

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN AZOGUES**

#### **PROYECTO:**

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

### **GEOMORFOLOGÍA**

**AGOSTO, 2015**

## PERSONAL PARTICIPANTE

### **Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:**

José Duque  
Sandra González  
Xavier Andrade  
Óscar Garzón

### **Consortio TRACASA-NIPSA:**

#### **Responsables:**

Joaquín del Val  
Idurre Barinagarrementería

#### Memoria:

Javier Reina  
Baldomer Corderroure  
Jorge Navarro  
Katia Olivos  
Oriol Pedraza  
Isaac Pérez  
Anna Pibernat  
Lorena Piedra  
Marta San Segundo

#### 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 y relieves de Cuencas Interandinas.....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas .....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	22

3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas .....	22
3.3.2. Relieves de los márgenes de las cimas frías .....	23
3.3.3. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) .....	24
3.3.4. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur .....	24
3.3.5. Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica.....	25
3.3.6. Medio aluvial de Sierra .....	26
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	27
3.5. Descripción de geoformas .....	33
3.5.1. Fluvial .....	33
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	33
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	33
3.5.1.3. Valle en V (E1) .....	34
3.5.1.4. Barranco (E2) .....	34
3.5.1.5. Garganta (E3) .....	35
3.5.1.6. Encañonamiento (E4) .....	35
3.5.1.7. Terraza media (Tm) .....	35
3.5.1.8. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	36
3.5.1.9. Abrupto de cono de deyección (Cd2) .....	37
3.5.1.10. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3) .....	38
3.5.1.11. Abrupto de cono de deyección disectado (Cd4) .....	38
3.5.1.12. Badlands (Fb1) .....	39
3.5.2. Fluvio-Lacustre.....	40
3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1) .....	40
3.5.3. Laderas .....	40
3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	40
3.5.3.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	41
3.5.3.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) .....	43
3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1) .....	43
3.5.3.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) .....	44
3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	44
3.5.3.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) .....	45
3.5.3.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	45
3.5.3.9. Coluvión reciente (Col1) .....	46
3.5.3.10. Coluvión antiguo (Col2) .....	47
3.5.3.11. Macrocoluvión (Col3).....	48
3.5.3.12. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	48
3.5.3.13. Cono de derrubios (Ld3) .....	49

3.5.3.14. Talud de derrubios (Ld4).....	49
3.5.4. Glaciar y periglaciar .....	49
3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1) .....	49
3.5.4.2. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6) .....	50
3.5.4.3. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2).....	50
3.5.5. Volcánico .....	50
3.5.5.1. Superficie de meseta volcánica (Rv1) .....	50
3.5.5.2. Vertiente de meseta volcánica (Rv4) .....	50
3.5.5.3. Relieve volcánico colinado medio (Rv9) .....	51
3.5.5.4. Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	51
3.5.5.5. Superficie volcánica ondulada (RvSo) .....	51
3.5.6. Estructural.....	52
3.5.6.1. Superficie de cuesta (Ei1) .....	52
3.5.6.2. Superficie de cuesta disectada (Ei2).....	52
3.5.6.3. Frente de cuesta (Ei3) .....	53
3.5.6.4. Vertiente de cuesta (Ei4) .....	54
3.5.6.5. Superficie de chevron (Ei5) .....	55
3.5.6.6. Frente de chevron (Ei6).....	55
3.5.6.7. Vertiente de chevron (Ei7) .....	55
3.5.6.8. Restos de superficie estructural (Esr) .....	56
3.5.7. Tectónico-erosivo .....	57
3.5.7.1. Relieve colinado medio (Rt4).....	57
3.5.7.2. Relieve colinado alto (Rt5) .....	58
3.5.7.3. Relieve colinado muy alto (Rt6).....	58
3.5.7.4. Relieve montañoso (Rt7) .....	59
3.5.8. Poligénicas.....	59
3.5.8.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	59
3.5.8.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	60
3.5.8.3. Superficie horizontal disectada (Sh3) .....	60
3.5.8.4. Superficie inclinada (Si2).....	61
3.5.8.5. Superficie inclinada disectada (Si3) .....	62
3.5.8.6. Cerro testigo (Rr4).....	62
3.5.8.7. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	63
3.5.8.8. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....	64
3.5.8.9. Macizo rocoso (Sdv1) .....	64
3.5.9. Otras geoformas.....	65
3.5.9.1. Superficie intervenida (O5) .....	65

<b>IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>66</b>
<b>V. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>70</b>
5.1. Referencias generales .....	70
5.2. Bibliografía citada .....	71

**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 Azogues.....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Azogues .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Azogues.....	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 .....	30

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

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Fotos 1 y 2.</b> Barranco y detalle del macizo rocoso en la Unidad Alao Paute. Sector Taday....	34
<b>Fotos 3 y 4.</b> Terraza media en el río Burgay. Sector Martha .....	36
<b>Fotos 5 y 6.</b> Superficie de cono de deyección. Sector Azogues .....	37
<b>Fotos 7 y 8.</b> Abrupto de cono de deyección. Zona San Francisco, Sector Azogues .....	37
<b>Fotos 9 y 10.</b> Superficie de cono de deyección disectado. Sector Azogues .....	38
<b>Fotos 11 y 12.</b> Superficie de cono de deyección disectado y detalle de las lutitas laminadas. Sector Azogues .....	39
<b>Fotos 13 y 14.</b> Badlands y detalle del macizo rocoso de limolitas, lutitas y areniscas de la Formación Mangán. Sector Ayancay.....	40
<b>Fotos 15 y 16.</b> Vertiente rectilínea y detalle la Unidad Alao Paute. Sector Pindilig.....	41
<b>Fotos 17 y 18.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección y detalle del macizo rocoso. Sector San Miguel .....	42
<b>Fotos 19 y 20.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre la Formación Tarqui. Sector Rivera.....	42
<b>Fotos 21 y 22.</b> Vertiente heterogénea y detalle de las tobas volcánicas alteradas de la Formación Tarqui. Sector Pindilig.....	44
<b>Foto 23.</b> Coluvión reciente. Sector Pindilig .....	46
<b>Fotos 24 y 25.</b> Coluvión antiguo y detalle del depósito de ladera. Sector Pindilig.....	47
<b>Fotos 26 y 27.</b> Superficie de cuesta disectada y detalle de las arcillas, limos y limolitas (superior derecha) y de las areniscas tobáceas (inferior). Sector Purcay.....	52
<b>Fotos 28 y 29.</b> Frente de cuesta y detalle de las areniscas tobáceas de la Formación Azogues. Sector San Miguel.....	53
<b>Fotos 30 y 31.</b> Vertiente de chevron y detalle de las lutitas laminadas con yeso de la Formación Loyola. Sector San Nicolás .....	55
<b>Fotos 32 y 33.</b> Restos de superficie estructural en las areniscas tobáceas de la Formación Azogues. Sector el Tablón, San Miguel .....	56
<b>Fotos 34 y 35.</b> Relieve colinado muy alto. Localidad Azogues .....	57
<b>Fotos 36 y 37.</b> Coluvio-aluvial reciente y detalle del depósito superficial. Sector Taday (Salashún).....	59
<b>Foto 38.</b> Superficie horizontal disectada. Sector Taday (Shinanpungu).....	60
<b>Fotos 39 y 40.</b> Superficie inclinada y detalle de las areniscas tobáceas de la Formación Biblián. Sector sur de San Nicolás.....	61

<b>Fotos 41 y 42.</b> Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Taday .....	62
<b>Fotos 43 y 44.</b> Macizo rocoso y detalle de la Formación Biblián. Sector Cojitambo.....	64

## I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

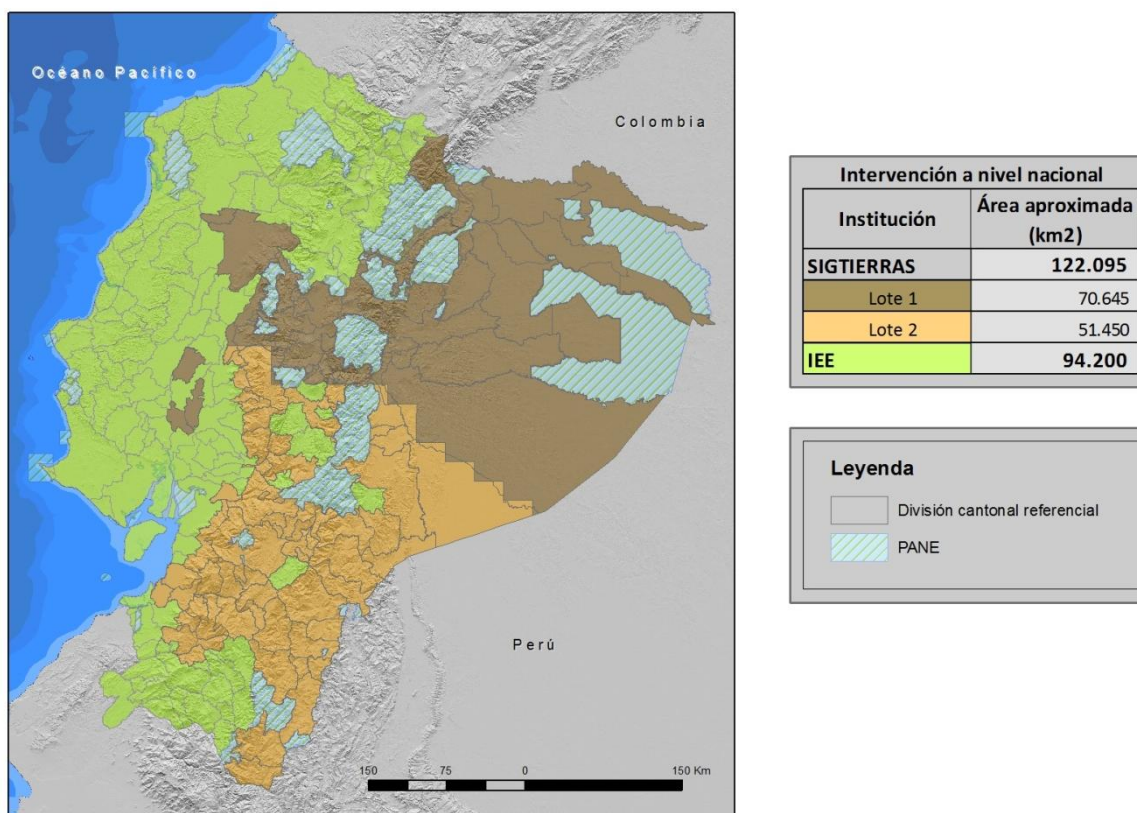
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

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

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

**Figura 1.1.** Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental.



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

### 1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

### 1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Características del producto esperado

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

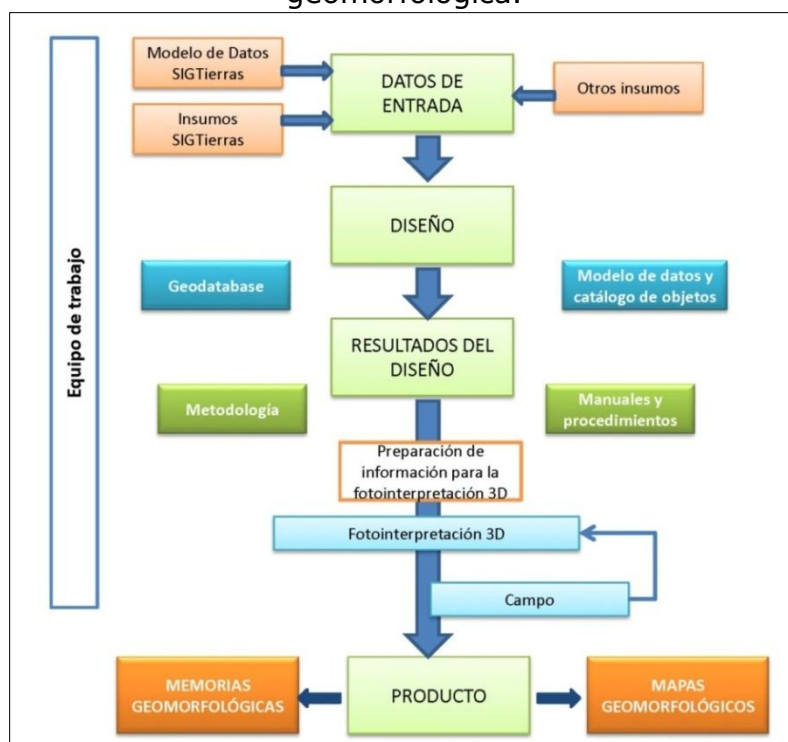
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

### 2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

### 2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

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

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

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

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

#### 2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

(Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica). Otros organismos, como INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), también participaron en la publicación de algunas de estas cartas.

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

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

### 2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a Escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado. La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:
  - Nombre de la geoforma.
  - Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
  - Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
  - Formación geológica y litología.
  - Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
  - Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
  - Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

#### 2.2.2.1. Software empleado

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

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

#### 2.2.3. Fase de campo

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

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

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

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

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

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

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

#### 2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

En el esquema geológico del *layout* los polígonos menores a 70 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.

