafuerte del Quimi, en el contexto *Cordillera del Cóndor*.

En ambos contextos está formado, al igual que las geoformas anteriores, por la Unidad Misahuallí. En general cuenta con desniveles relativos superiores a los 300 metros, vertientes con longitudes muy largas y formas de valle en V. En el contexto *Cordillera del Cutucú* las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), las formas de vertiente son rectilíneas y las cimas agudas. Sin embargo, en el contexto *Cordillera del Cóndor*, las pendientes son medias a fuertes (de 25 a 40%), las vertientes mixtas y las formas de cima redondeadas.

#### 3.5.4.5. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta superficie se encuentra en el borde occidental del cantón Gualaquiza, en la frontera con el cantón SígSig, ya que forma parte de una superficie volcánica ondulada de mayor superficie la cual se encuentra en dicho cantón colindante. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de una superficie de geometría ondulada, de pendiente suave (de 5 a 12%). Está desarrollada sobre los materiales volcánicos compuestos por las tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava de la Formación Tarqui.

#### 3.5.5. Estructural

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

Esta unidad geomorfológica se encuentra ubicada en el extremo oriental de la zona de estudio, en el noreste es colindante con el cantón San Juan Bosco. Se localiza dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cutucú*.

Son mesas o mesetas elevadas sobre el terreno circundante debido a la estructura del Santiago, se desarrollan sobre las capas horizontales que forman las calizas y areniscas silicificadas del Grupo Limón. Se forman superficies con pendientes suaves (de 5 a 12%).

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

Esta geoforma se diferencia de la anterior por la presencia de una marcada disección debida a la escorrentía superficial. Se encuentra en el extremo suroriental de la zona de estudio, en los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor*.

En el contexto morfológico *Cordillera del Cutucú* se originan superficies con pendientes medias (de 12 a 25%) y formas de cima redondeada sobre la litología del Grupo Limón. En el contexto *Cordillera del Cóndor* las superficies tienen pendientes suaves (de 5 a 12%) formadas sobre las areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas arenosas de la Formación Hollín, donde se desarrollan formas de cima planas.

Estas superficies presentan disecciones, que tienen un desnivel de 25 a 50 metros, vertientes mixtas moderadamente largas (de 50 a 250 m) y formas de valle en V.

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

Las cornisas se sitúan en relación a varias de las geoformas anteriores (Eh1 y Eh2), localizadas en el extremo oriental y suroriental de la zona de estudio, dentro de los dos contextos morfológicos nombrados en las superficies anteriores. La mayoría de las cornisas son representables debido a su extensión y separan las superficies de mesa de sus vertientes, sin embargo en el contexto *Cordillera del Cutucú* se encuentra una superficie de mesa o meseta disectada que engloba su cornisa de mesa o meseta por su pequeña extensión.

Las cornisas, al estar asociadas a las superficies de mesa, se desarrollan sobre la misma formación geológica; en el contexto *Cordillera del Cóndor* se encuentran sobre las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín y en el contexto *Cordillera del Cutucú* sobre las calizas y areniscas silicificadas del Grupo Limón.

En el contexto *Cordillera del Cóndor* estas vertientes tienen un desnivel entre 50 a 100 metros, pendientes escarpadas (de 100 a 150%) y longitud de vertiente de 50 a 250 metros con forma de vertiente rectilínea.

En la *Cordillera del Cutucú* presentan pendientes desde muy fuerte a escarpada (de 70 a 150%), los desniveles pueden ser de 50 a 200 metros y las vertientes tienen longitudes de 50 a 250 metros y su forma rectilínea.

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

Las vertientes de mesa o meseta se localizan al pie de las cornisas, o de las propias superficies de mesa, tanto disectadas como no disectadas. Se encuentran en la misma zona geográfica y los mismos contextos morfológicos que las geoformas anteriores (Eh2 y Eh3).

En el contexto *Cordillera del Cóndor* estas vertientes tienen un desnivel mayor de 200 metros, pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%) y longitud de vertiente de 250 a más de 500 metros con forma cóncava o mixta; en este contexto las vertientes se desarrollan sobre la Unidad Misahuallí.

En la *Cordillera del Cutucú* las vertientes se forman sobre las areniscas silicificadas, calizas y arcillas del Grupo Limón. Presentan pendientes desde medias a muy fuertes (de 12 a 100%), los desniveles pueden ser de 50 a 200 metros o superiores a 300 metros y las vertientes tienen longitudes de 50 a 250 metros o de más de 500 metros y su forma es cóncava, irregular o mixta.

#### 3.5.5.5. Superficie de cuesta (Ei1)

En este cantón se encuentran dos superficies de cuesta, en el sector noreste y este, en dos contextos diferentes. Se trata de superficies ligeramente inclinadas, en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan, con pendientes medias (de 12 a 25%). En el contexto *Cordillera del Cóndor*, la superficie de cuesta se desarrolla sobre la Unidad Misahuallí y presenta un desnivel de 25 a 50 metros y una vertiente rectilínea moderadamente larga (de 50 a 250 m).

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, la superficie se desarrolla sobre las areniscas silicificadas y calizas del Grupo Limón, proporcionando desniveles de entre 50 y 100 metros, principalmente, y vertientes cóncavas de 250 más de 500 metros de longitud.

#### 3.5.5.6. Superficie de cuesta disectada (Ei2)

Esta geoforma, con mayor extensión que la anterior, se encuentra en la zona oriental del cantón, principalmente en el sector centro-este del cantón y en los extremos este y sur de esta zona. Se ubica dentro de tres contextos morfológicos.

Son superficies con pendientes medias (de 12 a 25%), que presentan una marcada disección, la cual proporciona incisiones que dan lugar a pequeños valles en forma de V, desniveles en sus paredes laterales de entre 15 y 50 metros y longitudes de las mismas moderadamente largas (de 50 a 250 m).

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, las superficies se desarrollan sobre el Grupo Limón y se dan vertientes con forma mixta. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se forman vertientes rectilíneas sobre las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín.

