

## **MEMORIA TÉCNICA**

### **CANTÓN SALCEDO**

#### **PROYECTO:**

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

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

#### 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 Sistema Volcánico .....	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL .....	20
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas.....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Relieves de los fondos de las Cuencas Interandinas .....	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra .....	22
3.3.	Contextos Morfológicos.....	22

3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas .....	23
3.3.2. Paisajes glaciares .....	23
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas .....	24
3.3.4. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) .....	24
3.3.5. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte .....	24
3.3.6. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos .....	25
3.3.7. Medio aluvial de Sierra .....	25
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón .....	26
3.5. Descripción de geoformas .....	34
3.5.1. Fluvial .....	34
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) .....	34
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexcaución de cauce en llanura de inundación) (F2) .....	34
3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3) .....	35
3.5.1.4. Barranco (E2) .....	35
3.5.1.5. Garganta (E3) .....	35
3.5.1.6. Encañonamiento (E4) .....	36
3.5.1.7. Terraza media (Tm) .....	36
3.5.1.8. Terraza alta (Ta) .....	37
3.5.1.9. Vertiente o abrupto de terraza (Tv) .....	37
3.5.1.10. Terrazas escalonadas (Te) .....	38
3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti) .....	39
3.5.1.12. Superficie de cono de deyección (Cd1) .....	39
3.5.1.13. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3) .....	40
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 abrupta (La1) .....	42
3.5.3.4. Vertiente heterogénea (Lh1) .....	43
3.5.3.5. Escarpe de deslizamiento (Lh6) .....	43
3.5.3.6. Coluvión reciente (Col1) .....	43
3.5.3.7. Coluvión antiguo (Col2) .....	44
3.5.3.8. Macrocoluvión (Col3) .....	45
3.5.3.9. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) .....	45
3.5.3.10. Flujo de lodo (Ld2) .....	46

3.5.3.11.	Talud de derrubios (Ld4).....	46
3.5.3.12.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	46
3.5.3.13.	Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	47
3.5.4.	Glaciar y periglaciar .....	47
3.5.4.1.	Circo glaciar (Gf1) .....	47
3.5.4.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	47
3.5.4.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3) .....	48
3.5.4.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	48
3.5.4.5.	Valle glaciar colgado (Gf5) .....	48
3.5.4.6.	Horn (Gf6) .....	48
3.5.4.7.	Laguna glaciar (Gf8) .....	49
3.5.4.8.	Morrena lateral (Gd2).....	49
3.5.4.9.	Morrenas (Gd4) .....	49
3.5.4.10.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6).....	49
3.5.4.11.	Hondonada pantanosa de origen glaciar-periglaciar (Gp2).....	50
3.5.4.12.	Afloramiento rocoso en ambiente periglaciar (Gp3) .....	50
3.5.5.	Volcánico .....	50
3.5.5.1.	Vestigios de edificios volcánicos (Va3) .....	50
3.5.5.2.	Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2) .....	50
3.5.5.3.	Caldera (Vc2).....	51
3.5.5.4.	Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8).....	51
3.5.5.5.	Flujo de piroclastos (Vc9) .....	52
3.5.5.6.	Colada de lava antigua (Vc10).....	52
3.5.5.7.	Llanura de depósitos volcánicos (Vc13) .....	52
3.5.5.8.	Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14) .....	53
3.5.5.9.	Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15) .....	53
3.5.5.10.	Domo Volcánico (Dom) .....	54
3.5.5.11.	Relieve volcánico colinado bajo (Rv8) .....	54
3.5.5.12.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	54
3.5.5.13.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10) .....	55
3.5.5.14.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11) .....	55
3.5.5.15.	Superficie volcánica ondulada (RvSo) .....	56
3.5.6.	Estructural.....	56
3.5.6.1.	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3) .....	56
3.5.7.	Poligénicas.....	56
3.5.7.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	56
3.5.7.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) .....	56
3.5.7.3.	Superficie horizontal (Sh2) .....	57
3.5.7.4.	Abrupto de superficie horizontal (Sh4) .....	57

3.5.7.5.	Superficie inclinada (Si2) .....	58
3.5.7.6.	Superficie inclinada disectada (Si3) .....	58
3.5.7.7.	Abrupto de superficie inclinada (Si4) .....	59
3.5.7.8.	Superficie alta (Sa1) .....	60
3.5.7.9.	Superficie alta disectada (Sa2) .....	60
3.5.7.10.	Abrupto de superficie alta (Sa3) .....	60
3.5.7.11.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) .....	60
3.5.7.12.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) .....	61
3.5.7.13.	Afloramientos rocosos(Sdv3) .....	61
3.5.8.	Otras génesis .....	62
3.5.8.1.	Superficie de relleno (O1) .....	62
3.5.8.2.	Superficie intervenida (O5) .....	62
<b>IV.</b>	<b>RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>63</b>
<b>V.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>66</b>
5.1.	Referencias generales .....	66
5.2.	Bibliografía citada .....	67

**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 Salcedo .....	16
<b>Cuadro 3.1.</b> Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Salcedo .....	19
<b>Cuadro 3.2.</b> Contextos morfológicos presentes en el cantón Salcedo .....	22
<b>Cuadro 3.3.</b> Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón .....	26
<b>Cuadro 3.4.</b> Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón .....	31

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

## LISTA DE FOTOS

---

<b>Foto 1.</b> Terraza baja y cauce actual. Sector La Argentina .....	34
<b>Foto 2.</b> Encañonamiento sector Fernando Valdivieso .....	36
<b>Foto 3.</b> Terraza media. Sector Salcedo .....	37
<b>Fotos 4 y 5.</b> Vertiente o abrupta de terraza. Sector Yacho .....	38
<b>Foto 6.</b> Terrazas escalonadas. Sector La delicia .....	39
<b>Fotos 7 y 8.</b> Depresión lagunar. Laguna de Yambo .....	40
<b>Foto 9.</b> Vertiente rectilínea. Sector Páramo de Yanaurcu .....	41
<b>Foto 10.</b> Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Tigualó Grande .....	42
<b>Foto 11.</b> Vertiente abrupta. Sector Guapante .....	43
<b>Foto 12.</b> Coluvión reciente. Sector Aña Pata .....	44
<b>Foto 13.</b> Coluvión antiguo. Sector Aña Pata .....	45
<b>Fotos 14 y 15.</b> Caldera del volcán Sagoatoa .....	51
<b>Fotos 16 y 17.</b> Rampas de piedemonte de cono volcánico. Sector Chirinche Bajo .....	52
<b>Fotos 18 y 19.</b> Planicie arenosa de origen lahárico. Sector Antonio José Olguín .....	53
<b>Foto 20.</b> Relieve volcánico colinado alto. Sector San Pedro de Jachaguangu .....	55
<b>Foto 21.</b> Coluvio-aluvial antiguo. Sector Comuna Galpón .....	57
<b>Foto 22.</b> Superficie inclinada disectada. Sector Comuna Galpón .....	59
<b>Fotos 23 y 24.</b> Planicie arenosa de origen lahárico. Sector Comuna Galpón .....	59
<b>Foto 25.</b> Interfluvio de cimas estrechas. Sector Volcán Sagoatoa .....	61
<b>Fotos 26 y 27.</b> Afloramiento rocoso. Sector Comuna Galpón .....	62
<b>Foto 28.</b> Superficie de relleno. Sector Laguna de Yambo .....	62

## 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:

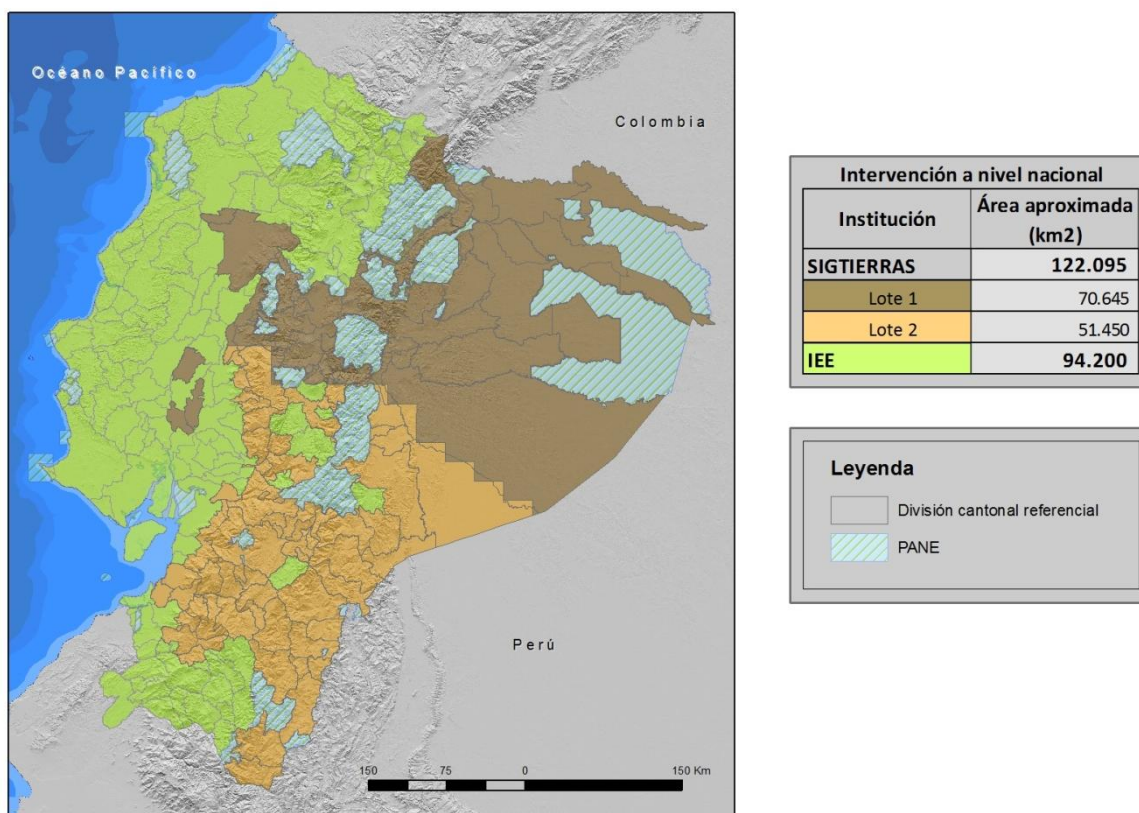
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