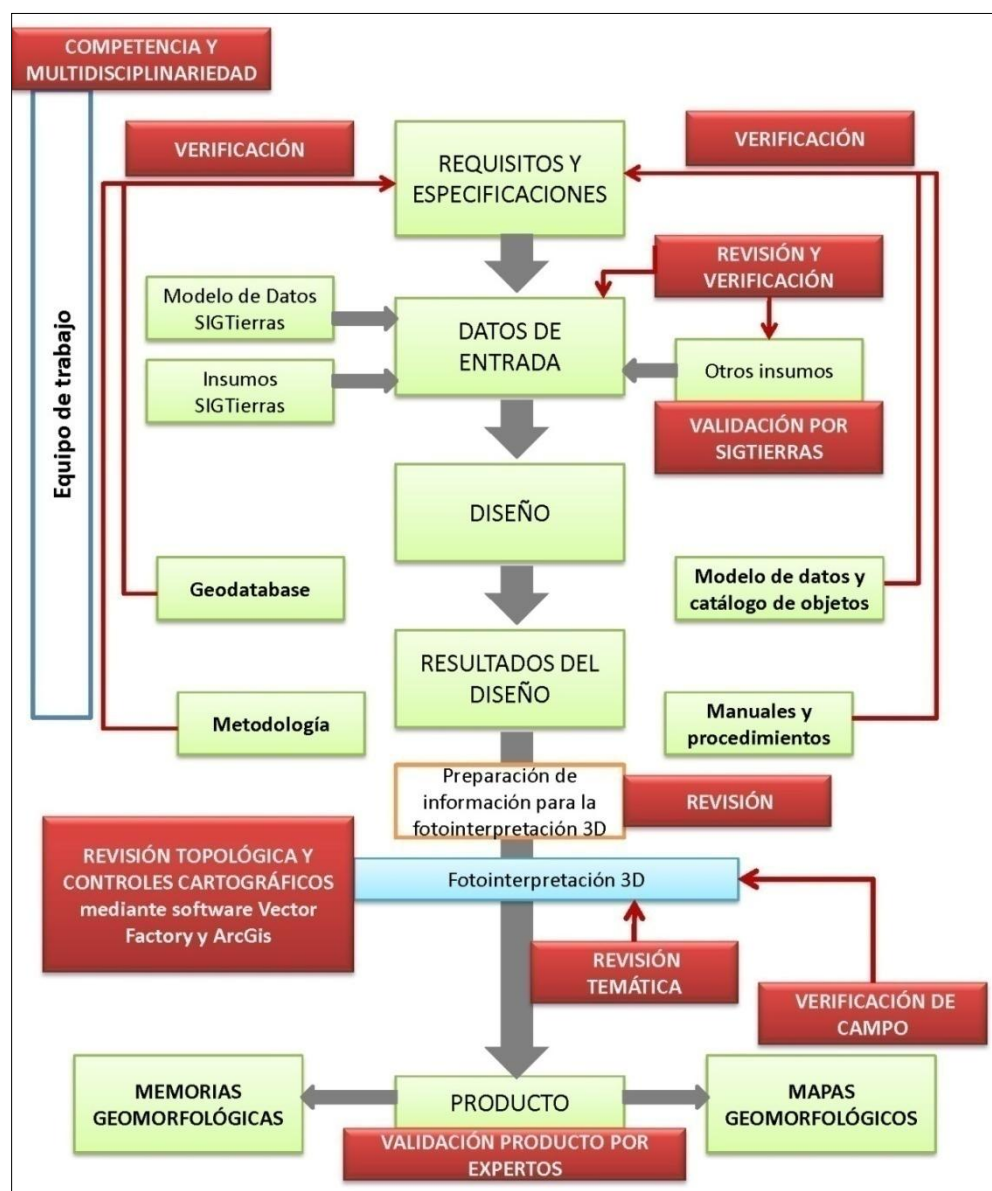
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

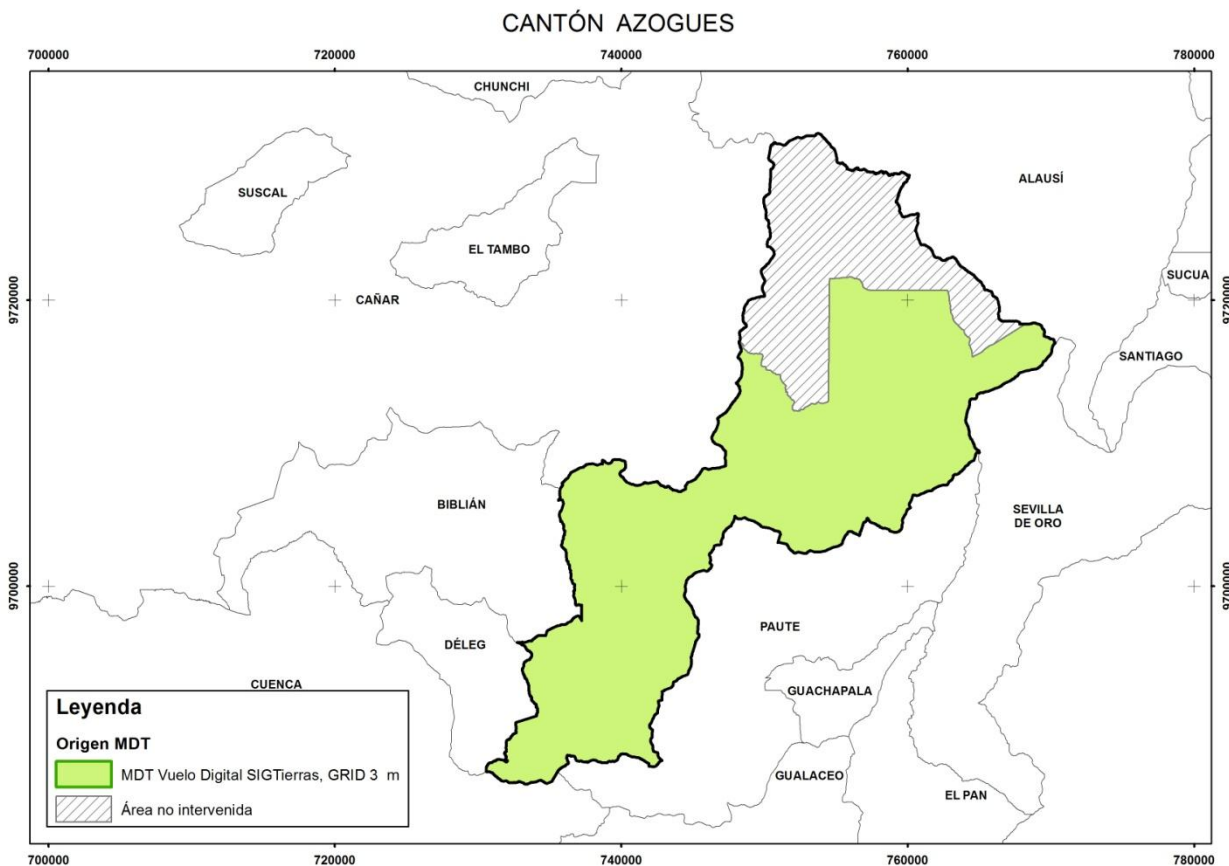
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Azogues 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 Azogues.



Fuente: CTN

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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azogues (Hoja 73), esc. 1:100.000. *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 Azogues.

Código	Cartas Topográficas
ÑV-C2	Huangra
ÑV-C3	Cañar
ÑV-C4	Taday (Cola de San Pablo)
ÑV-E1	Azogues
ÑV-E2	Guachapala
ÑV-E3	Gualaceo

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

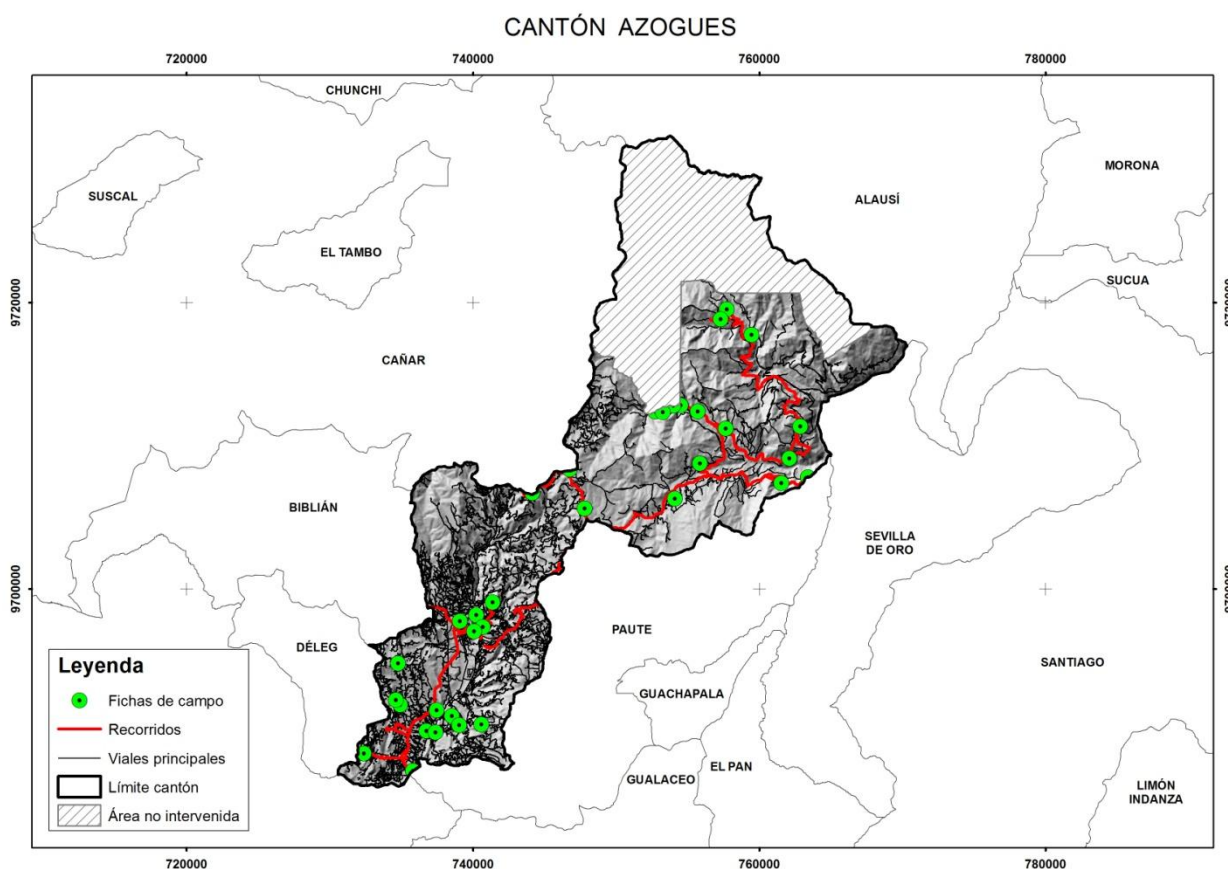
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Azogues se realizó entre los días 7, 8, 9 y 10 de abril de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 31 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 Azogues.



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).

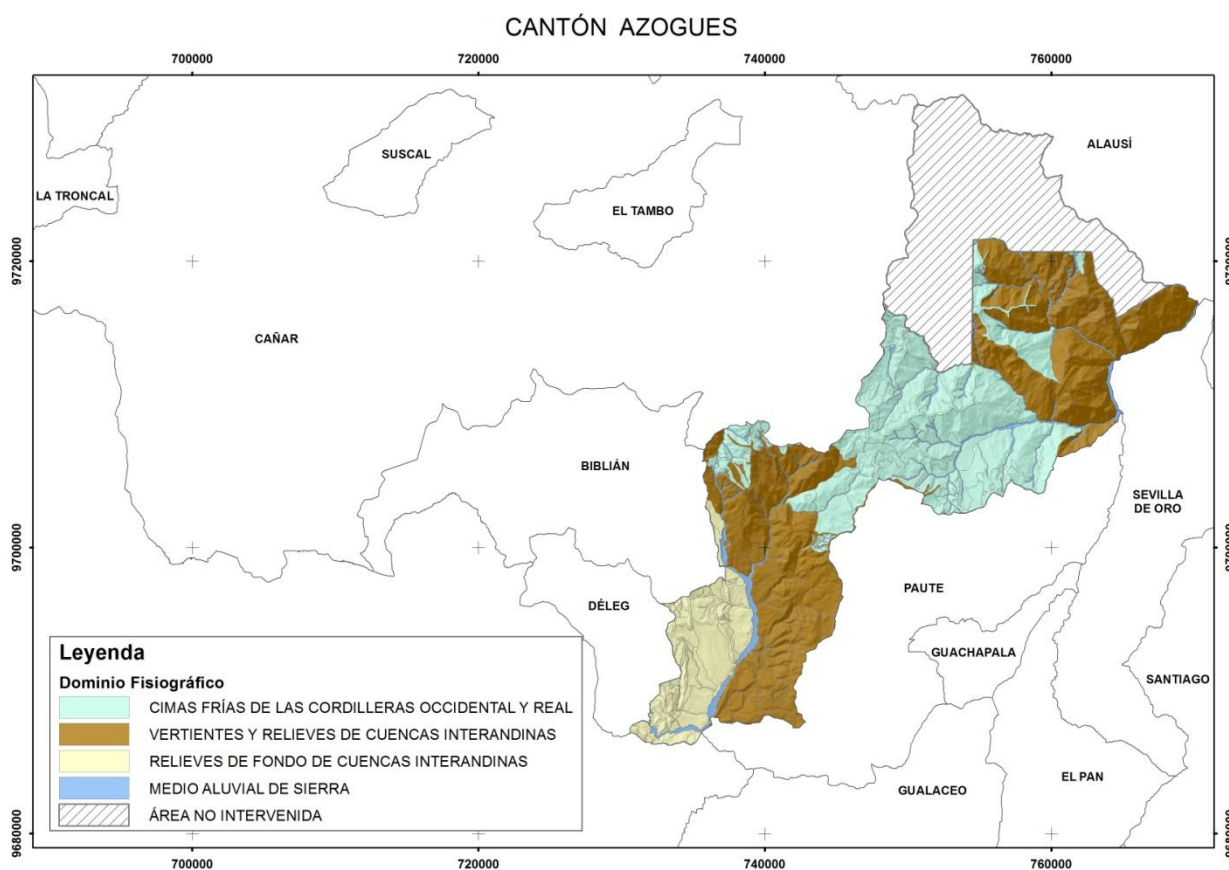
### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Azogues tiene 606 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 472 km<sup>2</sup> ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay). Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

La topografía oscila en un rango de 2.200 a 3.800 msnm, y su drenaje se dirige principalmente hacia la Cuenca Amazónica.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra dónde se diferencian cuatro 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 Azogues.