En el contexto *Cordillera del Cóndor*, se encuentra la mayor extensión de las superficies de cuesta disectada. Se desarrollan sobre la Formación Hollín y la Unidad Misahuallí, donde se pueden dar formas de valle planas y en U y también vertientes con forma cóncava, convexa, mixta o rectilínea.



**Foto 12.** Superficie de cuesta disectada. Sector Gualaquiza. 06/08/2014.

#### 3.5.5.7. Frente de cuesta (Ei3)

Los frentes de cuesta forman los abruptos que constituyen el límite de las geoformas anteriormente descritas: superficie de cuesta (Ei1) y superficie de cuesta disectada (Ei2). Se encuentran en la misma zona geográfica, dentro de los tres contextos morfológicos citados y sobre las mismas formaciones geológicas que se citan para dichas geoformas.

Presentan, en general, una longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma cóncava y un desnivel de 50 a 200 metros. Las pendientes son fuertes (40 a 70%) en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*; de muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%) en el contexto *Cordillera del Cutucú*; y de fuertes a muy escarpadas (de 40 a 200%) en el contexto *Cordillera del Cóndor*. En este último contexto se encuentran, mayoritariamente, vertientes con forma rectilínea.

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

Estas laderas limitan las superficies de cuesta, de las que están separadas por el frente de cuesta. Se encuentran en la zona centro-este y el extremo nororiental del cantón, en relación con algunas de las superficies anteriores (Ei1 y Ei2) y en los mismos tres contextos citados para ellas.

Los atributos de las vertientes varían en los contextos, aunque en general presentan desniveles mayores de 200 metros y longitud de vertiente muy larga (superior a 500 m) con forma rectilínea. En la *Cordillera del Cutucú*, las vertientes están formadas sobre el Grupo Limón y sus pendientes varían de media a fuerte a fuerte (de 25 al 70%). En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, se desarrollan sobre la Formación Hollín, con pendientes fuertes (40 a 70%).

En *Cordillera del Cóndor*, las vertientes presentan pendientes variables, desde media a fuerte a muy fuerte (25 a 100%). En este contexto las vertientes pueden tener una longitud de más de 250 metros, formas cóncavas, convexas o mixtas y se desarrollan sobre la Unidad Misahuallí y la Formación Hollín.



**Foto 13.** Vertiente de cuesta. Sector Gualaquiza. 06/08/2014.

#### 3.5.5.9. Superficie de chevron (Ei5)

Estas superficies se localizan en el sur del cantón, a lo largo de la Cordillera de los Tutos, dentro del contexto morfológico *Cordillera del Cóndor* y a lo largo de la Cordillera La Conga en el contexto *Cordillera del Cutucú*.

En ambos contextos están desarrolladas sobre las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín. Presentan una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), siendo la pendiente mayor que en las superficies de cuesta, con vertientes rectilíneas de muy larga longitud (superior a 500 m).

Las dos superficies se diferencian según el contexto en el desnivel relativo que desarrollan; en el contexto *Cordillera del Cutucú* el desnivel está entre 100 y 200 metros, mientras que en la *Cordillera del Cóndor* supera los 300 metros.

#### 3.5.5.10. Frente de chevron (Ei6)

Esta geoforma constituye el abrupto de las superficies de chevron anteriores (Ei5), formadas por los mismos materiales de la Formación Hollín y localizadas en el mismo sector del cantón y contexto morfológico.

En general, el frente de chevron presenta un desnivel de 50 a 100 metros y una vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma rectilínea. La pendiente varía ligeramente de un contexto a otro, en relación con el desnivel de las superficies, siendo muy fuerte (de 70 a 100%) en la *Cordillera del Cóndor* y escarpada (de 100 a 150%) en la *Cordillera del Cutucú*.

#### 3.5.5.11. Vertiente de chevron (Ei7)

Esta geoforma se localiza en los mismos contextos morfológicos que las geoformas anteriores (Ei5 y Ei6), con las que van ligadas. La vertiente de chevron se encuentra debajo de los frentes de chevron o, en algunos casos, al no ser representables, se identifican bajo las mismas superficies de chevron. Las pendientes que presentan son fuertes (de 40 a 70%).

En el contexto *Cordillera del Cutucú*, las vertientes son moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea y el desnivel que presenta es de 100 a 200 metros.

En el contexto *Cordillera del Cóndor*, los desniveles oscilan entre 50 y 300 metros y las longitudes de las vertientes son de 50 a 250 metros en algunos casos, pero mayoritariamente superiores a 500 metros, con formas de vertiente son cóncavas o rectilíneas.

#### 3.5.5.12. Relieves escalonados en capas inclinadas (Ei8)

Esta geoforma se encuentra en el sur del cantón, al sur del río Cuyes, en las proximidades de Santa Teresita. Está dentro del contexto *Cordillera del Cutucú*. Se trata de un relieve en gradas o escalones formado sobre las capas de areniscas cuarzosas con intercalaciones de lutitas arenosas de la Formación Hollín, cuya alternancia produce los escalones, que presentan un desnivel relativo de 100 a 200 metros.

Presenta una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), vertientes largas (de 250 a 500 m) con forma mixta y cimas de forma aguda producidas por los ángulos de los estratos de areniscas.

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

Esta geoforma se encuentra repartida por la zona centro-oriental del cantón Gualaquiza. Está incluida en cuatro contextos morfológicos con atributos diferentes: i) *Relieves escarpados*; ii) *Cordillera del Cutucú*; iii) *Cordillera del Cóndor*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

En la zona central se localiza esta geoforma en el contexto *Relieves escarpados*, desarrollada sobre la Formación Napo. Presenta pendientes suaves (de 5 a 12%) y fuertes (de 40 a 70%) y un desnivel de 50 a 100 metros. En el extremo oriental del cantón se encuentra una geoforma de pequeña extensión, en el contexto *Cordillera del Cutucú*, con una pendiente fuerte y desnivel de 100 a 200 metros, formada sobre el Grupo Limón. En ambos contextos las vertientes son mixtas y moderadamente largas (de 50 a 250 m).