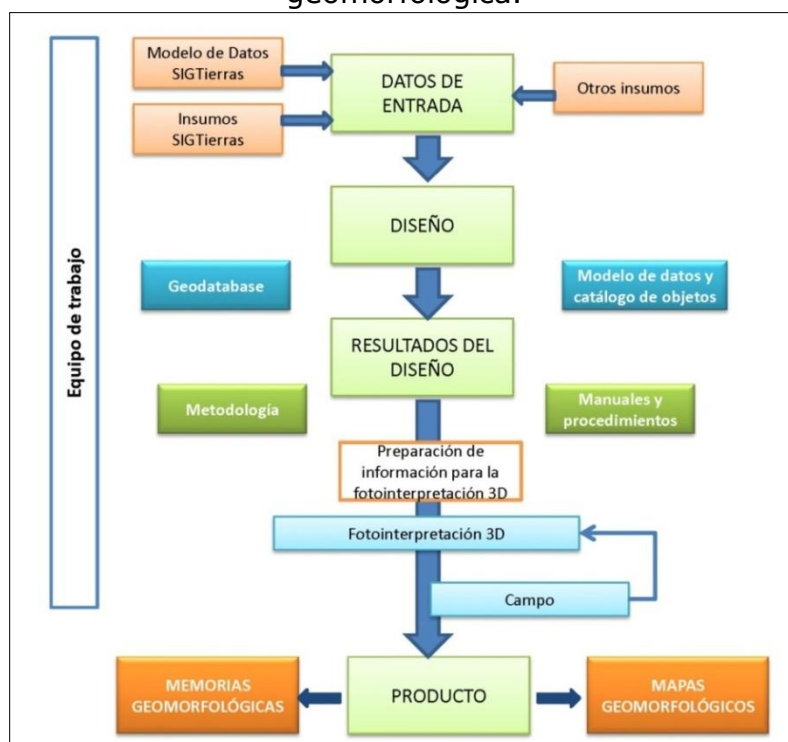
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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 la CODIGEM-BGS (a diferentes Escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

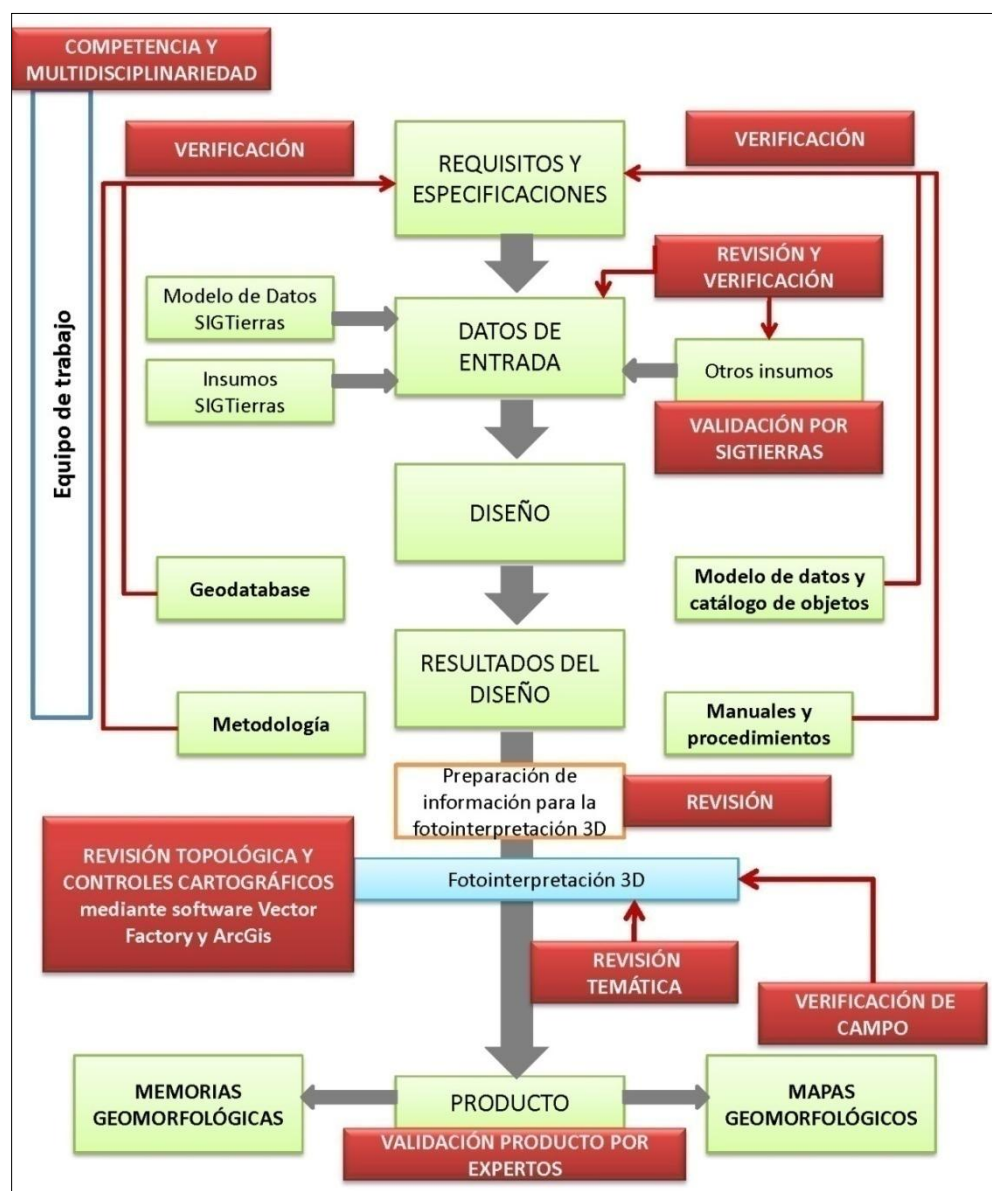
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