Fuente: CTN

**Cuadro 3.1.** Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Azogues.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	166 km <sup>2</sup>	35,2%
	Vertientes y relieves de cuencas interandinas	229 km <sup>2</sup>	48,5%
	Relieves de fondo de cuencas interandinas	54 km <sup>2</sup>	11,4%
	Medio aluvial de Sierra	23 km <sup>2</sup>	4,8%

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

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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean y los relieves de sus márgenes que llegan a descender hasta los 2.800 msnm.

En el cantón Azogues, este dominio, tiene una representación importante, sobre todo en la mitad central del cantón. Está representado por Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y por Relieves de los márgenes de las cimas frías. Geológicamente se desarrollan en los materiales Miocénicos de las formaciones Tarqui y Biblián, en los Cretácicos de la Formación Yunguilla, los Jurásicos de la Unidad Alao Paute, y en las Rocas metamórficas del Paleozoico. Estos dos contextos geomorfológicos están separados por las Vertientes y relieves de Cuencas Internandinas.

Se trata de Relieves monoclinales. Estos constituyen una franja meridiana, de unos diez kilómetros de ancho, que atraviesa la cuenca de Cuenca en su parte central. Las altitudes del fondo de la cuenca se sitúan por los 2.500 m, mientras que la garganta transversal del río Paute está a 2.400 m. Las cimas son menos elevadas al Norte (2.800 msnm cerca de Azogues) que al Sur (3.010 msnm).

### 3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. La dirección meridiana, N-S, que presenta en la zona septentrional de la Sierra, pasa a direcciones NO-SE y NNE-SSO en la zona central. Hacia la parte meridional de la Sierra, la Cordillera Real queda como la única franja continua de relieve y el corredor interandino, muy desdibujado.

Mientras que en las zonas más altas (que llegan a descender hasta los 2.800 msnm) el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores aparecen con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan. En las faldas superiores del valle del río Paute, entre las zona frías de las cordilleras por los 3.000-3.200 msnm, y el fondo de incisión cerca de 2.200 msnm en la ciudad de Paute, se trata de grandes vertientes fuertes con perfil rectilíneo y abruptos locales, que pueden ser muy densamente disectadas en lomos transversales con crestas agudas y faldas empinadas.

Se trata de una morfología típicamente estructural. Los pliegues, con eje submeridiano que afectan los sedimentos terciarios de la cuenca -sinclinal de Deleg al este, anticlinal de El Valle y Cojitambo al centro, sinclinal del río Quingeo y de Azogues al Este- se traducen por faldas muy erguidas en donde las capas muestran buzamientos desde los 35° hasta subverticales.

Debido a esta estructura, heredada de plegamientos sinsedimentarios, y de accidentes quebradizos de igual dirección, la mayoría de las facies sedimentarias están compuestas de capas alternas, de métricas a multidecamétricas, que afloran en franjas paralelas repetidas: gravas y conglomerados de la formación Azogues, depósitos arcillo-pedregosos de la formación Biblián o con dominancia pelítica de la formación Loyola.

En el cantón Azogues, este dominio se dispone en el extremo nororiental y suroccidental del área de estudio, y está representado por Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional), y Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, Sierra Sur. Representan testigos de una fase de calma momentánea en el vigoroso proceso de encajonamiento que resulta ser la marca distintiva de toda la parte central del valle del Paute.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

Este dominio se opone muy claramente al anterior (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre

horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Su origen, netamente estructural, condiciona que la altitud a la que se sitúan dependa tanto de la amplitud del hundimiento tectónico como del espesor del posterior relleno de depósitos (lacustres, fluviales y volcánicos, principalmente).

Este tramo guarda de la parte Norte la disposición general con dos cordilleras externas paralelas, encerrando una parte interandina deprimida. Esta última ya no tiene el aspecto de un rosario de cuencas claramente individualizadas y separadas por pasos muy marcados; sino que más bien se aparenta a una serie de valles alargados, por lo general paralelos. La cuenca occidental es una cuenca doble, cuyos bordes no sobrepasan los 2.700-2.800 msnm. Su parte septentrional en Azogues es drenada hacia el Sur por el río Burgay; su parte meridional por Cuenca, en dirección al Norte, por la red del Tomebamba. Su confluencia, ubicada por los 2.400 m, en parte central, marca un brusco cambio de orientación y la entrada de una entalladura ortogonal a través del macizo central para juntarse con la red de Paute al Este, en dirección a la Amazonia.

La entalladura del valle del Paute abarca el curso del Paute entre su paso por la cordillera central, luego de la confluencia de los dos Burgay y Tomebamba y la represa hidroeléctrica de Amaluza. Río abajo, el encajonamiento se vuelve demasiado fuerte y las pendientes de la quebrada ya no se distinguen topográfica y morfológicamente de los modelados de disección de la vertiente oriental.

El río Paute constituye el único exutorio hacia la Amazonia, de las dos partes, oriental y occidental, de la cuenca de Cuenca. Su entalladura a través de la vertiente andina oriental, metamórfica, representa por lo tanto la garganta de unión con el nivel de base amazónico, luego del levantamiento andino.

En el cantón Azogues, este dominio se dispone en el extremo suroccidental del área de estudio (entre las localidades de Cojitambo y Deleg), y está representado por Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica. Además de los depósitos de ladera, aluviales y coluvio aluviales, se desarrolla principalmente en materiales Miocénicos (formaciones Azogues, Mangán, Loyola, Guapán y Biblián), y en menor proporción en los cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llacao, siendo la Formación Biblián la más representativa del dominio.

#### 3.2.4. 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) 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 atravesen más de un contexto morfológico.

En el Cantón Azogues esta unidad está dominada por la acción de los ríos Dudas, Mazar y Sipanche, al norte (con dirección preferencial NE-SO y E-O); por los ríos Macas y de las Ramadas, en el centro (con dirección preferencial E-O); y por el río Burgay, al sur (con dirección preferencial N-S).

Las terrazas del valle del río Burgay se encuentran en el núcleo de un sinclinal, el cual favorece su aparición como material de relleno.

Estos cauces y sus caudales son de gran importancia puesto que se ha construido centrales hidroeléctricas, como por ejemplo el proyecto Dudas-Mazar.

### 3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
		Relieves de los márgenes de las cimas frías
	Vertientes y relieves de cuencas interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
		Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
	Relieves de fondo de cuencas interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica
Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra	

Fuente: CTN

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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados, de los que emergen localmente salientes rocosos; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda

ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas, circos y nichos de paredes suavizadas) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas. En los bordes de algunos conjuntos glaciares, así como en las cumbres de las vertientes amazónicas, este contexto se muestra esencialmente como un conjunto de afloramientos rocosos, a veces con formas de crestas y cuchillas, con laderas cubiertas de conos y taludes de derrubios.

La cota superior de este contexto coincide con el límite inferior de los *Paisajes glaciares*, mientras que su límite inferior presenta variaciones notables: se puede encontrar a 3.200, a 3.000, o incluso ligeramente por debajo de los 2.800 msnm.

En el cantón, el contexto abarca aproximadamente el 17% de la superficie total del mismo, ubicándose mayoritariamente en el extremo sur y en la zona central de este.

Además de los depósitos superficiales, este contexto se desarrolla principalmente sobre materiales Miocénicos de las formaciones Tarqui y Biblián, pero también en materiales cretácicos de la Formación Yunguilla y jurásicos de la Unidad Alao Paute.

Las geformas más características de este contexto son interfluvios (predominando los de cimas estrechas), vertientes de todo tipo (sobretudo rectilíneas y heterogéneas con fuerte disección o con abruptos) y relieves colinados.

### 3.3.2. Relieves de los márgenes de las cimas frías

Este contexto representa la articulación de las tierras frías andinas con las vertientes externas (dominios Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes externas de la Cordillera Real) y con las vertientes interandinas (dominio Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas). En definitiva, a través de este contexto se enlazan los modelados glaciares y periglaciares con el inicio de la disección lineal de las vertientes.

Este enlace representa un límite muy marcado en el primer caso, con las vertientes andinas exteriores, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y pendiente muy pronunciada, cuyo desnivel relativo llega a alcanzar los 400 m. Por el contrario, los límites son mucho menos claros y precisos con las vertientes interandinas, que se traduce a menudo en una transición gradual.

Posee modelados relativamente constantes, se caracteriza por ser generalmente un abrupto con perfil rectilíneo y pendiente pronunciada. En el cantón Azogues este contexto se encuentra en la zona norte y centro norte del cantón, al igual que el dominio fisiográfico de las cimas frías, en torno a los paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas, en el sector central.

Se desarrolla principalmente en materiales jurásicos de la Unidad Alao Paute y también en los materiales cretácicos de la Formación Yunguilla. Con menor representatividad, las vertientes (mayoritariamente rectilíneas y heterogéneas con fuertes disección) y los interfluvios se desarrollan en materiales Miocénicos de las

formaciones Tarqui y Biblián o en rocas metamórficas paleozoicas. Se han identificado también depósitos de ladera y depósitos fluvio glaciares.

Se trata de un contexto con importante representatividad en el cantón (el 18,1% de la superficie).

### 3.3.3. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)

Este contexto da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de la Sierra Central. Aparece en las partes altas de los valles de los ríos Jubones, León y Paute, en el conjunto de relieves elevados de las cuencas de Cuenca-Azogues, Sigsig-Gualaceo, Azogues-Biblián y Cañar, así como en el valle de Girón-Santa Isabel. Las máximas altitudes del contexto alcanzan los 3.200-3.300 msnm, con límites inferiores muy variables según las diferentes zonas, que llega a descender a 1.600 msnm (en la terminación meridional de la depresión de los ríos León y Jubones).

Los modelados dominantes originan vertientes rectilíneas, con grado de disección variable y fuertes pendientes. Especialmente en las inmediaciones de Azogues, el contexto se emplaza principalmente sobre la Formación Tarqui, formación sometida a una intensa disección por una red hidrográfica apenas jerarquizada, y cuyos afloramientos destacan con frecuencia por las antiguas alteraciones que presenta, rojas y potentes.

No obstante las vertientes (principalmente rectilíneas, heterogéneas y abruptas con fuerte disección), los relieves colinados y los interfluvios característicos de este contexto también se desarrollan en materiales antiguos de la Formación Yunguilla (Cretácico), de la Unidad Alao Paute (Jurásico) y en Rocas metamórficas (Paleozoico).

En el cantón Azogues, este contexto se ubica en la zona noreste y sureste del cantón, entre el dominio de Vertientes y relieves Inferiores de las Cuencas Interandinas. Se trata del contexto con más representatividad en el cantón (el 33,7% de la superficie).

### 3.3.4. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur

Este contexto representa la continuación, bajo condiciones climáticas más secas, de las vertientes superiores (contexto Vertientes y relieves superiores de cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, Sierras Central y Meridional), con características morfológicas similares, siendo sus principales diferencias las derivadas de los procesos morfodinámicos actuales, de carácter muy activo en algunos sectores (intenso abarrancamiento superficial, pequeños conos de deyección en la desembocadura de las incisiones, generación de conos rocosos al pie de escarpes pronunciados, etc.). En la terminación meridional del valle del río León aparecen grandes deslizamientos antiguos, con depósitos de bloques de orden métrico, por rotura de paredes enteras de las cornisas limítrofes.

Las alteritas presentan en general muy escaso desarrollo, aunque en las vertientes inferiores del valle del Paute son moderadamente profundas, de carácter arcilloso;

también sobre los cuerpos intrusivos de tipo granítico o granodiorítico son importantes, donde la arenización rebasa la decena de metros de profundidad.

En el cantón Azogues, este contexto se ubica en la zona noreste y sureste del cantón, en continuidad con el contexto anterior. Además de los depósitos de ladera, aluviales y coluvio aluviales, se desarrolla principalmente en materiales Miocénicos (formaciones Tarqui, Azogues, Loyola, y Guapán), y en menor proporción en la Formación Yunguilla (Cretácico), Unidad Alao Paute (Jurásico) y Rocas metamórficas (Paleozoico).

Son geoformas características de este contexto los conos de deyección, las superficies de cuesta, y las vertientes (principalmente rectilíneas y heterogéneas) con disección o fuerte disección.

### 3.3.5. Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

Los fondos de las cuencas interandinas del centro y sur del Ecuador, a los que hace referencia este contexto, incluyen, principalmente, la terminación de los valles de los ríos Jubones y León, los relieves monoclinales de la cuenca de Cuenca, los fondos de cubetas con rellanos escalonados de Cañar y Cuenca, así como los relieves en capas superpuestas de la cuenca de Cuenca y de la depresión Nabón-Las Nieves. Finalmente, pertenecen también a este contexto los restos y testigos de glacis que aparecen en la parte inferior del valle de Girón y en la cuenca de Catamayo.

En el primero de estos emplazamientos, la terminación de los valles de los ríos Jubones y León, se extiende una zona de vertientes de fuerte inclinación con abundantes síntomas y evidencias de inestabilidad de laderas y otra de grandes vertientes rectilíneas a menor altura. Los relieves monoclinales de la cuenca de Cuenca, con eje submeridiano, afectan a sedimentos terciarios y generan un marcado modelado estructural. Los relieves más suaves de las cuencas de Cañar y Cuenca, con rellanos escalonados, dan lugar a extensas superficies, onduladas o suavemente disectadas. Los relieves en capas superpuestas de baja inclinación dan lugar a relieves en graderío y otras formas estructurales de suave buzamiento en la cuenca de Cuenca y en la Nabón-Las Nieves.

En el cantón Azogues, este contexto se ubica por la zona suroeste del cantón, al igual que el dominio fisiográfico de los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. Su extensión aproximada es de 54 Km<sup>2</sup> y ocupa el 11,4% de la superficie del cantón.

Los paisajes de fondos de cuencas se oponen muy claramente a los relieves de los márgenes. Son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. En concordancia con su altitud, su morfología se compone principalmente de superficies onduladas, relieves colinados, vertientes heterogéneas o rectilíneas, además de conos de derrubios, depósitos de deslizamiento y todo un conjunto de geoformas de pendientes suaves a medias, a excepción de encañonamientos, gargantas y chevrons que se desarrollan principalmente en materiales Miocénicos.