Esta geoforma, en el contexto *Cordillera del Cóndor* está formada sobre la Unidad Misahuallí y la Formación Hollín. Presenta pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), desniveles entre 100 y 200 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares o rectilíneas. En el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, la geoforma se caracteriza por una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), desniveles de 100 hasta 300 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con forma irregular o mixta.

### 3.5.6. Tectónico-erosivo

#### 3.5.6.1. Relieve colinado bajo (Rt3)

Esta geoforma se encuentra en el extremo noroccidental del cantón, al sureste de la Cordillera Moriré, en el inicio de la quebrada Buradel. Se incluye únicamente en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*.

Este relieve ocupa una extensión muy pequeña, menor de 1 km<sup>2</sup>. Se caracteriza por un desnivel relativo de 15 a 25 metros, una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), vertientes moderadamente largas con forma mixta. Se desarrollan sobre los granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora y forman valles en forma de V y cimas redondeadas.



**Foto 14.** Relieve colinado bajo. Sector Minas en Cordillera Moriré. 21/08/2014.

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

Este tipo de relieve se encuentra repartido por la zona oriental y en el extremo occidental del cantón. Se caracteriza por un desnivel relativo que varía entre 50 y 100 metros. Se encuentra en cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; y v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*. En general se dan cimas redondeadas y valles en forma de V y las vertientes son mixtas con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

En los contextos morfológicos *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor* las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), las vertientes pueden tener además forma convexa o irregular y las cimas pueden tener también forma aguda. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* y en los *Paisajes de páramo*, las pendientes son medias (de 12 a 25%); y en el contexto *Relieves escarpados* la pendiente es media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%) y las vertientes pueden tener también forma convexa.

Estos relieves aparecen sobre diversas formaciones, según su localización geográfica, tales como la Serie Zamora, Rocas metamórficas, el Batolito de Zamora, la Unidad Misahuallí, las formaciones Hollín y Tena y el Grupo Limón. La litología más representativa es la formación Tena, con una superficie de unos 11 km<sup>2</sup> dentro del contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.



**Foto 15.** Relieve colinado medio. Sector Bomboiza. 08/08/2014.

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

Estos relieves se encuentran principalmente en la zona centro-oriental del cantón, en las márgenes de los ríos Bomboiza y Gualaquiza y también en la zona sur y en la zona noreste, en las márgenes de los ríos Zamora y Yucatez; puntualmente se encuentra en el extremo occidental del cantón. Se localizan en cinco contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; y v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Esta geoforma se caracteriza por un desnivel relativo alto, de 100 a 200 metros. En general presenta pendientes de media a muy fuerte (de 12 a 100%), formas de valle en V, cimas redondeadas o agudas y vertientes rectilíneas de longitud moderadamente larga a larga (de 50 a 500 m). En los contextos *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* y *Vertientes homogéneas* se dan también vertientes mayores de 500 metros y la forma de los valles puede ser también en U. Las vertientes pueden tener, en algunos casos, forma cóncava, convexa o mixta.

En el contexto morfológico *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, ocupa la mayor superficie (unos 43 km<sup>2</sup>), aparece sobre las formaciones Napo y Hollín y sobre el Grupo Margajitas. En la *Cordillera del Cutucú*, el relieve se desarrolla sobre la Unidad Misahuallí, la Formación Hollín y el Grupo Limón y ocupa la segunda mayor extensión, unos 20 km<sup>2</sup>. En el resto de contextos, con extensiones menores, los relieves se forman sobre la Serie Zamora, Rocas metamórficas, el Batolito de Zamora y también sobre la Formación Hollín.

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

Esta geoforma se sitúa en los sectores centro, sur y oriental del cantón, en las márgenes de los ríos Zamora, Bomboiza, Gualaquiza y Cuyes, y en el extremo norte. En este caso 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*.

Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, pendientes de medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), longitud de vertiente larga a muy larga (de 250 a más de 500 m) con formas generalmente rectilíneas o irregulares y en algunos casos cóncavas, convexas o mixtas. Se dan cimas redondeadas y agudas y formas de valle en V y también planas en la *Cordillera del Cóndor* y en U en los *Relieves escarpados*.

En el contexto morfológico *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, alcanza la mayor extensión, unos 16 km<sup>2</sup>. El sustrato sobre el que se desarrolla esta unidad geomorfológica corresponde a las formaciones Hollín y Napo. En los contextos *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor* se presentan aproximadamente 10 km<sup>2</sup>, sobre Granodiorita asociada con otras rocas ígneas alteradas, el Batolito de Zamora, la Unidad Misahuallí, la Formación Hollín y el Grupo Limón. En los *Relieves escarpados* los relieves colinados muy altos se desarrollan sobre Rocas metamórficas, las formaciones Hollín y Napo y el Grupo Margajitas.

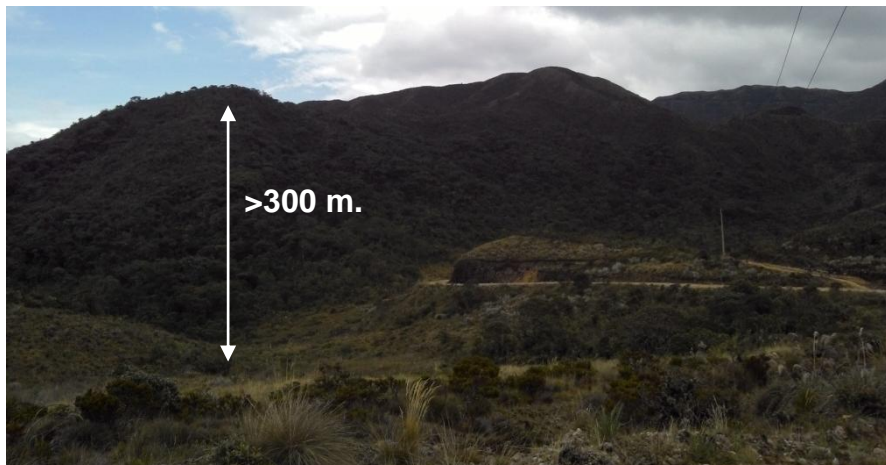
#### 3.5.6.5. Relieve montañoso (Rt7)

Estos relieves se distribuyen mayoritariamente en la zona centro, sur y oriental del cantón, en las márgenes de los ríos Cuchipamba, Zamora, Bomboiza y Yucatez y en menor proporción en el sector occidental y norte. Presenta un desnivel relativo superior a los 300 m, con pendientes medias a fuertes a muy fuertes (de 25 a 100%), valles en forma de V y vertientes mayores de 500 metros. Las vertientes pueden tener formas mixtas, irregulares o rectilíneas y las cimas pueden ser agudas o redondeadas.