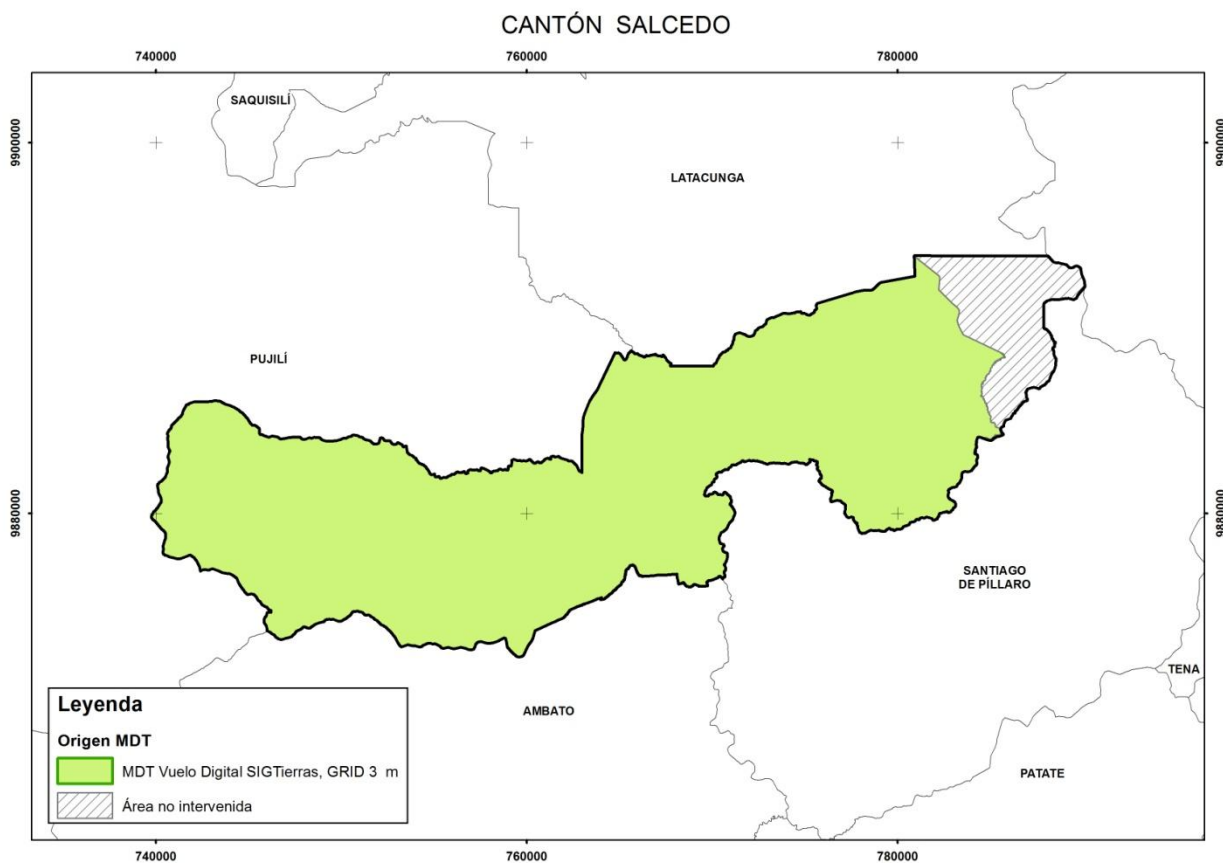
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Salcedo 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 Salcedo.



Fuente: CTN

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

- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: S. J. De Poaló (Hoja 87), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

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

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

<b>Código</b>	<b>Cartas Topográficas</b>
ÑIII_E4	Latacunga
ÑIII_F3	Laguna de Anteojos
ÑIV_A1	Angamarca
ÑIV_A2	Salcedo
ÑIV_B1	San José de Poaló

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

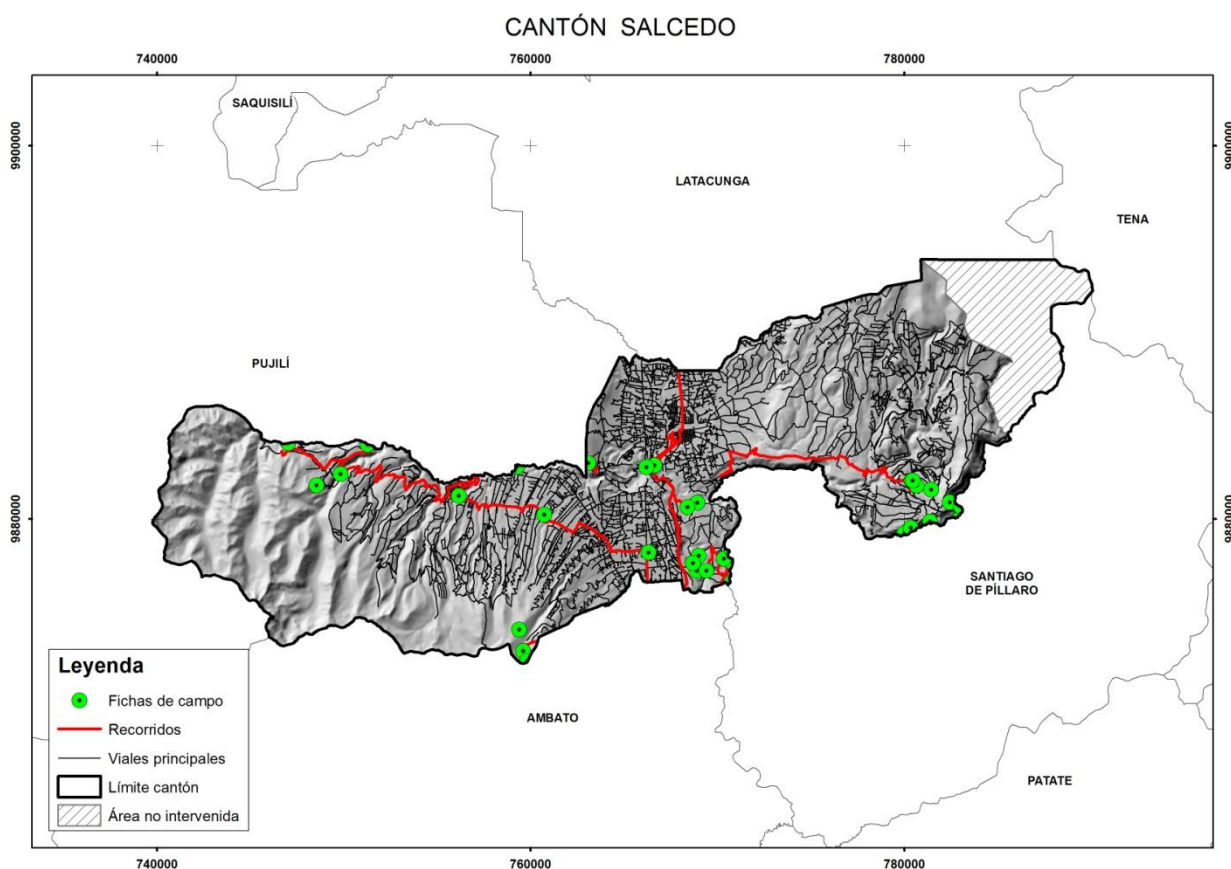
### III. RESULTADOS

#### 3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Salcedo se realizó el día 12 de abril y del 4 al 6 de junio de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 28 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 Salcedo.



Fuente: CTN

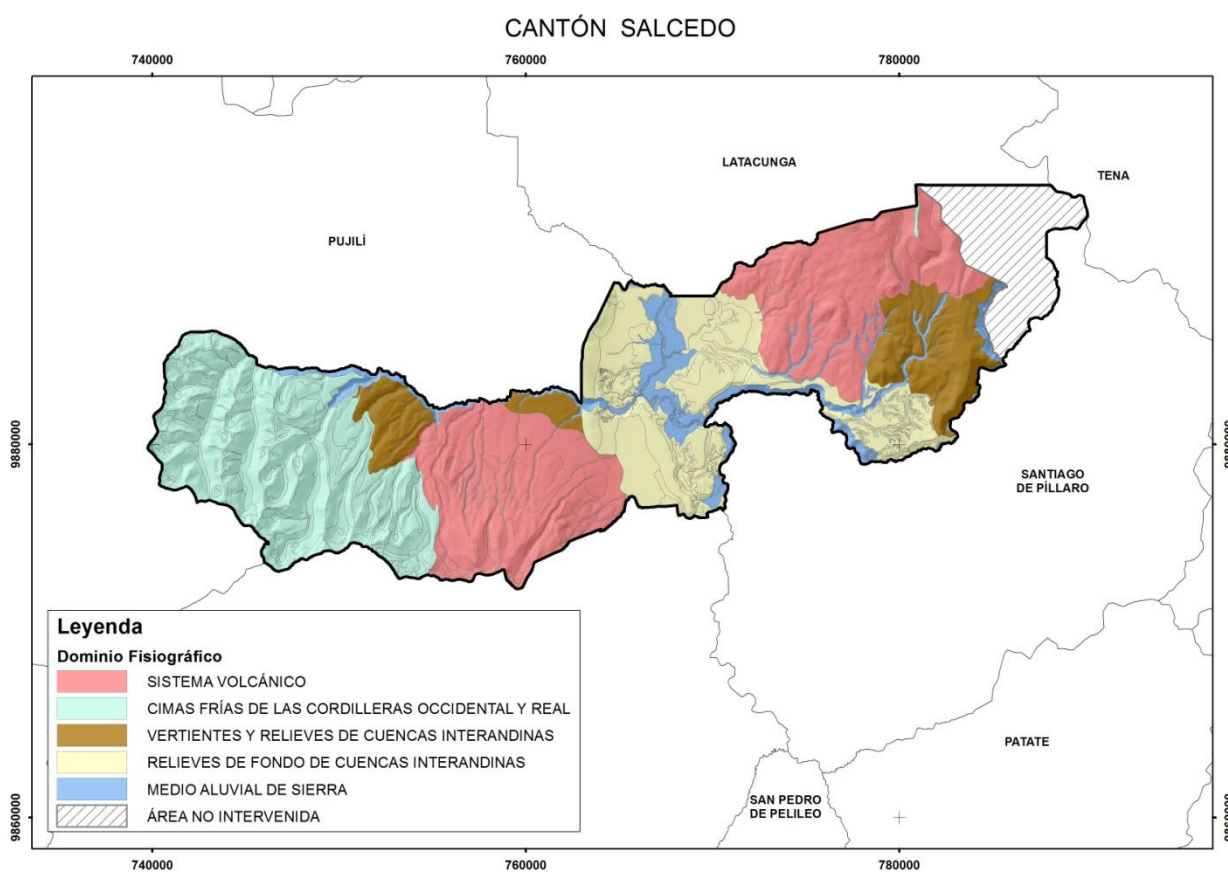
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

### 3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Salcedo tiene 486 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 450 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque nacional Llanganates). Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y se diferencian cinco dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

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



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema Volcánico	151 km <sup>2</sup>	33,6%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	122 km <sup>2</sup>	27%
	Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas	50 km <sup>2</sup>	11%
	Relieves de los fondos de Cuencas Interandinas	89 km <sup>2</sup>	19,9%
	Medio Aluvial de Sierra	38 km <sup>2</sup>	8,5%

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

### 3.2.1. Dominio Fisiográfico Sistema Volcánico

Este dominio se origina en dos etapas de volcanismo caracterizadas por huellas geomorfológicas de edad y aspectos diferentes. El volcanismo de basamento resulta de una subducción intraplaca y una acreción de edad cretácica, en la primera fase de construcción del Ecuador. En el episodio más reciente de volcanismo piroclástico andino tiene lugar el relleno de las cuencas interandinas por la sedimentación de productos volcánicos y un volcanismo explosivo, responsable de la construcción de estrato-volcanes de edad cuaternaria.