En este contexto es en el único del cantón dónde se encuentran materiales volcánicos cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llaqueo.

### 3.3.6. Medio aluvial de Sierra

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

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

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	19
		Vertiente rectilínea con abruptos	10
		Vertiente heterogénea	12
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	11
		Coluvión antiguo	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Talud de derrubios	1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial	1
	VOLCÁNICO	Superficie volcánica ondulada	3
	TECTÓNICO EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	4
		Relieve montañoso	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie horizontal disectada	2
		Superficie inclinada	3
		Superficie inclinada disectada	1
Cerro testigo		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		1	
Interfluvio de cimas estrechas		3	
Relieves de los márgenes de las cimas frías	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	27
		Vertiente rectilínea con abruptos	5
		Vertiente heterogénea	23
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	17
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Depósito glaciar modelado por acción fluvial	3

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas redondeadas	1
		Interfluvio de cimas estrechas	3
	FLUVIAL	Barranco	3
		Superficie de cono de deyección	<1
	FLUVIO-LACUSTRE	Depresión lagunar	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	23
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	37
		Vertiente rectilínea con abruptos	27
		Vertiente abrupta	2
		Vertiente abrupta con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	26
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	2
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	5
		Superficie volcánica ondulada	<1
	TECTÓNICO EROSIVO	Relieve colinado alto	1
		Relieve colinado muy alto	8
		Relieve montañoso	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Superficie horizontal disectada	<1
		Superficie inclinada	4
		Superficie inclinada disectada	8
		Interfluvio de cimas redondeadas	6
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur	FLUVIAL	Barranco	1
		Encañonamiento	1
		Superficie de cono de deyección	2
		Abrupto de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	5
		Abrupto de cono de deyección disectado	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	12
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	18
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente heterogénea	10

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
	LADERAS	Vertiente heterogénea con fuerte disección	<1
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de cuesta	<1
		Superficie de cuesta disectada	4
		Frente de cuesta	<1
		Vertiente de cuesta	1
		Restos de superficie estructural	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie inclinada	2
		Cerro testigo	<1
	OTRAS GÉNESIS	Interfluvio de cimas redondeadas	3
		Interfluvio de cimas estrechas	1
		Superficie intervenida	<1
Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica	FLUVIAL	Barranco	<1
		Garganta	<1
		Encañonamiento	<1
		Terraza media	<1
		Badlands	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	4
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	4
		Vertiente heterogénea	9
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	7
		Coluvión reciente	1
		Coluvión antiguo	1
		Macrocoluvión	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
	VOLCÁNICO	Cono de derrubios	<1
		Superficie de meseta volcánica	<1
	ESTRUCTURAL	Vertiente de meseta volcánica	<1
		Superficie de chevron	4
		Frente de chevron	1
		Vertiente de chevron	3
		Restos de superficie estructural	1
	TECTÓNICO EROSIVO	Relieve colinado medio	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie inclinada	12
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
		Interfluvio de cimas estrechas	<1
		Macizo rocoso	<1
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	7
		Terraza baja y cauce actual (sobreelevación de cauce en llanura de inundación)	<1
		Valle en V	3
		Barranco	7,48
		Encañonamiento	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	4
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	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 1:100.000 y 1:250.000, proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014. Los términos "formación geológica" y "depósito superficial" se utilizan en el sentido que se explica en el apartado 3 (Atributos geológicos: formación geológica y litología) del Anexo IV.

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Depósitos de ladera (derrubios antiguos)	Q <sub>d12</sub>	Cuaternario	Fragmentos rocosos de subangulares a angulares, con escasa matriz de finos	1
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>d13</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	5

**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 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	13
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	9
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	10
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	9
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	<1
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	3
Depósitos kársticos (travertinos)	Q <sub>dk1</sub>	Cuaternario	Travertino	<1
Depósitos superficiales	Q <sub>dsi</sub>	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	1
Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llacao	Q <sub>VGL</sub>	Cuaternario	Aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco (Llacao) y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas (Gualaceo)	2
Formación Tarqui	MiO <sub>Tq</sub>	Mioceno	Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava	122
Formación Azogues	MiO <sub>Az</sub>	Mioceno	Areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas	16
Formación Mangán	MiO <sub>Mn</sub>	Mioceno	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas	7

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Formación Loyola	MiO <sub>Ly</sub>	Mioceno	Lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas	10
Formación Guapán	MiO <sub>Gp</sub>	Mioceno	Lutitas laminadas, areniscas tobáceas oscuras	9
Formación Biblián	MiO <sub>Bi</sub>	Mioceno	Arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas	29
Formación Yunguilla	K <sub>Yg</sub>	Cretácico	Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas	78
Unidad Alao Paute	J <sub>AP</sub>	Jurásico	Metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles	85
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	61

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, y J=Jurásico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Tq=Tarqui, Az=Azogues, Mn=Mangán, Ly=Loyola, Gp=Guapán, Bi=Biblián, Yg=Yunguilla, 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.

### 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)

Esta geoforma se encuentra principalmente en la zona sur del cantón, siguiendo el cauce del río Burgay, pero también en el extremo norte siguiendo el cauce del río Cachuco. Se encuentran íntegramente en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas. En el valle fluvial del río Burgay se aprecia con claridad esta dinámica y sus efectos.

Presentan pendientes muy suaves o suaves (de 2 a 12%) y formas de valle igualmente planas, recorridos por canales de carácter dendrítico.

El valle fluvial del río Burgay (en confluencia con el valle de Paute) es la geoforma más importante del cantón puesto que representa un testigo de una fase de calma momentánea en el vigoroso proceso de encajonamiento (en los relieves monoclinales de Azogues) que resulta ser la marca distintiva de toda la parte central del valle del Paute. Su encausamiento posterior siguiendo los ejes tectónicos andinos es consecutivo a los procesos de regularización de los perfiles longitudinales debido al levantamiento continuo de los Andes.

Las terrazas del valle del río Burgay se encuentran en el núcleo de un sinclinal, el cual favorece su aparición como material de relleno.

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

Esta geoforma aparece al noreste del cantón, asociada al río Pulpito y a su embalse. Estos cauces y sus caudales son de gran importancia puesto que se ha construido centrales hidroeléctricas, como por ejemplo el proyecto Dudas-Mazar. Se incluye en el contexto *Medio aluvial de Sierra*. Se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa (arenas, limos, arcillas y conglomerados).

Las pendientes son muy suaves (de 2 a 5%) y la forma del valle es plana. Los canales son de tipo anastomosado, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.

### 3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se encuentra ubicada al noreste del cantón, en los cauces de los ríos Mazar, Macas, Pallcayacu, Dudas y otros innominados. Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%) y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas (orden hectométrico). Se encuentran en el *Medio aluvial de Sierra*.

Presentan drenajes principalmente subdendrícos. Su distribución no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.

### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón, excepto en las zonas llanas fluviales del centro y el suroeste. Se encuentran en los cauces altos de los ríos Burgay, Macas, La Ramada, Dudas, Miazar y Sipanche.

Tiene similares características que la geoforma anterior, aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son de media a fuertes hasta fuertes (de 25 al 70%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos.

Se presentan en todos los contextos morfológicos del cantón. Su distribución, al igual que los valles en V, no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.

Esta geoforma se observó en campo cerca de la localidad Manzanapata, en el sector Taday. Se desarrolla en la Unidad Alao Paute (metavulcanitas con débil metamorfismo) y presentaba una estructura masiva, con un grado de fracturación y meteorización medios y una compactación alta.



**Fotos 1 y 2.** Barranco y detalle del macizo rocoso en la Unidad Alao Paute. Sector Taday. 10/04/2014.

#### 3.5.1.5. Garganta (E3)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona suroeste del cantón (en el límite con el cantón Deleg), en el sector de Damar cerca de Cochapamba.

Se encuadra en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*, desarrollándose en materiales Miocénicos de la Formación Mangán (limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas).

Estas gargantas, con fuertes pendientes (de 40 a 70%), desniveles relativos de entre 15 y 50 metros y longitudes de la vertiente variables, entre cortas y moderadamente largas (de 15 a 250 metros), erosionan verticalmente estos materiales. Las vertientes de estas gargantas son cóncavas en la mayoría de casos, aunque puntualmente dan lugar a formas rectilíneas. La forma de valle es en V.

#### 3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Aparecen encañonamientos que cortan las formaciones sedimentarias Loyola (lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas), Biblián (arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas) y Yunguilla (Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas). Se integran en los siguientes contextos morfológicos respectivamente: i) *Medio aluvial de Sierra*, ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*, y iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 50 y 100 m, con pendientes de fuertes hasta muy fuertes (de 40 a 100%). Las longitudes de vertiente son moderadamente largas (de 50 a 250 metros). Las formas de las vertientes son principalmente rectilíneas, pero también cóncavas y la forma de valle predominante es en V.

#### 3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente suave (de 5 a 12%) se acentúa ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno. Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical del río Burgay.

La unidad incluye la propia superficie de terraza y su escarpe o abrupto, éste último no mapeable.

Esta geoforma fue documentada en campo en el sector Santa Martha, en el río Burgay. El depósito aluvial de la terraza se caracterizaba por un 40% de limo, un 40% de arcilla y un 20% de grava.

Las terrazas del valle del río Burgay se encuentran en el núcleo de un sinclinal, el cual favorece su aparición como material de relleno.



**Fotos 3 y 4.** Terraza media en el río Burgay. Sector Martha. 07/04/2014.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro norte y el centro sur del cantón, al norte entre la hacienda Colepato y hacienda La Merced, y al sur junto a la ciudad de Azogues.

En la zona norte esta geoforma se desarrolla en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, mientras que cerca de la localidad de Azogues esta geoforma se desarrolla en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Procedentes de los relieves circundantes interandinos, están formados 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 medias (de 12 a 25%), un desnivel relativo variable de 50 a 300 metros y vertientes de longitud larga o muy larga (de 250 a más de 500 metros) de formas irregulares y convexas.

Se caracterizó esta geoforma en campo, cerca de la localidad de Azogues. Los depósitos aluviales presentaban un 60% de limo, un 25% de grava y un 15% de arena.



**Fotos 5 y 6.** Superficie de cono de deyección. Sector Azogues. 07/04/2014.

#### 3.5.1.9. Abrupto de cono de deyección (Cd2)

Se trata del escarpe o escalón que limita las superficies de cono de deyección (descritas anteriormente) y que forman parte del mismo cuerpo sedimentario. Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro sur del cantón, al este de la ciudad de Azogues, en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Presenta la misma litología que la superficie de cono de deyección que limita, y se caracteriza por una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo de 50 a 100 metros, y una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) de formas rectilíneas.

Esta geoforma se constató en campo, en la zona de San Francisco, al este de la localidad de Azogues. El depósito aluvial presentaba capas de conglomerado intercalado con capas de lutita. Se caracterizaron estas lutitas como macizo rocoso. Este presentaba una estructura sedimentaria. El grado de fracturación era alto, y el grado de meteorización y compactación medio. Los estratos presentaban óxidos como material de relleno, un buzamiento de 12° y un azimuth de 294°.



**Fotos 7 y 8.** Abrupto de cono de deyección. Zona San Francisco, Sector Azogues. 07/04/2014.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro del cantón, al norte y sur de la ciudad de Azogues, en los sectores de Cushupucún y Shapacal, íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Se trata de una superficie de cono de deyección (descrita anteriormente) en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un grado de incisión, de moderado a fuerte, en dichas formas de drenaje. Su litología es la misma que en el caso de los conos de deyección, depósitos aluviales (limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables).

Se caracterizan por pendientes medias (del 12 al 25%), desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros con longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 metros). Los drenajes, de formas dendríticas y subdendríticas, presentan valles en forma de V y cimas redondeadas con vertientes mixtas o irregulares. Presenta una extensión aproximada de 5 km<sup>2</sup> (el 1% de la superficie del cantón).

Esta geoforma se caracterizó en campo en la localidad de Azogues. El depósito aluvial se caracterizó con un 70% de limo y un 30% de grava.



**Fotos 9 y 10.** Superficie de cono de deyección disectado. Sector Azogues.  
08/04/2014.

### 3.5.1.11. Abrupto de cono de deyección disectado (Cd4)

Al tratarse del límite de la geoforma anterior (superficie de cono de deyección disectado), se encuentran en continuidad y en el mismo lugar que esta. Es decir en la zona centro del cantón, al norte y sur de la ciudad de Azogues, en los sectores de Cushupucún a y Shapacal.

Se desarrollan en el mismo contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)* y presentan la misma litología.

No obstante, se caracterizan por una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 200 metros, y una longitud de la vertiente entre larga y moderadamente larga (de 50 a 500 metros) con vertientes de forma rectilínea.

Esta geoforma se caracterizó cerca de la localidad de Azogues. Subyaciendo al material deposicional se identificó un macizo rocoso de lutitas laminadas. Su estructura es sedimentaria, con un grado de fracturación alto, y un grado de meteorización y compactación media.



**Fotos 11 y 12.** Superficie de cono de deyección disectado y detalle de las lutitas laminadas. Sector Azogues. 08/04/2014.

#### 3.5.1.12. Badlands (Fb1)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona suroeste del cantón, en el sector de Damar, al sur de la localidad de Ayancay. Se presenta en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se trata de un área que presenta un modelado con intensa disección en surcos erosivos, cárcavas y barrancos, con frecuente agrietamiento en superficie y que está desprovista de suelo productivo. Se desarrolla en los materiales Miocénicos de la Formación Mangán (limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas).

Se caracteriza por una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo de 50 a 100 metros, con longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), drenajes de forma dendrítica, valles en V, cimas agudas y vertientes rectilíneas.