Aparece en los mismos contextos morfológicos que la geoforma anterior y además en el contexto *Paisajes de páramo*, donde la superficie de este relieve, sobre la Serie Zamora, no supera el medio kilómetro cuadrado.

El relieve presenta una superficie aproximada de 40 km<sup>2</sup> en el contexto *Cordillera del Cutucú*, desarrollado sobre las litologías del Batolito de Zamora, la Formación Hollín y el Grupo Limón. En los *Relieves escarpados* alcanza una extensión de 33 km<sup>2</sup> aproximadamente, sobre Rocas metamórficas, la Serie Zamora y la Formación Napo. En los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, ocupa una superficie

de unos 13 km<sup>2</sup>, sobre las formaciones Hollín y Napo, mientras que en la *Cordillera del Cóndor* no alcanza los 10 km<sup>2</sup> sobre el Batolito de Zamora.



**Foto 16.** Relieve montañoso creado en la Serie Zamora. Sector Espíritu Playa. 21/08/2014.

### 3.5.7. Poligénicas

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

En este cantón se localizan coluvio-aluviales recientes en toda la mitad meridional y en los sectores occidental y noroccidental. Generalmente se encuentran rellenando los cauces de ríos y quebradas con limos, arcillas, arenas, gravas y bloques formando los depósitos coluvio-aluviales. Están presentes en todos los contextos morfológicos definidos en el cantón Gualaquiza, excepto en las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* y el *Medio aluvial de Sierra*.

Sus características son variables, presentan pendientes de suaves a media a fuerte (de 5 a 40%), sin embargo, en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo* las pendientes mayoritarias son fuertes (de 40 a 70%). Las formas de valle pueden ser planas o en V.



**Foto 17.** Coluvio-aluvial reciente. Sector San Luis Tsunkil. 13/09/2014.

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

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, excepto en los extremos suroeste y noreste. Se localiza en los contextos morfológicos: i) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; ii) *Medio aluvial de Sierra*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*; y vi) *Medio aluvial amazónico*.

Estos coluvio-aluviales tienen características muy similares a las de la anterior geoforma, se les considera antiguos por presentar un cierto grado de disección y una vegetación desarrollada sobre ellos. En general presentan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), aunque particularmente en el contexto *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales* se dan pendientes desde muy suaves hasta fuertes (de 2 a 70%). Las formas de valle generalmente son planas o en V, excepto en el Medio aluvial de Sierra, que son únicamente en forma de V.



**Foto 18.** Coluvio-aluvial antiguo en el río Kalaglás. Sector Sharup. 06/08/2014.

### 3.5.7.3. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta superficie se encuentra en el sector centro-norte del cantón, al NE del cerro Runaurcu. Tiene una superficie menor de 1 km<sup>2</sup> y forma parte, exclusivamente, del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, formada sobre rocas metamórficas indiferenciadas.

Se trata de una superficie con una pendiente media (de 12 a 25%) que presenta un grado de incisión marcado por la escorrentía superficial concentrada. Estas incisiones presentan un desnivel relativo de 25 a 50 metros con vertientes de formas rectilíneas y longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m). En ellas se forman valles en V y cimas con forma plana.

#### 3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se reparte, principalmente, por todo el centro del cantón y también en parte del sector norte, sur y este del mismo. Se incluye dentro de cinco contextos morfológicos: i) *Vertientes homogéneas sobre granito y granodiorita*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; iv) *Cordillera del Cóndor*; y v) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

En general, las superficies tienen una pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), desniveles mayores de 100 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con perfil mixto o rectilíneo. En el contexto *Cordillera del Cóndor* se pueden dar también desniveles desde 25 metros, vertientes largas (de 250 a 500 m) y formas de vertiente cóncava. En el contexto *Corredores*, los desniveles se presentan desde los 50 metros y se dan pendientes también suaves (de 5 a 12%) y en el contexto *Relieves escarpados*, las pendientes pueden llegar al 70%, los desniveles pueden ser desde los 15 metros; en estos dos casos, las vertientes pueden ser desde los 50 a más de 500 metros.

Estas superficies se desarrollan sobre varias litologías, sin particularidad del contexto en el que se encuentren. Se forman, principalmente, sobre las Rocas metamórficas, la Formación Hollín y en menores porcentajes sobre el Batolito de Zamora, las formaciones Chapiza y Napo y sobre el grupo Limón.

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

Estas superficies son similares a la anterior geoforma (Si2), pero presentan un grado de incisión fuerte. Se encuentran repartidas por la zona centro y occidental del cantón, en cuatro contextos morfológicos distintos: i) *Vertientes homogéneas sobre granito y granodiorita*; ii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; iii) *Cordillera del Cutucú*; y iv) *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*.

Son superficies, generalmente con pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%) y las incisiones que presentan tienen forma de valle en V, vertientes con una longitud moderadamente larga y un desnivel de 25 a 50 metros. En el contexto *Vertientes homogéneas* el desnivel es menor, de 5 a 15 metros y las vertientes cortas (de 15 a 50 m).