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

En el valle interandino el volcanismo ha generado volcanes de menor tamaño, en su mayoría no son activos ni jóvenes (de edad pliocénica) y tienen marcadas huellas de la acción erosiva por parte de los glaciares y las corrientes de agua. Este es el caso de los volcanes Sagoatoa y Chinibano ubicados dentro del cantón Salcedo.

Este dominio ocupa un área de 151 km<sup>2</sup> aproximadamente y se encuentra concentrado en dos zonas del cantón: al noreste (Chinibano) y al centro-sur (Sagoatoa). El volcán Chinibano conocido también como Santapungo tiene una altura aproximada de 4.200 msnm, está constituido mayoritariamente por la Formación Cangahua y Pisayambo. Por su parte el volcán Sagoatoa tiene una altura de 4.153

msnm, las pendientes oscilan entre suave y fuerte; la geología predominante son los volcánicos Igualata y las geoformas tipo en este volcán están influenciadas por la acción glaciaria como por ejemplo cono sin actividad volcánica actual y moderado retroque glaciario, hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario, entre otras.

En este dominio aparece en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

### 3.2.2. Dominio Fisiográfico Cimas frías de las CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental. La altitud es el primer punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores 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 periglaciaria que, de forma discontinua, los rodean –los páramos– y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino y que llega a descender hasta los 2.800 msnm. El contexto morfológico que aparece en este cantón es *paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*.

En el cantón Salcedo este dominio tiene una mayor representación en la Cordillera Occidental, en esta cordillera ocupa un área de 120 km<sup>2</sup> aproximadamente, mientras que en la Cordillera Real ocupa un área de 26 ha. Las cimas frías en la Cordillera Occidental se ubican al oeste del cantón Salcedo entre los 4.300 msnm y 3.400 msnm con altas pendientes. La Formación Pisayambo es la más característica de la zona, además existen muchos depósitos del tipo aluvial, coluvio aluvial, fluvio glaciario y glaciario pero en menor porcentaje.

Las cimas frías en la Cordillera Real se ubican principalmente al este del cantón a los 4000 msnm, el modelado en esta zona corresponde a cimas estrechas y redondeadas; al igual que en la Cordillera Occidental la Formación Pisayambo está asociada a este dominio. El volcán Pilisurco modelado completamente por los *Paisajes glaciares*, se encuentra dentro de este dominio.

### 3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de las 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.

Secuencialmente este dominio debería enlazar los Sistemas volcánicos o las Cimas frías con los Relieves de los fondos de Cuencas Interandinas, pero debido a la presencia de grandes aparatos volcánicos (Sagoatoa y Chinibano), este dominio se encuentra interrumpido y un poco aislado, esto ocurre en ambas cordilleras (Occidental y Real).

En la cordillera Real entre los 3.800 y 3.200 msnm al este del cantón, se ubica el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Dentro del cantón este contexto ocupa un área aproximada de 50 km<sup>2</sup>. Las *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* están ubicadas en la zona Septentrional del cantón, ocupan las vertientes inferiores de la Cordillera Occidental y del volcán Sagoatoa entre los 3.600 y 2.800 msnm. En la zona occidental es más evidente lo que se explico antes con respecto a la discontinuidad y aislamiento de este dominio.

En este domino las génesis que predominan son del tipo: laderas, volcánico y poligénicas. La geología que aflora en el cantón son depósitos de ladera coluvial y formaciones volcánicas como Pisayambo Pliocénica, Latacunga Pleistocénica y Cangahua de edad cuaternaria, concordante con las génesis antes mencionadas.

#### 3.2.4. Dominio Fisiográfico Relieves de los fondos de las 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.

En el cantón Salcedo este dominio enlaza mayoritariamente los sistemas volcánicos con el sistema aluvial del río Cutuchi, las pendientes predominantes son bajas. Se encuentra emplazado en la zona central entre 3.200 msnm y 2.500 msnm y ocupa un área de 89 km<sup>2</sup> aproximadamente. El contexto que aparece en este dominio es *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

La geología en este dominio está caracterizada por la Formación Latacunga del pleistoceno, y en algunas zonas cubiertas en su totalidad por las cenizas de la Formación Cangahua como se observa al norte del río Cutuchi en la margen izquierda. En menor porcentaje se observa la presencia de la Formación Pisayambo constituida por secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas). Sobre estas formaciones se ha desarrollado un modelado paisajístico representado por glacis de esparcimiento, llanura de depósitos volcánicos, planicie arenosa de origen lahárico y relieves volcánicos con cimas redondeadas, produciendo influencia en las geoformas de *Medio aluvial de Sierra*.

### 3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

El dominio incluye las diferentes formas fluviales de las redes hidrográficas actuales y sus depósitos asociados en la región Sierra. En el cantón Salcedo este dominio está representado principalmente por los sistemas fluviales de los ríos Nagsiche, Cutuchi y Yanayacu, con dirección preferencial O-E, N-S y E-O, respectivamente. En total ocupa 36 km<sup>2</sup> aproximadamente, que representan el 8% del área estudiada en el cantón.

Como se menciona en el dominio anterior (Relieves de los fondos de las Cuencas Interandinas) algunas geoformas en este dominio se encuentran geológicamente influenciadas, este es el caso de las terrazas medias de composición laharítica. La proximidad inmediata de las grandes llanuras volcánicas y planicies de origen laharítico que enlazan con el *Medio Aluvial*, dan origen a estas particularidades.

Estas peculiares terrazas se ubican mayormente a ambos márgenes del río Cutuchi, a lo largo de la zona central del cantón. Además se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados. Las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales). Encañonamientos, terrazas medias, altas y barrancos son las geoformas más representativas del dominio.

La geología predominante en este dominio son los Depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica).

### 3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Sistema Volcánico	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas

**Cuadro 3.2.** Contextos morfológicos presentes en el cantón Salcedo (continuación).

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
		Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Relieves de los fondos de Cuencas Interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

Fuente: CTN

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

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

Este contexto está modelado por la presencia de los volcanes Sagoatoa y Chinibano, ubicados en el centro y este del cantón respectivamente. El volcán Sagoatoa está influenciado por la acción glaciaria, tal es así, que se lo identifica como un cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario. La zona inferior del volcán está atribuida a las rampas de piedemonte volcánico. Se asocia este volcán con los Volcánicos Igualata de composición piroclástica con presencia local de andesitas.

Por otro lado el volcán Chinibano es considerado un vestigio de edificio volcánico y geológicamente está representado por la Formación Pisayambo y la Formación Cangahua, además de dos domos volcánicos de composición riolítica que se encuentran vinculados a este volcán.

### 3.3.2. Paisajes glaciares

Se presenta en las tierras más frías de las Cordilleras Occidental y Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglaciario actual. La geología en ambas cordilleras corresponde mayoritariamente a la Formación Pisayambo.

El punto más alto de este contexto en la Cordillera Occidental es aproximadamente de 4.300 metros; el paisaje en esta cordillera se encuentra representado por valles glaciares, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, morrenas entre otras y caracterizado por pendientes altas. En la Cordillera Real este contexto tiene una mínima representación dentro del cantón, el modelado es típico de cimas estrechas con pendiente media.

### 3.3.3. 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 superficies altas y superficies altas disectadas. Este modelo se encuentra ligado a la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo y de depósitos glaciares.

La cota superior de este contexto corresponde a 1.700 msnm, mientras que su límite inferior ronda los 1.600 msnm. Se ubica en el extremo suroriental del cantón, con una superficie de no más de 30 ha equivalente al 0,1% del total del área estudiada en Salcedo.