En la Formación Mangán, sector Ayancay, se caracterizó en campo un macizo rocoso de limolitas, lutitas y areniscas de grano fino. Presentaba una estructura sedimentaria, con fracturación, meteorización y compactación media con óxidos como material de relleno.



**Fotos 13 y 14.** Badlands y detalle del macizo rocoso de limolitas, lutitas y areniscas de la Formación Mangán. Sector Ayancay. 09/04/2014.

### 3.5.2. Fluvio-Lacustre

#### 3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1)

Esta geoforma está ubicada en el centro este del cantón, en el límite con el cantón Paute, en Loma Matuzana cerca de la localidad de la Morenita. Tiene una superficie inferior a 1 km<sup>2</sup> y se encuentra en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se trata de una depresión en la que el agua se acumula, de forma temporal o permanente, no ligada a valles fluviales ni a terrazas. Se caracteriza por una pendiente plana (de 0 a 2%).

### 3.5.3. Laderas

#### 3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 12% y el 70%. Los desniveles relativos presentan una amplia variabilidad (de 50 a más de 300 metros), con longitudes también muy variables predominando las muy largas (de más de 500 metros). Prácticamente no se observan diferencias morfométricas en los distintos contextos morfológicos. Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas. Principalmente sobre materiales Miocénicos de las formaciones Tarqui (tobas y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava), Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas), Mangán (limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas), Loyola (lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas) y Biblián (arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas). Pero también en materiales cretácicos de la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas), jurásicos de la Unidad Alao Paute

(metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles) y rocas metamórficas. Estos últimos únicamente en los contextos *Relieves de los márgenes de las cimas frías y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

En campo se caracterizó una vertiente rectilínea sobre la Unidad Alao Paute en el sector Pindilig. El macizo rocoso presentaba una estructura masiva, con un grado de fracturación medio, un grado de meteorización bajo y un grado de compactación alto.



**Fotos 15 y 16.** Vertiente rectilínea y detalle la Unidad Alao Paute. Sector Pindilig. 09/04/2014.

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

Al igual que la anterior, esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón, en especial en la mitad norte coincidiendo con el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se trata de la geoforma más representativa del cantón Azogues (ocupando aproximadamente 105 km<sup>2</sup>, el 22,2% de la superficie). Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. En el cantón se presentan en todos los contextos morfológicos a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Aparecen con pendientes de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desniveles relativos de rango muy variable, pero predominando los de más de 300 metros, con longitudes generalmente muy largas (más de 500 metros), con drenajes de forma dendrítica o subdendrítica y vertientes rectilíneas.

Geológicamente se desarrollan en todas las formaciones presentes en el cantón (Tarqui, Azogues, Mangán, Loyola, Guapán y Biblián), aunque también se desarrollan en la Formación Yunguilla (Cretácico), la Unidad Alao Paute (Jurásico) y Rocas metamórficas (Paleozoico).

No obstante, estas vertientes tan disectadas son más frecuentes en la Formación Tarqui, en las rocas metamórficas indiferenciadas y en la Unidad Paute.

En la Vegapamba se describió un macizo rocoso en esta geoforma, en la Formación Tarqui. El aglomerado riolítico presentaba una discontinuidad en estratos, un grado de fracturación y compactación altos. Presentaba un alto contenido de carbonato.



**Fotos 17 y 18.** Vertiente rectilínea con fuerte disección y detalle del macizo rocoso. Sector San Miguel. 07/04/2014.

En el sector Rivera, cerca de la localidad de Colepato, se caracterizó una vertiente rectilínea con fuerte disección en la Formación Tarqui, como se observa en las fotografías siguientes. La estructura del macizo rocoso era columnar, con una fracturación y una compactación alta y una meteorización media.



**Fotos 19 y 20.** Vertiente rectilínea con fuerte disección sobre la Formación Tarqui. Sector Rivera. 09/04/2014.

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

Son laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica.

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro y en el este del cantón en los sectores de Ucuchuym Shall y Turupamba al este y Yanacocha, Monjas, Chocar, Suimate y Cochipamba al centro. Ocupa una superficie aproximada de 44 km<sup>2</sup> (el 9% de la superficie del cantón).

Aparece en todos los contextos morfológicos presentes en el cantón a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Las formaciones geológicas sobre las que se desarrollan son, asimismo, muy variadas: Formación Tarqui, Formación Biblián, Formación Yunguilla, Unidad Aloe Paute y Rocas metamórficas indiferenciadas. Sin embargo, esta geoforma es mucho más frecuente en materiales de gran dureza como las limolitas masivas gris oscuras areniscas cuarzo-feldespáticas, calizas, grauvacas y areniscas tobáceas (de la Formación Yunguilla) y las Rocas metamórficas indiferenciadas.

Presentan pendientes fuertes y muy fuertes (del 40 al 100%) en las Rocas metamórficas indiferenciadas. Los desniveles relativos son de rango variable (de 50 a más de 500 metros) predominando los de más de 300 metros. Mayoritariamente las longitudes de vertiente son muy largas (más de 500 metros) aunque los rangos varían entre 50 y más de 500 metros.

### 3.5.3.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona este y oeste del cantón, en el sector de Pala Huaicu y en el oeste en el sector de Loma Cuichiagu, Verde Loma, y Loma Charón. Aparecen en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

En el primer contexto se desarrollan en la Formación Tarqui (Tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava), mientras que en el segundo contexto se asocian a Rocas metamórficas indiferenciadas.

Se trata de laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente superiores al 70%.

Se caracterizan por fuertes desniveles, de 100 a más de 300 metros.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona este del cantón, ocupando una superficie muy pequeña, y en contacto con el límite con el cantón Paute. Se ubica íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Presenta una pendiente muy fuerte (del 70 al 100%), un desnivel relativo superior a 300 m, y vertientes muy largas, de más de 500 metros, con formas predominantemente rectilíneas.

Se disponen sobre los materiales jurásicos de la Unidad Alao Paute (metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles).

### 3.5.3.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte a lo largo de todo el cantón, en todas las zonas cercanas a los límites con los cantones de Cañar, Biblián, Deleg, Paute, Sevilla de Oro, y Cuenca. Excepto en el *Medio aluvial de Sierra* aparece en todos los demás contextos morfológicos presentes en el área de estudio. Alcanza especial relevancia en los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Son laderas de perfil mixto o irregular, que presentan un amplio rango de pendientes (del 12 al 100%), y desniveles relativos importantes (en los contextos morfológicos donde tienen mayor presencia, superan a menudo los 300 metros). La longitud de la vertiente es mayoritariamente muy larga (más de 500 metros) pero también hay largas (de 250 a 500 metros). Las formas de la vertiente son principalmente irregulares, pero también hay mixtas y rectilíneas.

Al igual que la mayoría de los tipos de ladera identificados, se presentan sobre una gran variedad de sustratos, en todos los materiales Miocénicos del cantón (formaciones Tarqui, Azogues, Mangán, Loyola, Guapán y Biblián), pero también en la Formación Yunguilla, la Unidad Alao Paute y los cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llaico (aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas). Sin embargo es en la Formación Tarqui donde las vertientes heterogéneas son más comunes. Las vertientes heterogéneas, junto con las vertientes rectilíneas con fuerte disección son las geoformas más representativas del cantón Azogues.

En campo se describió un afloramiento en la Formación Tarqui, en el sector Pindilig. Las tobas volcánicas alteradas presentaban una estructura masiva, con un grado de fracturación y compactación medios y un grado de meteorización alto. Las discontinuidades eran de tipo diaclasa y presentaban un buzamiento de 22° y un azimuth de 315°.



**Fotos 21 y 22.** Vertiente heterogénea y detalle de las tobas volcánicas alteradas de la Formación Tarqui. Sector Pindilig. 10/06/2014.

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

Esta geoforma se encuentra en todo el cantón, en el norte en los sectores de loma Ningarapata, cerro Jalopungo; en el centro en los sectores de Pindilig, Asunción Dudas y Yacuicharina; en el este en Filo Yasuguay y Shinanpungo; y al sur en Cháncala, San Pedro y El Carmen.

Aparecen en todos los contextos morfológicos presentes en el cantón a excepción de las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* y del *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracterizan por presentar pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y más de 300 metros (predominando los de más de 300 metros) y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas irregulares.

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

Los deslizamientos son movimientos de ladera de una masa de suelo o roca que se producen a través de una superficie de rotura, cóncava o plana. En el área de cabecera del movimiento, suelen aparecer uno o más escarpes que indican el límite superior del deslizamiento. Son más fácilmente reconocibles cuando los movimientos han sido recientes, aunque dependiendo de su tamaño, topografía local y tipo de materiales en los que se produce, pueden llegar a identificarse incluso escarpes de deslizamientos muy antiguos (pre-holocenos, incluso).

Se han mapeado algunos de estos escarpes sobre diferentes litologías y contextos morfológicos. En concreto se encuentran en la zona centro este del cantón, en el sector de Ulunsaray. Aparecen en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

En el primer contexto citado estos escarpes están asociados a la Formación Tarqui (tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava); mientras que en el segundo aparecen en las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llacao (aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas).

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente predominantemente convexas, pendientes fuertes (del 40 al 70%) y desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros (en función de la magnitud del deslizamiento) y longitudes de la vertiente larga (de 250 a 500 metros).

#### 3.5.3.9. Coluvión reciente (Col1)

Se trata de 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.

Se encuentran repartidos por todo el cantón, en concreto en tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur*, y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica.*

Estos depósitos de ladera están constituidos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Se caracterizan por morfologías de perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas), pendientes variables (de 5 al 40%), con desniveles igualmente de rango muy amplio, de 15 a más 300 metros (en función de la magnitud del fenómeno) y longitudes comprendidas entre 15 y más de 500 metros.



**Foto 23.** Coluvión reciente. Sector Pindilig. 10/04/2014.

#### 3.5.3.10. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra repartida por todo del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. A diferencia de los coluviones recientes, los coluviones antiguos presentan un desarrollo vegetal que permite determinar que no se trata de un depósito actual.

Aparecen asociados a todos los contextos morfológicos a excepción del *Medio aluvial de Sierra*, pero su mayor presencia se da en las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas), pendientes variables (de 5 al 40%), con desniveles igualmente de rango muy amplio, de 15 a más de 300 metros y longitudes que superan los 250 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.

Esta geoforma fue caracterizada en campo al norte de la localidad de Dudas, en el sector Pindilig. Presentaba una pendiente media (del 12 al 25%), con un desnivel relativo de 15 a 25 metros y una forma de la vertiente irregular, con una longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros), como se observa en las fotografías siguientes.



**Fotos 24 y 25.** Coluvión antiguo y detalle del depósito de ladera. Sector Pindilig.  
10/04/2014.

#### 3.5.3.11. Macrocoluvión (Col3)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona suroeste del cantón, entre los sectores de Nunchiloma y Lajas, en la localidad Pampas Veintimilla. Se ubica en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Presenta una pendiente media (del 12 al 25%), desniveles relativos de 200 a 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y una forma de la vertiente convexa.

#### 3.5.3.12. 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). A veces estos escarpes no son mapeables por su tamaño o han quedado obliterados por una erosión posterior al movimiento. En esos casos, ciertos indicios ayudan a reconocer tales depósitos de deslizamiento (anomalías en la red drenaje y en la fisiografía local, con marcadas prominencias y rugosidades; geometría en planta de la masa deslizada que se adapta a concavidades situadas a mayor altura, etc.).

Estos depósitos se sitúan, mayoritariamente, en las mismas áreas geográficas que los escarpes de deslizamiento. Esta geoforma se encuentra en la zona centro y sur del cantón, ocupando pequeñas superficies, en el centro este está cercana a los sectores de San Andrés, Zarpay y Unig, en el centro oeste en los sectores de Joyapa y Chocar, al sureste en San Miguel, y al suroeste en Pacchamama y Sumbahuaicu.

Las pendientes de estos depósitos presentan gran variabilidad (del 12 al 70%), con desniveles que igualmente presentan rangos muy diversos (de 50 a más de 300 metros), en función de la magnitud del movimiento. La longitud de la vertiente es entre larga y muy larga (de 250 a más de 500 metros) con formas irregulares, convexas, y mixtas. Estas geoformas se producen por movimientos gravitacionales y por la inestabilidad del material que se desliza.

### 3.5.3.13. Cono de derrubios (Ld3)

Se encuentra en la zona sur del cantón, específicamente en el sector de Damar en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se trata de fragmentos rocosos, habitualmente al pie de laderas de pendiente pronunciada, con forma en planta en segmento de cono o abanico, transportados por un canal. Están constituidos por depósitos de ladera (derrubios antiguos), fragmentos rocosos de subangulares a angulares, con escasa matriz de finos.

Se caracteriza por una pendiente media (de 12 a 25%), con desniveles relativos de 25 a 50 metros, y longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con una forma convexa.

### 3.5.3.14. Talud de derrubios (Ld4)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro este del cantón, en los sectores de loma Picotapata y Filo Yasuguay. Aparece en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de 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. Están constituidos por depósitos de ladera (derrubios antiguos), fragmentos rocosos de subangulares a angulares, con escasa matriz de finos.

Presentan una pendiente media (de 12 a 25%), un desnivel relativo mayoritariamente comprendido entre 50 y 100 metros, una longitud de la vertiente entre moderadamente larga y muy larga (de 50 a más de 500 metros) y una vertiente cóncava.

## 3.5.4. Glaciar y periglacial

### 3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma está ubicada en el centro del cantón, en el sector de Pucarrumi, cerca de Loma Condorcillo. Se encuentra íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Un circo glaciar es una depresión del terreno en forma de anfiteatro, con bordes elevados, producida por la erosión glaciar en las paredes montañosas o en el nacimiento de los valles glaciares. En el caso del cantón Azogues este circo glaciar se desarrolla en los cretácicos de la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas).