Cada contexto presenta diferentes litologías y diversas formas de las vertientes: en el contexto *Cordillera del Cutucú* se forman las superficies en la Formación Hollín y en los corredores, las superficies se desarrollan sobre la Formación Napo, en estos dos contextos se dan formas de vertientes convexas. En los Relieves escarpados pueden darse vertientes irregulares sobre la Serie Zamora y rectilíneas sobre Rocas metamórficas. En las Vertientes homogéneas, se desarrollan vertientes rectilíneas en las superficies del Batolito de Zamora.

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

Se trata del abrupto de algunas de las superficies inclinadas (Si2) y superficies inclinadas disectadas (Si3) anteriormente descritas. Se encuentran mayoritariamente en la zona central del cantón y también en el sector norte, noroeste y en la zona noreste, en cuatro contextos morfológicos distintos.

Estos abruptos se caracterizan generalmente por presentar pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 50 a 100 metros y vertientes rectilíneas o mixtas de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m).

En los contextos *Cordillera del Cóndor* y *Cordillera del Cutucú*, los abruptos tienen además un desnivel de 25 a 100 metros y se presentan en la Formación Hollín y además en el Grupo Limón en el segundo contexto. En los *Corredores*, *depressiones* y *vertientes bajas marginales* los desniveles son de 100 a 200 metros y se desarrollan sobre la Formación Napo. Y por último, en el contexto *Relieves escarpados*, los abruptos pueden tener un desnivel de hasta 300 metros, las vertientes pueden ser de moderadamente largas a muy largas (50 a más de 500 m) con formas cóncavas o convexas y se dan sobre Rocas metamórficas y las formaciones Chapiza y Hollín.

#### 3.5.7.7. Cerro testigo (Rr4)

Los cerros testigos en este cantón se identifican en los contextos morfológicos: *Corredores*, *depressiones* y *vertientes bajas marginales* y *Medio aluvial amazónico*. Se encuentran como relieves aislados y elevados, entre terrazas medias, en la zona central del cantón, en las márgenes de los ríos Cuyes y Gualaquiza, respectivamente.

En ambos contextos los cerros están formados por relieves residuales de las areniscas cuarzosas de la Formación Hollín, que han sido abordados por la dinámica fluvial y rodeados por depósitos de terraza.

Los cerros presentan pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), un desnivel relativo de 5 a 15 metros, forma de cima aguda y vertientes con forma cóncava. En el contexto *Medio aluvial amazónico* las vertientes tienen una longitud corta (de 15 a 50 m) y en los *Corredores* las vertientes son moderadamente largas (de 50 a 250 m); en este último contexto también pueden encontrarse desniveles de 50 a 100 metros, formas de cima planas y vertientes convexas.

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

Esta unidad geomorfológica se encuentra repartida en la mayor parte de la zona septentrional del cantón y en el extremo nororiental y suroccidental. Se trata de los interfluvios de las zonas altas del relieve que presentan un perfil transversal redondeado y pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%).

Se localizan principalmente dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*, sobre las litologías de la Serie Zamora, Rocas metamórficas, las formaciones Chapiza, Napo y Tarqui y el Grupo Margajitas. También se encuentran, pero en menor superficie, en el contexto *Cordillera del Cutucú*, desarrolladas sobre la Unidas Misahuallí y el Grupo Limón y en los *Corredores, depresiones y vertientes bajas marginales*, sobre las formaciones Hollín y Napo, esta última formación está confirmada en campo.



**Foto 19.** Interfluvio de cimas redondeadas. Cordillera Moriré. Sector Hornillos. 21/08/2014.

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

Los interfluvios de cimas estrechas son similares a los de cimas redondeadas, diferenciándose en el perfil transversal, en este caso con forma de cima aguda. Esta geoforma se localiza en el sector norte, occidental y sur del cantón.

Se encuentra en cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial*; iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas*; iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas*; y v) *Cordillera del Cutucú*.

En general, las pendientes de los interfluvios son de media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%) y en los contextos de *Relieves escarpados* y *Vertientes homogéneas* se dan también pendientes menores (de 12 a 25%). Las formaciones geológicas sobre las que se desarrollan son generalmente resistentes a la erosión y permiten la persistencia de esta geoforma. Se forman sobre la Serie Zamora, Rocas metamórficas indiferenciadas, el Batolito de Zamora y las formaciones Chapiza y Hollín.

### 3.5.7.10. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Esta geoforma representa las rocas que afloran en superficie, sin rasgos morfológicos específicos. Presentan una mayor superficie, unos 2 km<sup>2</sup>, en el contexto *Relieves escarpados* y en una superficie menor de un kilómetro cuadrado, en el contexto *Paisajes glaciares*, en este caso se denominan: afloramientos rocosos en ambiente periglaciario.

En ambos contextos las características de estos afloramientos rocosos son pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles mayores de 300 metros y vertientes de longitud muy larga (más de 500 m). En el contexto *Relieves escarpados* se forman los afloramientos con cimas agudas sobre las litologías de Rocas metamórficas indiferenciadas y la Formación Tarqui. En los *Paisajes glaciares*, las cimas pueden ser tanto agudas como redondeadas y se desarrollan sobre la Serie Zamora.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Gualaquiza cuenta con una superficie total de 2.196 km<sup>2</sup>, de los que 2.127 km<sup>2</sup> corresponden a la zona de estudio del proyecto. Está situado principalmente en la región Sierra, aunque el 38% del territorio estudiado se incluye en la región Amazonía. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 700 metros hasta un máximo de 4.100 metros.

En el cantón Gualaquiza se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos, los tres primeros enmarcados en la región Sierra y el resto en la región Amazonía.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Este dominio presenta una extensión en el territorio estudiado de unos 130 km<sup>2</sup>, siendo el tercer dominio más pequeño en su superficie. Se sitúa en tres apéndices situados en el extremo norte y occidental y en la zona suroeste del área de estudio. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Paisajes glaciares* ocupa una superficie de aproximadamente 51 km<sup>2</sup> en el zona occidental del cantón. En él se han podido las unidades geomorfológicas características que se han encontrado son en mayor superficie las de modelado glaciar y periglaciar, como las vertientes de valle glaciar, circos glaciares y fondo de valle glaciar. La mayoría del resto de las geoformas se corresponden con distintos tipos de laderas y depósitos asociados las vertientes y de génesis poligénica, los coluviones antiguos y coluvio-aluviales recientes. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen exclusivamente formas de incisión, como son los barrancos.

El contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas* se encuentra repartido en apéndices de los extremos norte, oeste y suroeste. Está representado por geoformas de tipo laderas, con vertientes heterogéneas con fuerte disección y abruptas con mayor presencia y otras laderas con diversas características y depósitos asociados como los depósitos de deslizamiento, principalmente. Se encuentran también geoformas de modelado glaciar, como fondos de valle glaciar y circos glaciares, y relieves tectónico-erosivos e interfluvios de cimas estrechas como representación de las geoformas poligénicas. En cuanto a la génesis fluvial, está igualmente al contexto anterior, representada por barrancos.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Es el dominio más extenso, representa un 55,2% del área estudiada en el cantón, unos 1.174 km<sup>2</sup>. Este dominio fisiográfico se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas, cuerpos intrusivos y algunas rocas sedimentarias y en él se observa una importante erosión hídrica en todo el cantón. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos contextos morfológicos, siendo uno de ellos el de mayor representación, denominado *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

El contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* ocupa un pequeño apéndice al

suroeste del cantón. Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas con fuerte disección y heterogéneas. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos y valles en V. Con muy poca representación, se encuentran algunas geoformas poligénicas: interfluvios de cimas estrechas y superficies inclinadas, disectadas o no. También se han reconocido, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, la geoforma Relieve colinado alto.

El contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* es el de mayor extensión del cantón, con una superficie próxima a los 1.150 km<sup>2</sup> que ocupa prácticamente la mitad occidental del cantón. La mayor parte de este contexto está compuesto por geoformas de génesis de laderas, principalmente por laderas heterogéneas y rectilíneas con fuerte disección, aunque se encuentran en el contexto casi todos los tipos de laderas que existen. Las geoformas poligénicas se representan por superficies inclinadas, superficies inclinadas disectadas y los abruptos de estos tipos de superficie, así como por interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, depósitos coluvio-aluviales y afloramientos rocosos. La génesis fluvial, juega un importante papel en este contexto, se encuentran mayoritariamente barrancos, encañonamientos y valles en V e indiferenciados como formas erosivas y depósitos formados por terrazas medias, indiferenciadas y superficies de cono de deyección. Se encuentran también diferentes relieves colinados y montañosos, repartidos por el cantón como geoformas tectónico-erosivas, y restos de superficies estructurales.

3. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 8 km<sup>2</sup>, es el dominio con menor extensión del cantón y se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Se representa principalmente por geoformas poligénicas, como coluvio-aluviales antiguos y geoformas fluviales, como barrancos.
4. **Zona Subandina.** Es el segundo dominio fisiográfico más extenso del cantón, ocupando más del 35% del total del territorio analizado. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos formados por varias cordilleras. En el cantón, este dominio incluye tres contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales (sin cobertura de cenizas volcánicas)* ocupa una superficie de 43km<sup>2</sup> y se localiza en el extremo oriental y al sureste del cantón. Presenta un destacado modelado de laderas, con una amplia representación de tipos de vertientes y depósitos asociados (coluviones, macrocoluviones y depósitos de deslizamiento). Presenta también una importante superficie de geoformas características del grupo genético estructural: superficies de mesa, de cuesta, de chevron, sus respectivas vertientes, cornisas y frentes, y relieves escalonados en capas inclinadas. El grupo genético volcánico se representa en relieves volcánicos de diferentes características, principalmente el relieve volcánico montañoso. Los barrancos y las superficies de cono de esparcimiento y cono de deyección caracterizan la

génesis fluvial de este contexto. Las formas poligénicas tienen poca representación, las geoformas que se encuentran son principalmente coluvio-aluviales, interfluvios y superficies inclinadas con sus abruptos.

El contexto morfológico *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas (sin cobertura de cenizas volcánicas)* tiene una superficie de 214 km<sup>2</sup> aproximadamente y ocupa una parte del extremo oriental del cantón, entre los otros dos contextos del dominio Zona Subandina. El modelado más característico es estructural, presentando geoformas características, principalmente superficie de cuesta disectada y la vertiente de cuesta, además de mesas, chevrones y restos de superficies estructurales. El grupo genético de laderas está representado por vertientes rectilíneas y heterogéneas y los depósitos que conllevan las laderas (glacis de esparcimiento, coluviones y depósitos de deslizamiento). Dentro del grupo genético tectónico-erosivo, se encuentran superficies representativas de relieves colinados y montañosos. El modelado volcánico cuenta con poca representación (18 km<sup>2</sup>), al igual que el grupo genético de formas poligénicas, con alguna superficie inclinada y depósitos coluvio-aluviales y el grupo fluvial, representado únicamente por barrancos y superficies de conos.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, está representado principalmente por el corredor denominado Limón-Gualaquiza que no presenta cobertura de cenizas volcánicas. Está ubicado entre los ríos Cuchipamba, Cuyes y Bomboiza, en dirección N-S en la zona centro-oriental del cantón. Cuenta con una extensión de unos 245 km<sup>2</sup>. Las principales geoformas son de tipo laderas, con varios tipos de laderas, principalmente rectilíneas y heterogéneas y varios depósitos asociados. Se representa una importante superficie con relieves colinados y montañosos típicos del modelado tectónico-erosivo. Las geoformas poligénicas y estructurales representan un porcentaje muy pequeño, con geoformas características del mismo dominio, y las unidades de génesis fluvial solo están representadas por barrancos y superficies de cono de deyección.

5. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa cerca de un 3% del territorio estudiado, y está asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Zamora, Bomboiza, Gualaquiza, Cuyes, Chuchumbeza y Yucatez. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características son de génesis fluvial, se corresponden geoformas de sedimentación actual o antiguos niveles de sedimentación, las principales son el valle fluvial o llanura de inundación y la terraza baja o cauce actual, así como valles terrazas altas y medias y cauces y meandros ocasionalmente funcionales y también geoformas fluviales erosivas como barrancos y valles en V. También se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluviales, recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual y algunos cerros testigo residuales.