### 3.3.4. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)

En este cantón las vertientes superiores de las cuencas interandinas con cobertura piroclástica se extienden a la largo del flanco oriental de la Cordillera Real, la zona superior del contexto limita con construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas. Este contexto se ha emplazado entre los 3.800 metros y los 3.200 metros; con respecto al cantón se ubica en la zona sur-oriental.

Las Formaciones Latacunga y Cangahua se ubican las zonas inferiores entre los 3.400 metros y los 3.200 metros, modeladas principalmente por relieves volcánicos con valles en V, cimas redondeadas y estrechas y mayoritariamente pendientes medias. Por otro lado las zonas altas del contexto están descritas por la Formación Pisayambo. Presenta pendiente media preponderantemente y geoformas como superficies altas, vertientes de diversos tipos y relieves volcánicos.

### 3.3.5. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte

En la zona oriental y central del cantón Salcedo este contexto se ubica altitudinalmente por debajo de los paisajes glaciares y las construcciones de tipo estrato-volcán entre los 3.600 y los 2.800 msnm, marginado al borde septentrional del cantón. Se sitúa en las vertientes inferiores de la Cordillera Occidental y del volcán Sagoatoa y la geología característica son las Formaciones Pisayambo y Latacunga respectivamente.

El paisaje está representado por superficies inclinadas disectadas, llanuras de depósitos volcánicos y vertientes rectilíneas con pendientes que oscilan de plana hasta media. Ocupa un área aproximada de 18 km<sup>2</sup>, que equivalen al 3,9% del territorio estudiado.

### 3.3.6. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos

Los fondos de cuencas interandinas del norte de la Sierra, a los que se refiere este contexto, son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial notablemente monótono. En ellos se superponen las superficies típicas de relleno con glacis provenientes de algunos volcanes (partes distales de las "rampas de piedemonte de conos volcánicos"), los cuales están incluidos en el Sistema volcánico (volcanes Sagoatoa y Chinibano).

En este cantón ocupa un área de 89 km<sup>2</sup> aproximadamente y se sitúa en la zona central, la altitud máxima de este contexto es de 3.200 metros y la mínima de 2.600 metros. En este cantón debido a la presencia de los volcanes Sagoatoa y Chinibano se ve interrumpida la secuencia general de los contextos, tal es así, que la presencia de las *Vertientes y relieves superiores e inferiores de las cuencas interandinas* es interrumpida y desligada, dando como resultado que el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* enlace directamente en la parte superior con sistemas volcánicos y en las zonas inferiores con sistemas fluviales como el del río Cutuchi, este último atraviesa el contexto en sentido norte-sur.

Las Formaciones Cangahua y Latacunga tienen mayor representación dentro de este contexto, además de depósitos de ladera y volcánicos. Las pendientes son muy variadas van desde planas a muy fuertes, con mayor incidencia de pendientes muy suaves. Esta gran variabilidad se debe a la diversidad geomorfológica que presenta el contexto. Las pendientes más bajas están relacionadas a planicies arenosas de origen lahárico, llanuras de depósitos volcánicos, glacis de esparcimiento y superficies inclinadas, entre otras. Por otro lado las pendientes más altas se relacionan con vertientes rectilíneas, relieves volcánicos, vertiente de llanura de depósitos volcánicos y abruptos de superficie inclinada, entre otras.

### 3.3.7. Medio aluvial de Sierra

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

### 3.4. 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.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	8
		Garganta	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	4
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Flujo de lodo	<1
			<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Cubeta glaciar	<1
		Morrenas laterales	<1
		Morrenas	<1
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	<1
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	<1
	VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	29
		Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar	43
		Caldera	<1
		Rampas de piedemonte de cono volcánico	39
		Flujo de piroclastos	19
		Domo volcánico	2
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	1
Afloramientos rocosos		<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)	
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	4	
		Superficie de cono de deyección	<1	
	LADERAS	Vertiente rectilínea	15	
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	<1	
		Vertiente heterogénea	2	
		Coluvión antiguo	2	
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1	
		Flujo de lodo	1	
		Circo glaciar	5	
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Cubeta glaciar	<1	
		Fondo de valle glaciar	8	
		Vertiente de valle glaciar	53	
		Valle glaciar colgado	2	
		Horn	1	
		Laguna glaciar	<1	
		Morrena lateral	5	
		Morrenas	<1	
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	1	
		Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar	2	
		Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar	2	
		VOLCÁNICO	Vestigios de edificios volcánicos	<1
			Caldera	<1
	Colada de lava antigua		3	
	Superficie volcánica ondulada		4	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1	
		Superficie alta disectada	<1	
		Superficie inclinada	<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1		
Interfluvio de cimas estrechas		7		

**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, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	FLUVIAL	Barranco	1
		Terraza media	3
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Vertiente abrupta	2
		Coluvión antiguo	6
		Macrocoluvión	2
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Flujo de piroclastos	<1
		Relieve volcánico colinado bajo	1
		Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	3
		Relieve volcánico colinado muy alto	8
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada	<1
		Superficie alta	3
Abrupto de superficie alta		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
	Interfluvio de cimas estrechas	<1	
Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte	FLUVIAL	Barranco	1
		Garganta	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	5
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Superficie inclinada disectada	8

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Valle indiferenciado	2
		Barranco	<1
		Garganta	<1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	FLUVIO-LACUSTRE	Depresión lagunar	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	4
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	3
		Vertiente abrupta	2
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Talud de derrubios	<1
		Glacis de esparcimiento	13
		Testigo de glacis de esparcimiento	6
	VOLCÁNICO	Llanura de depósitos volcánicos	18
		Vertiente de llanura de depósitos volcánicos	1
		Planicie arenosa de origen lahárico	8
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	9
		Relieve volcánico colinado alto	3
		Superficie volcánica ondulada	1
	ESTRUCTURAL	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie horizontal	<1
		Abrupto de superficie horizontal	<1
		Superficie inclinada	<1
		Superficie inclinada disectada	7
Abrupto de superficie inclinada		4	
OTRA GÉNESIS	Afloramientos rocosos	<1	
	Superficie de relleno	<1	
	Superficie intervenida	<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km <sup>2</sup> (aprox.)
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	2
		Barranco	3
		Encañonamiento	14
		Terraza media	7
		Terraza alta	5
		Vertiente o abrupto de terraza	2
		Terrazas escalonadas	<1
	LADERAS	Superficie de cono de deyección	<1
		Coluvión reciente	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvión antiguo	<1
		Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	<1
	OTRA GÉNESIS	Afloramientos rocosos	<1
Superficies intervenidas		<1	

Fuente: CTN

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

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

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos de ladera	Q <sub>dl</sub>	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	18
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q <sub>dl3</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
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	15
Depósitos coluvio aluviales	Q <sub>dca</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	4
Depósitos aluviales	Q <sub>da</sub>	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	6
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q <sub>da5</sub>	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	1
Depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica)	Q <sub>da7</sub>	Cuaternario	Arenas, cantos y bloques de origen laharítico	13
Depósitos aluviales (terrazas)	Q <sub>da8</sub>	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	2

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

<b>FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>EDAD</b>	<b>LITOLOGÍA</b>	<b>km<sup>2</sup> (aprox.)</b>
Depósitos glaciares	Q <sub>dg</sub>	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	16
Depósitos fluvio glaciares	Q <sub>dfg</sub>	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	2
Depósitos superficiales	Q <sub>dsi</sub>	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	2
Depósitos superficiales indiferenciados (escombros antiguos)	Q <sub>dsi1</sub>	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales de origen antrópico	<1
Depósitos volcánicos	Q <sub>dv</sub>	Cuaternario	Depósitos volcano-sedimentarios de granulometría y distribución variable (ceniza, lapilli y bloques de angulares a redondeados), con frecuentes fragmentos lávicos intercalados	8
Serie volcánica	VOL Ri	Cuaternario	Riolita	2
Formación Cangahua	Q <sub>C</sub>	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	57
Formación Latacunga	P <sub>La</sub>	Pleistoceno	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	42
Volcánicos Igualata	Pl <sub>VIg</sub>	Plioceno	Piroclastos (tobas de grano fino a grueso pumítica), con presencia local de andesitas	81
Formación Pisayambo	Pl <sub>Py</sub>	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	175

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, Pl=Pleistoceno, Pl=Plioceno, 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" (Py= Pisayambo, VIg= Volcánicos Igualata, La= Latacunga, etc.).

### 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)

Este valle fluvial corresponde a una microcuenca ubicada en la margen derecha del río Cutuchi, cerca del sector Palingua Alto. Esta microcuenca se desarrolla a lo largo de las quebradas Compadre Huaycu y Langasa.

Presenta pendiente muy suave (de 2 a 5%) y forma de valle plano, se atribuyen a esta geoforma depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados). Aparece en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separados por islas pedregosas y que constituyen los lechos móviles de los ríos, cuando son mapeables se identifican mediante esta geoforma. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarrees de mayor grosor del río, con numerosos cantos y bloques de considerable tamaño y una baja proporción de elementos texturales más finos (arenas y limos, especialmente).