Presentan una pendiente media (de 12 al 25%), desniveles relativos de 25 a 50 metros, con longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), y con vertientes de forma cóncava.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro este del cantón en el sector de Capulí Pamba y de la loma Verde Llano. Se ubica en dos contextos morfológicos distintos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Se trata de antiguos depósitos glaciares disectados y modelados por los cauces que atraviesan la geoforma. El depósito está compuesto por bloques heterométricos y gravas, empastados en una matriz de tipo limo-arenoso. Presentan pendientes medias (de 12 a 25%) y, en menor proporción, suaves (de 5 a 12%).

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro este del cantón entre la loma Amandel y el Cerro Rumicruz; en el centro del cantón en el sector de Nudpud, y en el centro oeste en el sector de la loma Shaguín. Se sitúa íntegramente en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de pequeñas depresiones sin lámina de agua permanente, de origen glaciar. Están rellenas por depósitos superficiales indiferenciados. Se caracterizan por pendientes de planas a suaves (de 0 a 12%).

#### 3.5.5. Volcánico

##### 3.5.5.1. Superficie de meseta volcánica (Rv1)

Esta geoforma se encuentra en el extremo suroeste del cantón, en el límite con los cantones Deleg y Cuenca, en el sector entre Borma y Cochapamba. Su extensión en el cantón es inferior a 1 km<sup>2</sup> y se ubica en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se trata de una superficie plana u ondulada constituida por materiales volcánicos, que se eleva respecto al entorno circundante. En el cantón Azogues se desarrolla sobre los materiales cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llaqueo (aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco y secuencia volcánico-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas). Se caracteriza por una pendiente muy suave (del 2 al 5%).

##### 3.5.5.2. Vertiente de meseta volcánica (Rv4)

Esta geoforma se encuentra en continuidad con la anterior. Se trata de la ladera que culmina con la superficie de meseta volcánica. Ambas geoformas, vertiente y superficie, pueden estar separadas por una cornisa de meseta volcánica, que en este caso no es mapeable.

Se encuentra en el mismo contexto morfológico que la superficie de meseta volcánica (*Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*) y se desarrolla

en la misma litología Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llaao (aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas).

Se caracteriza por una pendiente fuerte (de 40 al 70%), un desnivel relativo comprendido entre 100 y 200 metros, una longitud de la vertiente larga (de 250 a 500 metros) y una vertiente con forma cóncava.

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

Esta geoforma está ubicada en el extremo sureste del cantón, en el sector de San Miguel y en el límite con el cantón Paute, al este de la localidad de San Vicente de Chamana. Se ubica íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, y se desarrolla en la Formación Tarqui (tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Esta geoforma se desarrolla sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes. Presenta, en su conjunto, un cierto grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 25 y 100 metros.

Esta unidad geomorfológica, de muy reducidas dimensiones (aproximadamente 1 km<sup>2</sup>), presenta cimas redondeadas con vertientes mixtas, pendientes medias (de 12 al 25%), una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con vertientes de perfil mixto. La forma del drenaje es subdendrítico con valles en V.

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

Similar a la anterior geoforma en cuanto a su reducido tamaño y ubicada en la misma zona geográfica y contexto morfológico, da lugar a elevaciones de hasta 200 metros de desnivel relativo. Se caracteriza por presentar pendientes de media a fuerte (de 25 a 40%), cimas redondeadas y vertientes mixtas, con una longitud de vertiente larga que varía entre 250 a 500 metros. La forma del drenaje es dendrítico con valles en V.

Geológicamente se encuentra asociada a los mismos materiales que la anterior geoforma: tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava de la Formación Tarqui. Presenta una superficie aproximada de 5 km<sup>2</sup> (el 1% de la superficie del cantón).

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

Esta geoforma se encuentra en la zona centro este del cantón, cerca de loma Shuclo Yubar, loma Amancel, y loma Nuñurcu, en el sector Taday. Se ubica en dos contextos morfológicos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

En el primer contexto citado se desarrolla en los materiales Jurásicos de la Unidad Alao Paute (metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles), mientras que en el segundo contexto se desarrolla en los materiales Miocénicos de la Formación Tarqui (tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Se trata de una superficie de geometría ondulada, desarrollada sobre materiales volcánicos, independiente de la edad, tipo o génesis de los mismos. Se caracterizan por presentar una pendiente predominantemente suave (del 5 al 12%), con una longitud de la vertiente muy larga (más de 500 metros), y vertientes de forma irregular.

### 3.5.6. Estructural

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro sur del cantón, cerca de la localidad Antonio Borrero, en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Estas superficies están ligeramente inclinadas en la misma dirección y sentido del buzamiento de las capas sobre las que se desarrollan. En este caso presenta una superficie inferior a 1 km<sup>2</sup>, pendientes de media a fuertes (de 25 al 40%), con desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros, y longitudes de la vertiente largas (de 250 a 500 metros) con vertientes de forma rectilínea.

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

Estas geoformas se encuentran en la zona sur del cantón, en los sectores de Cháncala, Santa Martha, Huarangu Chico y Huarangu Grande. Están incluidas en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Se desarrollan íntegramente en los materiales Miocénicos de las formaciones Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas) y Guapán (lutitas laminadas, areniscas tobáceas oscuras).

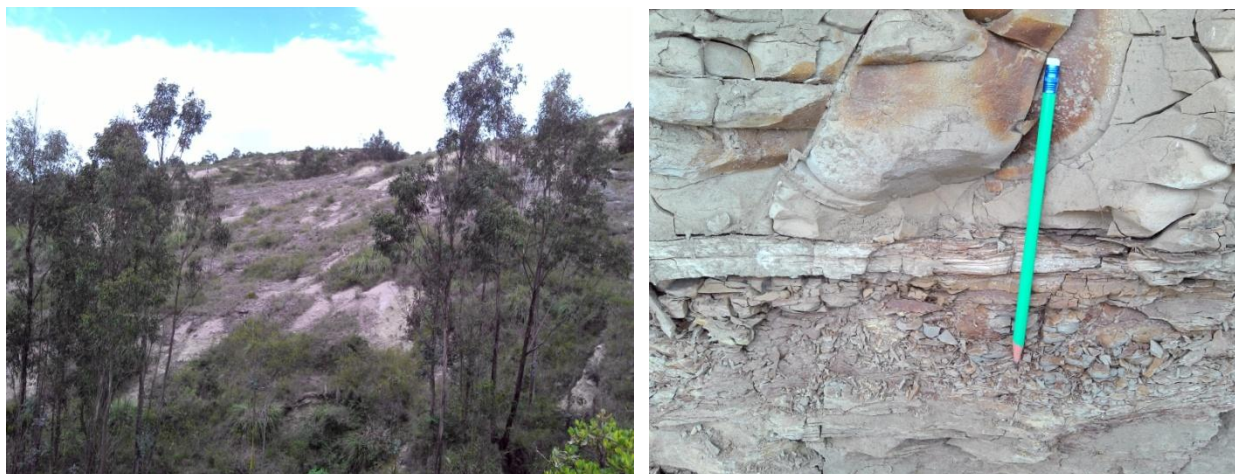
En ambas formaciones estas geoformas presentan una longitud de la vertiente corta (de 15 a 50 metros), con un drenaje de forma subdendrítica y valles en forma de V, con cimas redondeadas y vertientes irregulares.

Sin embargo en la Formación Azogues los pendientes son de media a fuertes (de 25 al 40%), y el desnivel relativo está comprendido entre 15 y 50 metros. En cambio en la Formación Guapán los pendientes son menores (de 12 al 25%) al igual que el desnivel relativo (de 5 a 15 metros).

Esta geoforma fue caracterizada en campo, en la Formación Azogues, cerca de Huarangu Chico, sector Purcay. Se diferenciaron dos litologías.

En la litología superior (arcillas, limos y lutitas) el macizo rocoso presentaba una estructura sedimentaria, con discontinuidades de tipo estrato, una fracturación alta, una meteorización baja y una compactación media.

En la litología inferior (areniscas tobáceas de grano medio a grueso) el macizo presentaba una estructura sedimentaria, con un grado de fracturación alto, un grado de meteorización bajo y un grado de compactación medio.



**Fotos 26 y 27.** Superficie de cuesta disectada y detalle de las arcillas, limos y limolitas (superior derecha) y de las areniscas tobáceas (inferior). Sector Purcay. 07/04/2014.

### 3.5.6.3. Frente de cuesta (Ei3)

Esta geoforma da lugar a un abrupto que constituye el límite de las dos últimas geoformas descritas: superficie de cuesta (Ei1) y superficie de cuesta disectada (Ei2). Se encuentra en continuidad con estas geoformas en la zona sureste del cantón, en los sectores de Huarangu Grande y Huarangu Chico.

Se localizan íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)* y se desarrollan en la Formación Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas).

Se caracteriza por una pendiente fuerte (del 40 al 70%), desniveles relativos de rango variable (de 5 a 200 metros), con longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) en su mayoría, y vertientes de forma rectilínea.

Esta geoforma se caracterizó cerca de Huarangu Chico en el sector San Miguel. El macizo rocoso de la Formación Azogues (areniscas tobáceas) presentaba una estructura sedimentaria, un grado de fracturación alto, un grado de meteorización bajo y un grado de compactación medio.



**Fotos 28 y 29.** Frente de cuesta y detalle de las areniscas tobáceas de la Formación Azogues. Sector San Miguel. 07/04/2014.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona centro sur del cantón, cerca de las localidades de Antonio Borrero, San Ignacio de Loyola y Cháncala, en el sector San Miguel. Se ubican íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Son las laderas que culminan en las superficies de cuesta, separadas por el frente de cuesta, que generalmente ha podido ser mapeado para este cantón. Se localizan por tanto en los mismos emplazamientos geográficos que las superficies y superficies disectadas de cuesta y en idénticos contextos morfológicos. Los atributos morfológicos y morfométricos presentan algunas diferencias en función de la litología en la que se emplazan, Formación Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas) o Formación Loyola (lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas).

En la Formación Azogues las pendientes oscilan de media a fuertes hasta fuertes (del 25 al 70%), presentan unos desniveles relativos entre 50 y 200 metros, con una longitud de la vertiente variable entre 50 y 500 metros, y vertientes con forma irregular.

En la Formación *Loyola las pendientes* son medios (del 12 al 25%), con un desnivel relativo comprendido entre 15 y 100 metros y longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), y formas de la vertiente entre cóncavas e irregulares.

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

Esta geoforma se encuentra al suroeste del cantón, en los sectores de Ayancay, Mesa Loma, San Alfonso, San Nicolás y Macas, entre las localidades de San Nicolás y de Cochapampa (en la margen derecha del río Burgay). Se ubican totalmente en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

En el cantón Azogues se desarrollan en los materiales Miocénicos de las formaciones Azogues y Mangán. Sus características morfométricas varían poco entre una litología y otra.

En general se caracterizan por presentar una pendiente generalmente fuerte (de 40 al 70%) pero también de media a fuerte (de 25 al 40%), con desniveles relativos variables de 50 a 200 metros, y longitudes de la vertiente de 50 a más de 500 metros, y vertientes con forma rectilínea e irregulares en menor porcentaje. Ocupa una extensión aproximada de 4 km<sup>2</sup> (el 0,8% de la superficie del cantón).

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

Constituye el abrupto de las superficies de chevron. Sus pendientes varían entre fuertes a muy fuertes (de 40 al 100%) y dan lugar a formas de vertiente rectilíneas. Se encuentran en el mismo sector que las superficies de chevron y en el mismo contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se desarrollan en los materiales Miocénicos la Formación Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas) y presentan un desnivel relativo comprendido entre 50 y 200 metros con longitudes de la vertiente de 50 a 500 metros y vertientes rectilíneas.

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

Esta geoforma se sitúa inmediatamente por debajo de los frentes de chevron o, en caso de que éstos no sean representables, se identifican bajo las propias superficies de chevron. Se emplazan en los mismos contextos morfológicos que las geoformas con las que van ligadas y presentan ciertas variaciones en sus atributos morfométricos y morfológicos.

Se ubican en la zona suroeste del cantón, en los sectores de Sicsipamba Chico, Ayancay, Lajas, Nunchiloma, San Alfonso; en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se desarrollan en los materiales Miocénicos de las formaciones Azogues, Mangán y Loyola. Siendo más comunes en la Formación Loyola (lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas).

En la Formación Azogues presentan un pendiente fuerte (de 40 al 70%), un desnivel relativo entre 25 y 50 metros, una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con vertientes de forma rectilínea.

En la Formación Mangán la pendiente oscila de media a fuerte hasta fuerte (del 25 al 70%), se caracterizan por un desnivel relativo de 50 a 200 metros, con longitudes de la vertiente de rango muy variable (de 50 a más de 500 metros), la forma de la vertiente es principalmente cóncava pero también se han identificado rectilíneas.

Finalmente, en la Formación Loyola las pendientes son más suaves (del 12 al 25%), con desniveles relativos entre 100 y 200 metros y longitudes muy largas (de más de 500 metros) y vertientes de forma irregular.

Esta geoforma fue caracterizada en campo en el sector San Nicolás en la Formación Loyola (lutitas laminadas claras, con yeso; localmente, areniscas y conglomerados basales con niveles de arcillas y limolitas). Presentaba una estructura sedimentaria, con una fracturación alta, y una meteorización y compactación medias.



**Fotos 30 y 31.** Vertiente de chevron y detalle de las lutitas laminadas con yeso de la Formación Loyola. Sector San Nicolás. 08/04/2014.

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

Esta geoforma se localiza en la zona sur del cantón en los sectores de Loma Lajas, Ayancay, Santa Martha, loma Tocchi y cerca del poblado Cogitambo. Se encuentran en dos contextos morfológicos distintos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Se desarrollan en las materiales Miocénicos de la Formación Azogues (areniscas tobáceas de grano medio a grueso; niveles de conglomerados y capas poco potentes de arcillas, limos y lutitas) como se puede ver en la fotografía y de la Formación Mangán (limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas). Siendo más habituales en la Formación Azogues.

En la Formación Azogues presentan una pendiente de media a fuerte hasta fuerte (del 25 al 70%), con un desnivel relativo comprendido entre 25 y 50 metros, y una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con vertientes de forma rectilínea y cóncava.