Una particularidad que se puede observar en el cantón Gualaquiza, es la diferencia de alturas y génesis de las geoformas entre dos mitades del cantón. En la mitad occidental (noroccidental) se encuentran, en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, las cordilleras Ayllón, Siete Iglesias, Moriré, Quillosa, Tutumashi y de los Ángeles, que se encuentran a alturas entre los 2.000 y los 4.100 msnm. Estas cordilleras y sus vertientes están formadas principalmente por un modelado de laderas, con presencia de casi todos los tipos de vertientes y varios depósitos asociados a ellas (coluvión antiguo y depósitos de deslizamiento, masa deslizada). Se observa también un apéndice formado por un modelado glaciar, con las geoformas asociadas al ambiente glaciar y periglacial en el extremo occidental del cantón.

En la mitad oriental (suroriental) del cantón se encuentran también vertientes y depósitos asociados, pero en mucho menor porcentaje. Esta mitad se caracteriza, principalmente, por la presencia de geoformas de génesis estructural, tectónico-erosiva y volcánica, y se encuentra a alturas entre los 2.000 y los 700 msnm (excepto en el extremo más nororiental, que puede llegar a los 2.700 msnm en la Cordillera del Cóndor). En esta mitad se concentran prácticamente la totalidad de las geoformas de tipo estructural y volcánica (se encuentran en su mayor parte dentro de los contextos *Cordillera del Cutucú* y *Cordillera del Cóndor*) y en general en toda la mitad, se localizan relieves colinados y montañosos de varias alturas. Al ser esta la zona más baja altitudinalmente, también se observa el mayor porcentaje de geoformas de génesis fluvial, en las cuencas bajas de los ríos Zamora, Cuyes, Chuchumbeza y Bomboiza.

Esta división genética y altitudinal se puede observar también en las litologías que forman el cantón. La mitad occidental está formada principalmente sobre Rocas metamórficas indiferenciadas, el extremo occidental sobre los granitoides y rocas metamórficas de la Serie Zamora y un pequeño apéndice al norte de esta formación está desarrollado sobre la Formación Tarqui. En la mitad oriental se encuentran el resto de las litologías presentes en el cantón, generalmente sedimentarias, dispuestas con un modelado estructural y tectónico erosivo, erosionados fuertemente por la red fluvial. La diferencia entre las dos mitades es debida a la tectónica generada por la falla Nangaritza, que atraviesa el cantón por mitad y eleva los materiales metamórficos occidentales mediante un cabalgamiento, generando los depósitos y estructuras de la mitad oriental.

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 5.2. Bibliografía citada

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

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

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

DGGM-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.


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

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Gualaquiza (Hoja 75), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.

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

## ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


**LEVANTAMIENTO DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA ESCALA 1:25.000**  
**Ficha General de Información de Campo - Geomorfología**

**1. Datos Generales**

Identificación

Código Ficha  Fecha descripción

Código Salida  Código Responsable  Número Ficha

Coordenadas

Longitud:  Ubicación

Latitud:  PROVINCIA

Altitud:  CANTON

PARROQUIA

**2. Descripción**

Contexto Morfológico

Geoforma  Pendiente

Forma Cima  Desnivel Relativo

Forma Vertiente  Longitud Vertiente

Forma Valle  Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

**3. Macizo Rocoso**

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

**4. Depósitos Superficiales**

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales  Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

**#. Observaciones Generales**

Sincroniza con Geomorfología



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

CGg-ÑVI_C2-63-0196	CGg-ÑVI_A4-61-0010	CGg-ÑVI_A3-59-0014
CGg-ÑVI_C2-63-0197	CGg-ÑVI_A4-61-0014	CGg-ÑVI_A3-59-0015
CGg-ÑVI_C2-63-0198	CGg-ÑVI_A4-61-0015	CGg-ÑVI_A3-59-0016
CGg-ÑVI_C2-63-0199	CGg-ÑVI_A4-61-0017	CGg-ÑVI_A3-59-0018
CGg-ÑVI_C2-63-0201	CGg-ÑVI_A4-61-0018	CGg-ÑVI_A3-59-0019
CGg-ÑVI_C2-63-0203	CGg-ÑVI_A4-61-0019	CGg-ÑVI_A3-59-0020
CGg-ÑVI_C2-63-0204	CGg-ÑVI_A4-61-0020	CGg-ÑVI_A3-59-0021
CGg-ÑVI_C2-63-0206	CGg-ÑVI_A4-61-0023	CGg-ÑVI_A3-59-0022
CGg-ÑVI_C2-63-0207	CGg-ÑVI_A4-61-0024	CGg-ÑVI_A3-59-0023
CGg-ÑVI_C2-63-0208	CGg-ÑVI_A4-61-0026	CGg-ÑVI_A3-59-0024
CGg-ÑVI_C2-63-0209	CGg-ÑVI_A4-61-0027	CGg-ÑVI_A3-59-0058
CGg-ÑVI_C2-63-0210	CGg-ÑVI_A4-61-0028	CGg-ÑVI_A3-59-0059
CGg-ÑVI_C2-63-0211	CGg-ÑVI_A4-61-0031	CGg-ÑVI_C1-59-0062
CGg-ÑVI_C2-63-0213	CGg-ÑVI_A4-61-0029	CGg-ÑVI_C1-59-0063
CGg-ÑVI_C2-63-0215	CGg-ÑVI_A4-61-0030	CGg-ÑVI_C1-59-0064
CGg-ÑVI_C2-63-0216	CGg-ÑVI_A4-61-0032	CGg-ÑVI_C1-59-0065
CGg-ÑVI_C2-63-0218	CGg-ÑVI_A4-61-0034	CGg-ÑVI_D1-61-0209
CGg-ÑVI_C2-63-0219	CGg-ÑVI_A4-61-0036	CGg-ÑVI_D1-61-0210
CGg-ÑVI_C2-63-0220	CGg-ÑVI_A4-61-0037	CGg-ÑVI_D1-61-0211
CGg-ÑVI_C2-63-0222	CGg-ÑVI_A4-61-0040	CGg-ÑVI_D1-61-0213
CGg-ÑVI_C2-63-0223	CGg-ÑVI_A4-61-0041	CGg-ÑVI_D1-61-0214
CGg-ÑVI_C2-63-0224	CGg-ÑVI_A4-61-0043	CGg-ÑVI_D1-61-0215
CGg-ÑVI_C2-63-0225	CGg-ÑVI_A4-61-0044	CGg-ÑVI_D1-61-0216
CGg-ÑVI_C2-63-0226	CGg-ÑVI_A4-61-0045	CGg-ÑVI_D1-61-0218
CGg-ÑVI_C2-63-0227	CGg-ÑVI_A4-61-0047	CGg-ÑVI_D1-61-0220
CGg-ÑVI_C2-63-0228	CGg-ÑVI_A4-61-0054	CGg-ÑVI_D1-61-0222
CGg-ÑVI_C2-63-0229	CGg-ÑVI_A3-59-0001	CGg-ÑVI_C4-60-0218
CGg-ÑVI_C2-63-0230	CGg-ÑVI_A3-59-0003	CGg-ÑVI_C4-60-0221
CGg-ÑVI_C2-63-0231	CGg-ÑVI_A3-59-0004	CGg-ÑVI_C4-60-0229
CGg-ÑVI_C2-63-0232	CGg-ÑVI_A3-59-0007	CGg-ÑVI_C4-60-0230
CGg-ÑVI_A4-61-0004	CGg-ÑVI_A3-59-0009	CGg-ÑVI_C4-60-0231
CGg-ÑVI_A4-61-0005	CGg-ÑVI_A3-59-0010	CGg-ÑVI_C4-60-0232
CGg-ÑVI_A4-61-0007	CGg-ÑVI_A3-59-0011	CGg-ÑVI_C4-60-0234
CGg-ÑVI_A4-61-0008	CGg-ÑVI_A3-59-0012	
CGg-ÑVI_A4-61-0009	CGg-ÑVI_A3-59-0013	