En el cantón Salcedo esta geoforma representa los tres principales sistemas fluviales de los ríos Nagsiche, Cutuchi y Yanayacu, los cuales se encuentran dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Esta geoforma presenta forma de valle plano y pendiente muy suaves (de 2 a 5%).



**Foto 1.** Terraza baja y cauce actual del río Cutuchi. Sector La Argentina. 05/06/2014.

### 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se sitúa en el centro y centro-sur del cantón, forman parte de antiguos sistemas fluviales que se encuentran conectados en su mayoría con el río Cutuchi. En este cantón estos valles se caracterizan por la escasa dinámica fluvial que presentan y ocupan un área aproximada de 2 km<sup>2</sup>.

Se desarrollan sobre depósitos aluviales y sus pendientes oscilan entre plana hasta suave (de 0 a 12%), con redes de drenaje subdendrítico y de fondo plano.

### 3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma está distribuida en todo el cantón y en todos los contextos, con menor incidencia en zona central en donde se ubican los contextos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*, en estos contextos es más característico geoformas del tipo deposicional.

Esta unidad geomorfológica representa redes de drenaje de orden secundario, que en su mayoría están conectados con las principales redes de drenaje del cantón. La pendiente transversal es generalmente fuerte (de 40 a 70%) con valles en V y la ausencia generalizada de suelo.

En este cantón esta geoforma se encuentra disectando las siguientes formaciones: i) Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos), ii) Volcánicos Igualata (Piroclastos con presencia local de andesitas), iii) Latacunga (Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y iv) Cangahua (Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos).

### 3.5.1.5. Garganta (E3)

Esta geoforma se ubica en la zona centro-norte del cantón en las márgenes del río Nagsiche, mayoritariamente en la margen derecha. Se sitúa en tres de los seis contextos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

En este cantón las gargantas tienen pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 25 a 50 metros y longitud de vertiente hasta 250 metros. La erosión fluvial de la quebrada Relleno erosiona las secuencias de lavas andesíticas de la Formación Pisayambo y los ríos Atocha y Zamora los piroclastos de los Volcánicos Igualata. Forman valles en V con vertientes cóncavas.

#### 3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Los encañonamientos son geoformas de encajamiento fluvial, esto es lo que representan los ríos Nagsiche y Yanayacu, estos son dos de los principales sistemas fluviales del cantón. Al ser una geoforma que manifiesta continuidad con el resto del sistema fluvial y atraviesa más de un contexto morfológico ha sido atribuida únicamente al *Medio aluvial de Sierra*. Ocupa una superficie aproximada de 16 km<sup>2</sup>.

Esta unidad geomorfológica desciende desde las zonas más altas del cantón. En la zona noroeste del río Nagsiche incidiendo las secuencias de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Con forme este drenaje desciende en dirección O-E hacia al valle, el encañonamiento disecta los aglomerados tobáceos de la Formación Latacunga y las cenizas volcánicas andesíticas de la Formación Cangahua. Los encañonamientos desarrollados a lo largo del río Yanayacu inciden en su mayoría la Formación Latacunga.

Esta geoforma presenta valles en V con vertientes rectilíneas y cóncavas, las pendientes oscilan de muy fuerte hasta Escarpada (de 70 a 150%), el desnivel relativo va desde 50 metros a 300 metros y la longitud de vertiente llega hasta 500 metros.



**Foto 2.** Encañonamiento del río Manzana sector Fernando Valdivieso. 04/06/2014.

#### 3.5.1.7. Terraza media (Tm)

Son superficies de planas a subhorizontales de origen fluvial, se desarrollan a lo largo del río Cutuchi y Yanayacu. Se sitúa altitudinalmente de 10 a 25 metros sobre los cauces anteriormente mencionados. Representan la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical de estos ríos.

Las terrazas del río Cutuchi se desarrollan sobre depósitos de composición laharítica (arenas, cantos y bloques de origen laharítico) y son las que ocupan mayor área. Estas terrazas pueden haber sido sobreexcavadas por el río Cutuchi en antiguos depósitos laharíticos procedentes del volcán Sagoatoa. Además se conectan directamente con llanuras de depósitos volcánicos, glaciares de esparcimiento y relieves volcánicos, entre otros. Las pendientes son inferiores y variadas, oscilan de plana a suave (de 0 a 12%), son terrazas poco disectadas y se encuentra únicamente el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

En el río Yanayacu es muy escaso el desarrollo de terrazas y se asocian a depósitos aluviales, conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. La pendiente característica es suave (de 5 a 12%), poco disectada.



**Foto 3.** Terraza media del río Cutuchi. Sector Salcedo. 05/06/2014.

#### 3.5.1.8. Terraza alta (Ta)

Estas terrazas se ubican por encima de los cauces fluviales de río del Cutuchi y Yanayacu de 40 a 55 metros. Tienen mayor presencia en la zona central del cantón. Aparecen en el contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Al igual que las terrazas medias, las terrazas altas también se desarrollan en dos tipos de depósitos; tenemos terrazas altas de composición laharítica generalmente disectadas. Estas terrazas se ubican en su mayoría en las márgenes del río Cutuchi, aunque existe un pequeño porcentaje en las márgenes del río Yanayacu.

Las terrazas que se desarrollan sobre depósitos aluviales de terraza, ocupan menor área, están asociadas a los ríos antes mencionados. En ambas litologías la pendiente es mayormente muy suave (de 2 a 5%).

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

Esta geoforma se encuentra ligada a las dos geoformas mencionadas antes (Tm y Ta). Se ubica mayormente en el centro del cantón, en las márgenes del río Cutuchi y Yanayacu. Se caracterizan por pendientes muy variadas que van desde suave hasta muy fuertes (de 5 a 100%), siendo las más preponderantes las pendientes media y fuerte.

Esta geoforma presenta vertientes de perfil rectilíneo y desniveles relativos entre 5 y 100 metros, la longitud de vertiente es moderadamente larga (de 50 a 250 metros). Geológicamente esta geoforma está directamente ligada a la terraza que la sobreyace, tal es así, que al igual que en las terrazas antes descritas estas también están asociadas a dos tipos de depósitos: los depósitos de terraza de composición laharítico y los aluviales de terraza.

En campo se pudo comprobar esta geoforma. Litológicamente forma un conglomerado que está compuesto de grava (15%), arena (20%), limo (30%) y bloques redondeados (25%) y angulares (10%).

Esta geoforma se ubica en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.



**Fotos 4 y 5.** Vertiente o abrupta de terraza. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Yacho. 05/06/2014.

#### 3.5.1.10. Terrazas escalonadas (Te)

Las terrazas escalonadas son una serie de terrazas que, por su reducido tamaño, no han podido individualizarse en distintos niveles y, por tanto, quedan englobadas en una sola unidad cartográfica. Se encuentran completamente englobadas dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se sitúa en la zona centro-sur del cantón, únicamente en las márgenes del río Cutuchi. Se desarrollan sobre depósitos de composición laharítica, con pendientes de suave hasta media (de 5 a 25%), son terrazas poco disectadas, con drenajes generalmente subparalelos.



**Foto 6.** Terrazas escalonadas del río Cutuchi. Sector La delicia. 05/06/2014.

#### 3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Superficies planas de origen fluvial, en las que no se puede determinar el nivel del que se trata (terrace 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.

Se sitúa en la margen izquierda del río Yanayacu, en el sector Bellavista, en la zona sureste del cantón. La pendiente es suave, poco disectada y se compone de depósitos aluviales de terraza; se ubica dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*.

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

Se encuentra concentrada en la zona occidental del cantón, aunque existen además en menor cantidad en la zona oriental y central. En la zona occidental está asociada con el contexto morfológico *Paisajes glaciares*, estos conos de deyección provienen de la Cordillera Occidental, se caracterizan por tener una vertiente cóncava con pendientes que varían de suave hasta media a fuerte (de 5 a 40%), los desniveles relativos oscilan de 5 metros a 100 metros y la longitud de vertiente llega en algunos casos hasta los 500 metros.

Los otros contextos en los que se desarrolla son: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra*. En estos contextos tiene las mismas características morfométricas descritas en el primer contexto, aunque en estos contextos se suprime por completo las vertientes cóncavas, en su lugar se observan conos con vertientes mixtas o rectilíneas.

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

Esta geoforma se ubica al sureste del cantón. Los materiales que componen a este cono provienen de la Cordillera Real, presenta una vertiente mixta con pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo de 50 metros a 100 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros.

La geología asociada a esta geoforma son los depósitos aluviales de cono de deyección (limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables). Y aparece en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

### 3.5.2. Fluvio-lacustre

#### 3.5.2.1. Depresión lagunar (Fo1)

Esta geoforma hace referencia a la Laguna de Yambo, que se ubica en la zona centro-meridional del cantón Salcedo. Tiene un área aproximada de 36 ha, esta laguna se origina por el movimiento de fallas que desplazan los bloques (testigos de glacia) unos de otros dejando hendiduras entre ellos, una de estas hendiduras es la que alberga esta masa de agua.