En la Formación Mangán las pendientes son medias a fuertes (de 25 al 40%), con desniveles comprendidos entre 50 y 100 metros y una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con vertientes de forma irregular y rectilínea.



**Fotos 32 y 33.** Restos de superficie estructural en las areniscas tobáceas de la Formación Azogues. Sector el Tablón, San Miguel. 07/04/2014.

### 3.5.7. Tectónico-erosivo

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

Estos relieves se sitúan preferentemente en la zona suroeste del cantón, en el sector de la loma Curiquinga y Angoloma. Aparecen en dos contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

En el primer contexto morfológico, en los paisajes de páramo, se desarrollan en la Unidad Alao Paute (Jurásico), mientras que en los relieves de fondo se desarrollan en la Formación Mangán (Mioceno). Esta geoforma se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 50 y 100 metros.

Sus características morfométricas presentan pocas variaciones entre ambos contextos y litologías. Se caracterizan por una pendiente fuerte (de 40 al 70%) en la Unidad Alao Paute y media (de 12 a 25%) en la Formación Mangán. En ambas litologías la longitud de la vertiente es moderadamente larga (de 50 a 250 metros). Los valles son en V, con cimas redondeadas y las vertientes generalmente cóncavas, también convexas en menor proporción.

### 3.5.7.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma se encuentra en la zona céntrica del cantón, entre la Loma Santo Tomas y Loma Tuctoloma, y en la Loma Gualún.

Estos relieves aparecen asociados en el cantón a dos contextos morfológicos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*. Se desarrollan íntegramente en los materiales cretácicos de la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas).

Las pendientes son de media a fuertes hasta fuertes (del 25 al 70%), con longitudes de la vertiente largas (de 250 a 500 metros), con valles en V, cimas redondeadas y vertientes generalmente irregulares, pero también rectilíneas. Ocupa una superficie aproximada de 5 km<sup>2</sup> (el 1% de la superficie total del cantón).

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona céntrica del cantón, en los sectores de Suimate, Legabuga, Santilla, Loma Daco, y Loma Ayopamba. Se ubica en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se desarrollan íntegramente en las tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Se caracteriza por presentar un desnivel relativo comprendido entre 200 y 300 metros, pendientes fuertes hasta muy fuertes (de 40 al 100%), con longitudes de la vertiente comprendidas entre 250 y más de 500 metros, cimas de formas redondeadas, y agudas en menor proporción, y laderas de formas cóncavas y mixtas.

Esta geoforma se caracterizó en campo en el pico Abuga, en el sector Azogues.



**Fotos 34 y 35.** Relieve colinado muy alto. Localidad Azogues. 09/04/2014.

#### 3.5.7.4. Relieve montañoso (Rt7)

Este relieve se encuentra en la zona central del cantón en el sector de Loma Yegua Corral. Aparece en dos contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

En los paisajes de páramo se desarrollan en la Formación Yunguilla, mientras que en las vertientes y relieves superiores se desarrollan en Rocas metamórficas diferenciadas.

#### 3.5.8. Poligénicas

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

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el cantón. Se localiza en cuatro de los seis contextos morfológicos definidos en el cantón Azogues: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*, iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica* y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente rellenando vaguadas y fondos de pequeños drenajes, cuyos materiales proceden tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial. Su litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

Sus características son relativamente iguales en todos los contextos: presentan pendientes de muy suaves a fuertes (del 5 al 70%) y formas del valle plano y en V. En el Medio aluvial de Sierra, sin embargo, las pendientes son mayores (de 40 al 70%) y los valles presentan exclusivamente formas en V.

Esta geoforma fue documentada en campo en el sector Taday. El depósito superficial presentaba mucha cantidad de materia orgánica.



**Fotos 36 y 37.** Coluvio-aluvial reciente y detalle del depósito superficial. Sector Taday (Salashún). 09/04/2014.

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

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón, en la zona norte, centro y sur. En el norte se encuentra asociada al río Sipanche, en las quebradas Alazón, Canún y Manzana; en el centro en las quebradas Gulay, Tansaray, Guzmán y Llauray, y el río Ramada; en el sur por las quebradas Agua Sucia, Rayo Loma, Shullin, y Chusquín. Se presentan en cuatro de los seis contextos morfológicos presentes en el cantón: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*, iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*, y iv) *Medio aluvial de Sierra*.

De características muy similares a las de la anterior geoforma, se les considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

Tienen pendientes mayoritariamente medias a fuertes (de 12 a 70%) y formas de valle generalmente en V, pero también planas y en U.

### 3.5.8.3. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona céntrica del cantón, en los sectores de loma Ñuctusca, Huanuña, loma Yanacocha, Shinapungo, Tuctoloma, y loma Cuichicu. Presenta una superficie de prácticamente 3 km<sup>2</sup> y se encuentra en dos contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética, en este caso se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en la escorrentía superficial concentrada. Aparece sobre las formaciones Tarqui y Yunguilla.

Presenta pendientes generalmente medias (de 12 al 25%), pero también suaves (de 5 al 12%) en la Formación Tarqui, y las incisiones, con formas de valle en V y cimas redondeadas, aparecen con desniveles relativos variables, comprendidos entre 5 y 50 metros, con vertientes rectilíneas moderadamente largas (de 50 a 250 metros).



**Foto 38.** Superficie horizontal disectada. Sector Taday (Shinanpungo). 10/06/2014.

#### 3.5.8.4. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón. En el norte está en el sector de Manzana Huaicu, en el centro en los sectores de Quesera, Pucarrumi, loma La Guardia, Aguilan, Huapán, Pachincay; y en el sur en los sectores de Corralón, Vegapamba, Chocar, y Jatumpamba. Se encuentra en cuatro de los seis contextos morfológicos presentes en el cantón: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica* y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

Mayoritariamente se desarrollan en la Formación Biblián y en la Formación Tarqui (en un 68% de los casos). Sin embargo también se han mapeado superficies inclinadas en depósitos kársticos (travertino), en los cuaternarios Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llaqueo, en las formaciones Miocénicas de Azogues, Mangán, Loyola, Guapán, en la formación Cretácica Yunguilla, y en los Jurásicos de la Unidad Alao Paute. Ocupan una superficie aproximada de 20 km<sup>2</sup> (el 4,2% de la superficie total).

Presentan pendientes de medias hasta media a fuertes (del 12 al 40%), con vertientes principalmente irregulares pero también rectilíneas. Los desniveles relativos son muy variables, siendo los más habituales los comprendidos entre 200 y más de 300 metros, con longitudes de la vertiente muy largas (más de 500 metros).

Esta geoforma fue documentada en campo en la Formación Biblián (arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas). La estructura del macizo rocoso era sedimentaria, con un grado de fracturación alto, y una meteorización y compactación medias. Presentaba un buzamiento de 21° y un azimuth de 119°.



**Fotos 39 y 40.** Superficie inclinada y detalle de las areniscas tobáceas de la Formación Biblián. Sector sur de San Nicolás. 07/04/2014.

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

Similar a la anterior geoforma (Superficie inclinada, Si2), pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro (a la altura de la loma Condorcillo) y al sureste del cantón (sector de Luis Cordero). Se encuentra en dos contextos morfológicos distintos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se desarrollan exclusivamente en la Formación Tarqui, tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

En los paisajes de páramo presentan una pendiente de media a fuerte (de 25 al 40%), un desnivel relativo de 5 a 15 metros, con longitudes de la vertiente cortas (del 15 a 50 metros), incisiones con formas de valle en U, cimas redondeadas y vertientes irregulares.

En las vertientes y relieves superiores la pendiente es media (de 12 al 25%), con un desnivel relativo de 50 a 100 metros, una longitud de la vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros), incisiones con formas del valle en V, cimas redondeadas y vertientes irregulares.

#### 3.5.8.6. Cerro testigo (Rr4)

Los cerros testigo identificados se sitúan en el centro norte y sur del cantón, en el centro están en el límite con el cantón Cañar, y en el sur con el cantón Paute. Los dos presentan una superficie inferior a 1 km<sup>2</sup>. Aparecen en dos contextos morfológicos distintos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, y Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

Los cerros testigo presentan una litología más resistente a la erosión que las geoformas de su entorno o bien se han quedado aislados y rodeados por materiales sedimentarios.

En los paisajes de páramo se desarrolla en la Formación Tarqui, presenta una pendiente fuerte (del 40 al 70%), con desniveles relativos comprendidos entre 50 y 100 metros, con longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), formas del drenaje radial, vertientes cóncavas y cimas redondeadas.

En las vertientes y relieves inferiores se desarrolla en la Formación Azogues, presenta una pendiente fuerte (del 40 al 70%), con desniveles relativos comprendidos entre 25 y 50 metros, con longitudes de la vertiente moderadamente largas (de 50 a 250 metros), formas del drenaje subparalelo, vertientes rectilíneas y cimas redondeadas.

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

Esta unidad geomorfológica se presenta con mayor profusión en la zona norte, centro y sur del cantón. En el norte en los sectores de Cerro Tamianmanga y Sorosacha; en el centro en los sectores de Mama Juliana, San Miguel y Yanuarumi; y en el sur en los sectores de Cuchun y Tutucun. Se identifican en todos los contextos morfológicos a excepción del *Medio aluvial de Sierra*. Aunque aparece con mayor profusión en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimaras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes. Presentan pendientes de media a fuertes hasta fuertes (del 12 al 70%).

Las formaciones geológicas en las que se desarrollan son los materiales cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llacao (aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas), jurásicos de la Unidad Alao Paute (metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles) y en los paleozoicos de las Rocas metamórficas indiferenciadas. Esta geoforma es más representativa en la Formación Tarqui y en la Formación Yunguilla.



**Fotos 41 y 42.** Interfluvio de cimas redondeadas. Sector Taday. 10/04/2014.

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

Esta geoforma está ubicada principalmente en la zona norte y centro del cantón, en el norte está en los sectores de Cuchilla Pucara, Cerro Pilishurco, La Troncha de Arévalo, Pucara, Yanacocha, Duda Loma, El Rodeo; y en el centro está en los sectores de Yanuarumi y Huablicuy. Se identifican en todos los contextos morfológicos a excepción del *Medio aluvial de Sierra*.

Esta geoforma es más representativa en la Unidad Alao Paute y en la Formación Tarqui.

La litología de estas formaciones incluye materiales de considerable resistencia a la erosión, que facilitan la persistencia de estas geoformas de cima aguda.

Se caracterizan por una pendiente generalmente fuerte (del 40 al 70%). Aunque también se han descrito pendientes de media a fuertes (de 25 al 40%) y medias (de 12 al 25%).

#### 3.5.8.9. Macizo rocoso (Sdv1)

Esta geoforma se encuentra en la zona suroeste del cantón, en Loma Curiquinga. Se desarrolla en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*, en la Formación Biblián (arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas).

Se trata de un 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.

Presenta una pendiente muy fuerte (de 70 al 100%), un desnivel relativo de 100 a 200 metros, una longitud de la vertiente muy larga (más de 500 metros), con una forma de la cima redondeada y una vertiente mixta.

En campo se caracterizó un macizo rocoso en la Formación Biblián (arcillas arenosas, a menudo rojizas y con presencia de yeso, y areniscas tobáceas gruesas), en el sector Cojitambo. El macizo rocoso presentaba una estructura masiva, con un grado de fracturación medio, un grado de meteorización bajo y un grado de compactación alto. Se identificaron óxidos como material de relleno de las diaclasas. Se tomó un buzamiento de  $50^\circ$  y un azimuth de  $270^\circ$ .



**Fotos 43 y 44.** Macizo rocoso y detalle de la Formación Biblián. Sector Cojitambo. 08/04/2014.

### 3.5.9. Otras geoformas

#### 3.5.9.1. Superficie intervenida (O5)

Estas superficies se encuentran ubicadas en la zona centro sur y en el límite noreste del cantón siguiendo el cauce del río Paute.

En el límite noreste coincide con la lámina de agua del embalse y la presa del río Paute. Se encuentra en el contexto de *Medio aluvial de Sierra*.

En la zona centro se trata de una cantera que explota depósitos kársticos (travertino) y se ubica al norte de la localidad de Azogues. Se encuentra en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Sur)*.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Azogues tiene 606 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 472 km<sup>2</sup> ya que los restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay). La topografía varía en un rango de 2.200 a 3.800 msnm.

En el cantón Azogues se pueden diferenciar cuatro dominios fisiográficos, todos enmarcados en la región Sierra.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Representa una extensión importante en el territorio estudiado (35,2%) sobre todo en la mitad central del cantón. Está representado por *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y por *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

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

El contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* abarca aproximadamente el 17% de la superficie, ubicándose mayoritariamente en el extremo sur y en la zona central de este. Posee modelados relativamente constantes y se caracteriza por relieves suaves con huella poco marcadas de origen glacial.

Se desarrolla principalmente sobre materiales Miocénicos de las formaciones Tarqui y Biblián, pero también en materiales Cretácicos de la Formación Yunguilla y Jurásicos de la Unidad Alao Paute.

Las geoformas más características de este contexto son los interfluvios (predominando los de cimas estrechas), las vertientes de todo tipo (rectilíneas y heterogéneas con fuerte disección o con abruptos), y los relieves colinados.

A su vez, los *Relieves de los márgenes de las cimas frías* poseen modelados relativamente constantes, se caracterizan por ser generalmente un abrupto. En el cantón Azogues este contexto se encuentra en la zona norte y centro norte del cantón, en torno a los paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, en el sector central.

Se desarrolla principalmente en materiales Jurásicos de la Unidad Alao Paute, y también Cretácicos de la Formación Yunguilla. Con menor representatividad, las vertientes (mayoritariamente rectilíneas y heterogéneas con fuertes disección) y los interfluvios se desarrollan en materiales Miocénicos de las formaciones Tarqui y Biblián, o en Rocas metamórficas Paleozoicas. Se han identificado también depósitos de ladera y depósitos fluvio glaciares.