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

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

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

**TERRAZA MEDIA:** superficie plana de origen fluvial, que se sitúa inmediatamente por encima del nivel máximo de las aguas de un río (*valle fluvial, llanura de*

*inundación*), como resultado de la incisión del mismo. Aunque puede ser considerada en sentido estricto como una terraza baja, en este proyecto se ha utilizado esta denominación para guardar coherencia con la denominación utilizada en trabajos previos, del que este proyecto es continuación.

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

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

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

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

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

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

## -V-

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

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

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

**VALLE FLUVIAL, LLANURA DE INUNDACIÓN:** franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Suele

discurrir en su interior un canal fluvial y el terreno que abarca está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno.

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

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

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

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

**VERTIENTE ABRUPTA DE DERRAMES VOLCÁNICOS TABULARES:** tipo particular de *vertiente de meseta volcánica*, de perfil rectilíneo y pendiente pronunciada, que conecta tanto las zonas altas de Sierra con modelado glaciar -y los paisajes de Páramos- con las Vertientes externas de la Cordillera así como con las Vertientes y relieves superiores de las Cuencas Interandinas, con desniveles de hasta 400 metros.

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

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

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

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

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

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

**VERTIENTE DE MESA O MESETA:** ladera sobre la que culmina una *superficie de mesa o meseta* o una *superficie de mesa o meseta disectada*. Ambas geoformas,

vertiente y superficie, están separadas por una *cornisa de mesa*, que puede ser o no mapeable.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**-Y-**

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



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

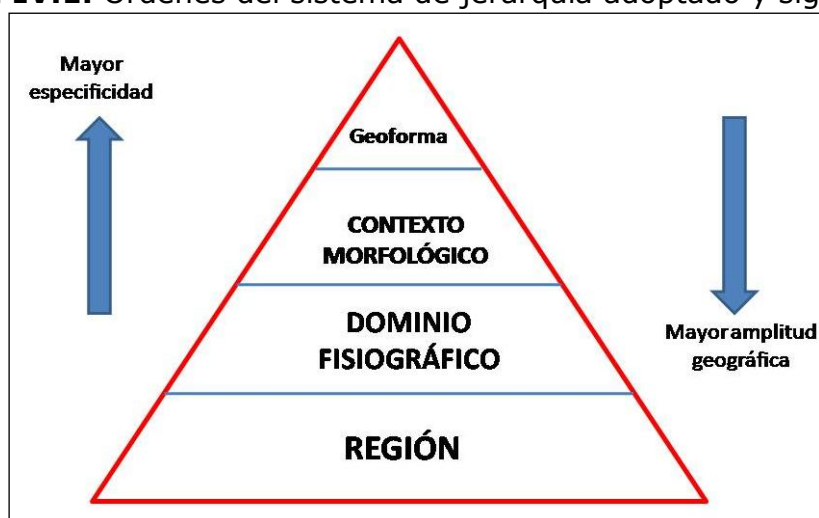
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

**Contexto Morfológico:** Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado

complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre  $10^2$  a  $10^3$  km<sup>2</sup>. Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

<b>REGIÓN SIERRA</b>	
<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>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	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>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial de Sierra
<b>REGIÓN AMAZONÍA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	<p>Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales</p> <p>Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)</p>
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	<p>Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes</p> <p>Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas</p> <p>Colinas periandinas occidentales</p> <p>Colinas periandinas orientales</p>
<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>	<p>Gran cono tabular de la llanura costera</p> <p>Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados</p> <p>Llanura aluvial antigua</p> <p>Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente</p>

DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL	
CONTEXTO MORFOLÓGICOS	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL	
CONTEXTO MORFOLÓGICOS	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 geofomas 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 geofomas 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 periglaciar	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico
Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química

Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas
Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geoformas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geoformas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geoformas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geoforma original o representarla

Fuente: CTN

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

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

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

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

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y "unidades" que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como

referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014).

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