Se emplaza dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*



**Fotos 7 y 8.** Depresión lagunar. Laguna de Yambo. 05/06/2014.

### 3.5.3. Laderas

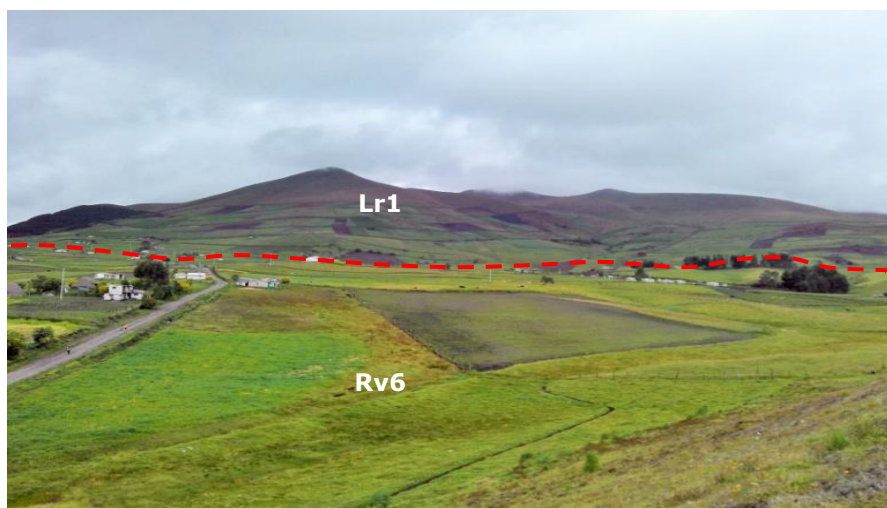
#### 3.5.3.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma de perfil longitudinal preferentemente rectilíneo está distribuida en tres zonas del cantón: zona occidental, zona central y zona oriental. Es en la zona occidental donde presenta un mayor desarrollo, en esta zona se ubica en las faldas de la Cordillera Occidental dentro de los contextos *Paisajes glaciares y Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; en estos contextos esta geoforma se desarrolla en los volcánicos de Igualata

y la Formación Pisayambo. Ocupa un área equivalente al 5% del territorio estudiado (aproximadamente 23 km<sup>2</sup>).

En el resto del cantón las vertientes rectilíneas se ubican en los contextos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, y se representan en las formaciones Pisayambo, Latacunga y Cangahua.

La pendiente oscila de media (de 12 a 25%) a fuerte (de 40 a 70), el desnivel relativo varía desde los 5 metros a más de 300 metros y la longitud de la vertiente alcanza más de 500 metros. Las formas de drenaje más características son: dendrítico, paralelo y subparalelo, estas características morfométricas y morfológicas se observan en todos los contextos.



**Foto 9.** Vertiente rectilínea. Sector Páramo de Yanaurcu. 12/04/2014.

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

De igual manera que la anterior geoforma (Lr1), esta geoforma se ubica en la zona occidental, central y oriental del cantón; ocupa menor área que las vertientes rectilíneas. Se desarrolla en cuatro contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares*, iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y iv) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

En el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* la geoforma se ubica en las vertientes inferiores del volcán Chinibano, emplazado completamente en la Formación Cangahua, pendiente mayoritariamente fuerte.

Dentro de los contextos *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* estas laderas comparte la misma geología, la Formación Pisayambo. Se caracteriza en ambos contextos por pendiente fuerte.

La vertiente rectilínea con fuerte disección en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* se desarrollo en las Formaciones Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos). La pendiente de estas laderas en este contexto es fuerte. El desnivel relativo de 50 metros a 200 metros y longitud de vertiente de 500 metros se observan en todos los contextos.



**Foto 10.** Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Tigualó Grande. 05/06/2014.

#### 3.5.3.3. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se ubica la zona sureste del cantón. Se representa en los contextos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, ocupando en ellos una superficie aproximadamente de 3,6 kilómetros cuadrados.

Estas laderas son identificadas principalmente por sus elevadas pendientes, en este cantón estas geoformas mantienen una pendiente muy fuertes (de 70 a 100%) y vertientes de perfil rectilíneo, desnivel relativo de 50 a 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga.



**Foto 11.** Vertiente abrupta. Sector Guapante. 06/06/2014.

#### 3.5.3.4. Vertiente heterogénea (Lh1)

Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Se incluyen también en este grupo otras geoformas que describen tipos específicos de heterogeneidad de laderas o contribuyen a explicar su génesis.

Esta geoforma se ubica en la zona noroeste del cantón. Se presenta únicamente en el contexto *Paisajes glaciares*, esta ladera tiene un perfil irregular con pendiente fuerte (de 40 a 70%), longitud de vertiente hasta los 500 metros, desnivel relativo de 100 metros a 200 metros, es una vertiente poco disectada con un drenaje dendrítico.

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

Los escarpes de deslizamiento son cicatrices erosivas que representan la superficie de rotura de una masa deslizada, situada en la cabecera de un deslizamiento. Son más fácilmente reconocibles cuando los movimientos han sido recientes y cubren un área significativa.

Esta geoforma se identificó en el cantón Salcedo al sur de la Cordillera Real cerca de la Loma Santa Rosa. En planta este escarpe forma una herradura. Tiene un perfil longitudinal cóncavo con pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), desnivel relativo de 5 a 15 metros.

Esta geoforma aparece en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Geológicamente esta geoforma se desarrolla en depósitos superficiales.

#### 3.5.3.6. Coluvión reciente (Col1)

Un coluvión es una formación superficial constituida por diferentes materiales tanto de suelo como fragmentos de roca, como producto de diversos procesos de meteorización, erosión, arrastre y depositación. Esta geoforma se ubica en la zona sur del cantón.

Presenta perfil longitudinal variado (rectilíneo, cóncavo o convexo), pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo de 15 metros a 25 metros y longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros).

Esta geofoma se desarrolla en los contextos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

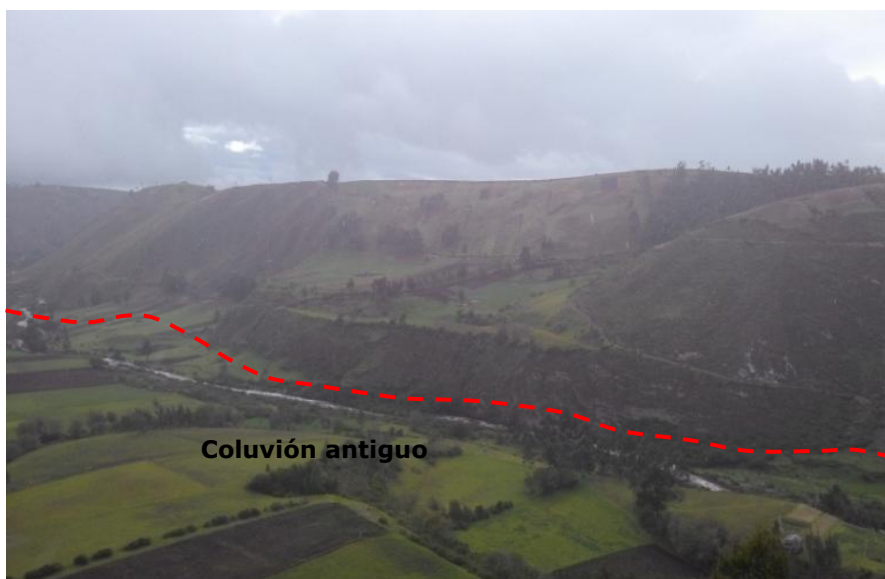


**Foto 12.** Coluvión reciente. Vista general en el Sector Aña Pata. 06/06/2014.

#### 3.5.3.7. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geofoma típica de laderas se encuentra distribuida por todo el cantón. Se ubica en todos los contextos descritos excepto en *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Las características morfológicas de esta geofoma comprenden laderas de perfil muy variado cóncavas, convexas, rectilíneas, irregulares o mixtas. Sus atributos morfométricos responden a pendientes diversificadas desde suave (de 5 a 12%) a fuerte (de 40 a 70%), desniveles igualmente variados de 5 a 200 metros y longitudes que superan los 500 metros. Presenta una extensión de 12 km<sup>2</sup> aproximadamente.



**Foto 13.** Coluvión antiguo. Vista general en el Sector Aña Pata. 06/06/2014.

#### 3.5.3.8. Macrocoluvión (Col3)

Un macrocoluvión es un coluvión con una superficie superior a 140 ha. En el cantón Salcedo tenemos un ejemplo claro, esta geoforma tiene un área de 2 km<sup>2</sup>, lo que justifica su nombre. Se ubica en la zona oriental del cantón en las laderas inferiores de la Cordillera Real entre los sectores de Loma Santa Rosa y El Rosario.