Las geoformas más representativas de este contexto son las vertientes de todo tipo, sobre todo las rectilíneas y heterogéneas con fuerte disección, y los interfluvios de cimas estrechas y redondeadas.

- 2. Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Este dominio es el más extenso del área de estudio, representa el 48,4% de la superficie (aproximadamente 229 km<sup>2</sup>). Se dispone en el extremo nororiental, y está representado por *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*, y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, Sierra Sur*.

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el otro dominio del corredor interandino, los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.

El contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de la Sierra Central. Los modelados dominantes originan vertientes rectilíneas, con grado de disección variable y fuertes pendientes. Especialmente en las inmediaciones de Azogues, el contexto se emplaza principalmente sobre la Formación Tarqui, formación sometida a una intensa disección por una red hidrográfica apenas jerarquizada.

No obstante, las vertientes (principalmente rectilíneas, heterogéneas y abruptas con fuerte disección), los relieves colinados y los interfluvios característicos de este contexto también se desarrollan en materiales antiguos de la Formación Yunguilla (Cretácico), de la Unidad Alao Paute (Jurásico) y en Rocas metamórficas (Paleozoico).

En el cantón Azogues, este contexto se ubica en la zona noreste y sureste del cantón, entre el dominio de Vertientes y relieves Inferiores de las Cuencas Interandinas. Se trata del contexto con más representatividad en el cantón (el 33,7% de la superficie).

Por su parte, el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica, Sierra Sur* representa la continuación, bajo condiciones climáticas más secas, de las vertientes superiores con

características morfológicas similares, siendo sus principales diferencias las derivadas de los procesos morfodinámicos actuales.

Además de los depósitos de ladera, aluviales y coluvio aluviales se desarrolla principalmente en materiales Miocénicos (formaciones Tarqui, Azogues, Loyola, y Guapán) y en menor proporción en la Formación Yunguilla (Cretácico), Unidad Alao Paute (Jurásico) y Rocas metamórficas (Paleozoico).

Son geoformas características de este contexto los conos de deyección, las superficies de cuesta y las vertientes (principalmente rectilíneas y heterogéneas) con disección o fuerte disección.

- 3. Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Este dominio se opone muy claramente al anterior (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Su origen, netamente estructural, condiciona que la altitud a la que se sitúan dependa tanto de la amplitud del hundimiento tectónico como del espesor del posterior relleno de depósitos (lacustres, fluviales y volcánicos, principalmente). Este dominio ocupa una extensión de aproximadamente 54 km<sup>2</sup> (el 11,4% de la superficie total).

En el cantón Azogues, este dominio se dispone en el extremo suroccidental del área de estudio (entre las localidades de Cojitambo y Deleg), y está representado por *Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica*.

En concordancia con su altitud, su morfología se compone principalmente de superficies onduladas, relieves colinados, vertientes heterogéneas o rectilíneas, además de conos de derrubios, depósitos de deslizamiento y todo un conjunto de geoformas de pendientes suaves a medias, a excepción de encañonamientos, gargantas y chevrons que se desarrollan principalmente en materiales Miocénicos.

En este contexto se encuentran únicamente los materiales volcánicos cuaternarios de las Tablas de Gualaceo y volcánicos de Llacao, aglomerado volcánico con matriz de vidrio blanco (Llacao) y secuencia volcano-sedimentaria bien estratificada con predominio de tobas (Gualaceo).

- 4. Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 23 km<sup>2</sup>, este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. El dominio incluye las diferentes formas fluviales de la red hidrográfica actual y sus depósitos asociados en la región Sierra. Sus drenajes se dirige principalmente hacia la Cuenca Amazónica.

Se consideran pertenecientes a este dominio, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, encañonamientos) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales).

En el cantón esta unidad está dominada por la acción de los ríos Dudas, Mazar, y Sipanche al norte (con dirección preferencial NE-SO y E-O), por los ríos Macas y de las Ramadas en el centro (con dirección preferencial E-O) y por el río Burgay al sur (con dirección preferencial N-S). Estos cauces y sus múltiples afluentes conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón han provocado la aparición de terrazas y valles fluviales.

Cabe decir que en este medio se encuentran los cauces que constituyen los afluentes para el embalse de presas hidroeléctricas importantes, ya que presentan condiciones topográficas, geológicas, geográficas y pluviométricas ideales para este tipo de obras.

Uno de los aspectos más singulares del cantón Azogues es la influencia del dominio Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas y la ausencia generalizada de cobertura piroclástica. En este sentido, las vertientes heterogéneas, junto con las vertientes rectilíneas con fuerte disección son las geoformas más representativas del cantón Azogues.

El valle fluvial del río Burgay (en confluencia con el valle de Paute) es la geoforma más importante del cantón puesto que representa un testigo de una fase de calma momentánea en el vigoroso proceso de encajonamiento (en los relieves monoclinales de Azogues) que resulta ser la marca distintiva de toda la parte central del valle del Paute. Su encausamiento posterior siguiendo los ejes tectónicos andinos es consecutivo a los procesos de regularización de los perfiles longitudinales debido al levantamiento continuo de los Andes.

Las terrazas del valle del río Burgay se encuentran en el núcleo de un sinclinal, el cual favorece su aparición como material de relleno.

Merecen destacarse algunas relaciones observadas entre geoformas y sustrato geológico, tanto en su disposición geométrica como en los componentes litológicos que lo constituyen.

Los relieves volcánicos colinados (altos y medios) se desarrollan en el cantón íntegramente en la Formación Tarqui (tobas y aglomerados dacíticos, riolíticos y andesíticos caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Los materiales Cretácicos de la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas) están relacionados con los relieves colinados altos y los relieves montañosos.

Las vertientes con fuerte disección suelen estar asociadas a los materiales Jurásicos de la Unidad Alao Paute (metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles).

## V. BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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-Minero-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-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Azoguez (Hoja 73), esc. 1:100.000. DGGM. Quito.


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. 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.

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

## ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

**1. Datos Generales**

Identificación

Código Ficha  Fecha descripción

Código Salida  Código Responsable  Número Ficha

Coordenadas

Longitud:  Ubicación

Latitud:  PROVINCIA

Altitud:  CANTON

PARROQUIA

**2. Descripción**

Contexto Morfológico

Geoforma  Pendiente

Forma Cima  Desnivel Relativo

Forma Vertiente  Longitud Vertiente

Forma Valle  Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

**3. Macizo Rocoso**

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

**4. Depósitos Superficiales**

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales  Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

**#. Observaciones Generales**

Sincroniza con Geomorfología
  Guardar



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

CGg-ÑV_E1-57-0032	CGg-ÑV_E1-57-0061	CGg-ÑV_C4-57-0089
CGg-ÑV_E1-57-0034	CGg-ÑV_E1-57-0063	CGg-ÑV_C4-57-0090
CGg-ÑV_E1-57-0036	CGg-ÑV_E1-57-0077	CGg-ÑV_C4-57-0095
CGg-ÑV_E1-57-0037	CGg-ÑV_E1-57-0078	CGg-ÑV_C4-57-0097
CGg-ÑV_E1-57-0046	CGg-ÑV_C4-57-0080	CGg-ÑV_C4-57-0098
CGg-ÑV_E1-57-0051	CGg-ÑV_C4-57-0081	CGg-ÑV_C4-57-0099
CGg-ÑV_E1-57-0047	CGg-ÑV_C4-57-0082	CGg-ÑV_C4-57-0103
CGg-ÑV_E1-57-0048	CGg-ÑV_C4-57-0084	CGg-ÑV_C4-57-0106
CGg-ÑV_E1-57-0050	CGg-ÑV_C4-57-0086	CGg-ÑV_C3-54-0167
CGg-ÑV_E1-57-0052	CGg-ÑV_C4-57-0087	
CGg-ÑV_E1-57-0059	CGg-ÑV_C4-57-0104	



### 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 geoformas presentan más alargada y aplanada su zona superior, debido a que el frente de alteración adopta un patrón geométrico subparalelo a la superficie. Son exclusivas de la región Amazonía.

**COLINAS EN MEDIA NARANJA:** colinas redondeadas, de contornos elípticos, que se presentan agrupadas con extensiones variables. Son exclusivas de la región Amazonía y obedecen, fundamentalmente, a procesos de intensa meteorización

química, por la progresión en profundidad del frente de alteración en geometrías onduladas.

**COLUVIO-ALUVIAL RECIENTE:** depósito superficial, cuyos materiales proceden tanto de las laderas que atraviesan como del transporte ligado a una dinámica fluvial restringida. Habitualmente, rellenan vaguadas y los márgenes de pequeños drenajes, aunque también pueden situarse, con límites difusos, en zonas de transición de laderas y sus depósitos de piedemonte a otras geoformas ligadas a drenajes mayores. Por contraposición con la geoforma *coluvio-aluvial antiguo*, en éstos el grado de disección es bajo y no cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**CONO SIN ACTIVIDAD VOLCÁNICA ACTUAL Y MODERADO RETOQUE GLACIAR:** cono volcánico, sin actividad en los últimos 500 años (de acuerdo al Instituto Geofísico del Ecuador), que no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios y en el que, por tanto, la remodelación 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 geofoma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

## -S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**SUPERFICIE DISECTADA, NIVEL INFERIOR:** superficie situada topográficamente por debajo de una *superficie de mesa o meseta*, labrada sobre un paquete o nivel de la misma secuencia sedimentaria que ésta. La escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**-Y-**

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



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

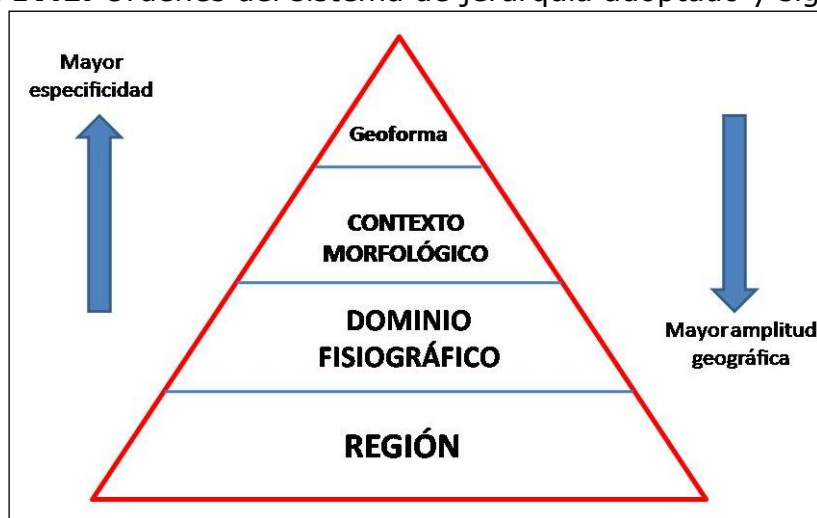
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

**Contexto Morfológico:** Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre  $10^2$  a  $10^3$  km<sup>2</sup>.

Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

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

<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: 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 FISIAGRÁFICO: 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 FISIAGRÁFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: 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 FISIAGRÁFICO: 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>	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cutucú: relieves sobre rocas calcáreas y areniscas, con y sin formas estructurales. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Estribaciones orientales subandinas: relieves sobre arcillas y areniscas (parcialmente fosilizadas por las formaciones de piedemonte)
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Piedemontes distales, sin cobertura de cenizas volcánicas
	Colinas periandinas occidentales
	Colinas periandinas orientales
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Medio aluvial amazónico
<b>REGIÓN COSTA</b>	
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS Terciarios</b>	
<b>CONTEXTO MORFOLÓGICO</b>	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Gran cono tabular de la llanura costera
	Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados
	Llanura aluvial antigua
	Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente

<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE ANDINO OCCIDENTAL</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte proximales, en contacto con la vertiente andina occidental
	Conos de esparcimiento y formas de piedemonte distales, planos a poco disectados
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: PIEDEMONTE COSTERO</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Glacis de los piedemontes costeros
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: BAJA LLANURA ALUVIAL INUNDABLE DE LA COSTA</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL COSTERO</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial costero
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: CORDILLERAS COSTERAS SOBRE ROCAS VOLCÁNICAS ANTIGUAS</b>	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Cerros testigos de la llanura aluvial reciente
<b>DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO LITORAL</b>	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Llanura y depresión costera de Arenillas
	Formas y depósitos fluvio-marinos

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

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

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

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

Ejemplos de geoformas (o unidades geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

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

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

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

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

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

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

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

GRUPO GENÉTICO	CARACTERÍSTICAS GENERALES
Fluvial	Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua
Fluvio-lacustre	Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente
Laderas	Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes
Glaciar y periglacial	Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares)
Volcánico	Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico
Marino	Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos
Kárstico	Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado
Meteorización	Formas características producto de una intensa meteorización química
Eólico	Formas y depósitos producidos por la acción del viento
Estructural	Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas

Tectónico-erosivo	Formas sin rasgos característicos (geofomas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geofomas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente
Poligénicas	Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos
Otras	Se incluyen en este grupo geofomas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geofoma original o representarla

Fuente: CTN

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

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

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

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

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

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco

o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

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

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

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

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

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

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

**(\*) Nota:** Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: Breve léxico estratigráfico del Ecuador (Duque, 2000), hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores, Mapa Geológico de la República del Ecuador a Escala 1:1.000.000

(CODIGEM-BGS, 1993; DGGM-IGS, 1982) y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

El *desnivel relativo* corresponde a la altura existente entre la parte más baja, generalmente el cauce de los ríos, quebradas o incisiones (nivel base) y la parte más alta de las unidades geomorfológicas (CLIRSEN, 2012). Las categorías o rangos establecidos son las que se muestran en el Cuadro IV.5.

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

## 6. Atributos relacionados con el drenaje

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

La forma de drenaje se asigna por fotointerpretación, mientras que la densidad de drenaje (relación entre la longitud total de cauces que atraviesan un área dada y la

superficie de dicha área: Horton, 1945; Strahler, 1952; Strahler, 1954) se obtiene automáticamente.

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

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

<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.