Están compuestos por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de las mismas. Los materiales depositados son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Presenta un perfil longitudinal cóncavo con pendiente media (de 12 a 25%), desnivel de 100 a 200 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros. Se ha identificado en el contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

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

Están distribuidos en casi todos los contextos, excepto en: *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

En los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* esta geoforma presenta pendiente media (de 12 a 25%) y longitud no mayor a 250 metros; en cuanto a forma de vertiente, el primer contexto mantiene un perfil cóncavo y el segundo irregular.

Dentro de *Paisajes glaciares*, presenta pendiente fuerte, con vertientes convexas, desniveles que llegan a 300 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros.

Por último, *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, conserva un perfil longitudinal mixto, con pendientes que oscilan de media (de 25 a 40%) hasta fuerte (de 40 a 70%).

#### 3.5.3.10. Flujo de lodo (Ld2)

En el cantón Salcedo se desarrollan en los contextos *Paisajes glaciares* y *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Los flujos asociados a *Paisajes glaciares* se ubican en el sector Shoto Sigse, presenta una dirección de desplazamiento N-E, están vinculados con la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, tienen pendiente media (de 12 a 25%).

Por otro lado los flujos de lodo de las *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* se ubican cerca de la comuna San Diego con dirección N-E. Se caracterizan por pendientes de media a fuerte (de 25 a 40%) y se desarrollan en depósitos de ladera (coluvial). La longitud de vertiente mayor a 500 metros y desnivel mayor a 300 metros son atributos que se cumplen en los dos contextos.

#### 3.5.3.11. Talud de derrubios (Ld4)

La presencia continua lateralmente de varios conos de derrubios da como resultado los taludes de derrubios. Están preferencialmente ligados a ambientes periglaciares. En el cantón Salcedo se han identificado dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Esta geoforma se desarrolla en el aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena de la Formación Latacunga.

Morfológicamente presentan laderas de perfil cóncavo con pendientes elevadas de fuerte a muy fuerte y desnivel de 50 a 200 metros.

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

Esta geoforma es típica de piedemonte y está asociada con el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. En el cantón Salcedo se ubica en la zona centro-norte, ocupa un área aproximada de 13 km<sup>2</sup>.

Esta geoforma representa la transición de las *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* con el *Medio aluvial de Sierra*. Sus características morfológicas están representadas por laderas de perfil entre rectilíneo y cóncavo, pendientes entre muy suave y suave y longitud de vertiente mayor a 500 metros por lo general.

La litología de esta geoforma corresponde a los depósitos de ladera que están compuestos por gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).

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

Se ubican en las zonas centro-sur y sureste del cantón, ocupa un área aproximada de 6 km<sup>2</sup>. En la zona centro-sur se desarrollan en la margen izquierda del río Cutuchi, estos testigos de glacis están relacionados con antiguos glacis pertenecientes al volcán Sagoatoa. Por otro lado los que se ubican en el sureste, en la margen izquierda del río Yanayacu, estarían vinculados con el volcán Chinibano.

Esta geoforma presenta bajas, de suave a media (de 5 a 25%), laderas con perfiles variados: cóncava, rectilínea o mixta y longitudes mayores a 500 metros. Los depósitos de gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas) son la litología asociada a esta geoforma.

### 3.5.4. Glaciar y periglaciar

#### 3.5.4.1. Circo glaciar (Gf1)

Esta geoforma es una de las más representativas de los *Paisajes glaciares*, es así que en el cantón Salcedo está emplazada casi en su totalidad dentro de este contexto, en las zonas más altas de la Cordillera Occidental, sobre los 4.200 msnm.

Morfológicamente los circos glaciares presentan laderas cóncavas, con pendiente de tendencia alta de media a fuerte (25 a 40%) hasta fuerte (de 40 a 70%), desniveles muy variados de 25 a 300 metros y longitud de vertiente hasta los 500 metros.

Geológicamente se encuentran asociadas a los Volcánicos Igualata y la Formación Pisayambo.

#### 3.5.4.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma corresponde a la parte más baja del circo glaciar, profundizada y sobreexcavada por la acción del hielo, en algunos casos suele presentar pequeñas lagunas. Se ubica en las zonas altas de la Cordillera Occidental al oeste del cantón.

Se caracteriza por laderas de perfil cóncavo. Morfométricamente presenta pendientes que oscilan de muy suave (de 2 a 5%) a media (de 12 a 25%), desniveles que varían de 5 a 100 metros y longitud de vertiente menores a 250 metros. Litológicamente se desarrolla en depósitos glaciares (Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).c

Mayoritariamente esta geoforma aparece en el contexto *Paisajes glaciares* y menor relevancia en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

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

Asociado exclusivamente con *Paisajes glaciares*, son valles que se producen por la canalización de una masa de hielo, están geográficamente por debajo de las dos geoformas descritas anteriormente (Gf1 y Gf2). Se ubican en la zona occidental del cantón, en las tierras frías de la Cordillera Occidental.

Son valles de perfil transversal en U, pendientes entre suave hasta media (de 5 a 25%), drenajes generalmente del tipo dendrítico. Estos valles presentan mayoritariamente una orientación preferencial S-N con una ligera inclinación hacia el E. Los depósitos de till se asocian a esta geoforma.

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

Esta geoforma se encuentra vinculada con los fondos de valle glaciar (Gf3), es la que mayor área ocupa dentro del cantón, con 53 km<sup>2</sup> aproximadamente, se ubica en la zona occidental del cantón, emplazada completamente en el contexto *Paisajes glaciares*.

Estas vertientes de variado perfil longitudinal (rectilíneo, cóncavo o convexo) presentan pendiente preponderantemente fuerte (de 40 a 70%) y en menor representación pendientes media (de 12 a 25%) y media a fuerte (de 25 a 40%).

Los desniveles alcanzan más de 300 metros, y la longitud de vertiente supera los 500 metros. Geológicamente esta geoforma se desarrolla en las secuencias de lavas andesíticas y piroclastos de la Formación Pisayambo y menor proporción en los volcánicos Igualata.

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

Al igual que las otras geoformas de génesis glaciar y periglaciar, se ubica en la Cordillera Occidental y pertenece al contexto *Paisajes glaciares*.

Estos valles se encuentran desligados de los principales valles glaciares (Gf3), debido a una menor excavación producida por el hielo, quedando su fondo a mayor altura con respecto al valle principal. Estos valles presentan una dirección preferencial O-E, la cual es perpendicular a la de los valles principales.

Presentan pendientes de suave hasta media a fuerte, predominando la media (de 12 a 25%), con valles en forma de U.

#### 3.5.4.6. Horn (Gf6)

Es un pico piramidal originado por la coalescencia de varios circos glaciares. En el cantón Salcedo esta geoforma se desarrolla en la Formación Pisayambo.

Esta geoforma presenta laderas de perfil muy variado (mixta, irregular o cóncava) con pendiente fuerte, desnivel relativo de 100 a 200 metros y longitud de vertiente hasta 500 metros. Aparece en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

#### 3.5.4.7. Laguna glaciar (Gf8)

Esta geoforma suele estar asociada a las geoformas circo glaciar y cubeta glaciar; en el cantón Salcedo se han identificado dos lagunas de este tipo ubicadas en el extremo noroeste del cantón. Una de ellas corresponde a la Laguna de Yanacocha, la segunda se encuentra en el Cerro Mishqui Pujincho.

#### 3.5.4.8. Morrena lateral (Gd2)

Geoforma constituida por depósitos glaciares y fluvioglaciares (till). Esta geoforma se asocia directamente con la ubicación que presentan en el valle glaciar, en esta particularmente estas morrenas se han identificado en las zonas laterales del valle glaciar.

Morfológicamente presentan formas alargadas siguiendo el curso del valle con cimas agudas y laderas cóncavas, pendientes que oscilan de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 5 a 50 metros y hasta 300 metros, con longitud de vertiente de 50 a 500 metros.

Esta geoforma está ligada a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares y Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

#### 3.5.4.9. Morrenas (Gd4)

Esta unidad geomorfológica se ubica al sur del cantón en el flanco occidental del volcán Sagoatoa. Se desarrolla en los contextos *Paisajes glaciares y Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Las vertientes de esta geoforma son mixtas o cóncavas con pendiente que varían de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), el desnivel llega hasta 50 metros y la longitud de vertiente a 250 metros.

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

Esta geoforma se describe como el conjunto de sedimentos de origen glaciar que no guardan su morfología inicial debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas. Se encuentra ubicada en la zona oeste del cantón, en los sectores de la quebrada Chupiuurcu, Culebrilla, Palangana, Chilcalingo, Surfotingo, Igshicocha, Yuragashpa y del río Zamora

Estos depósitos en su mayoría están conectados con valles glaciares, la pendiente va de suave (de 5 a 12%) hasta media a fuerte (25 a 40%) con formas de valle muy diversificados (plano, en U y en V). Los contextos en los que se desarrolla son *Paisajes glaciares y Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

#### 3.5.4.11. Hondonada pantanosa de origen glaciar-periglacial (Gp2)

Esta geoforma se desarrolla en 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.

Se ubican en las zonas más altas y frías del cantón, al oeste y al sur-oeste. Se desarrollan al igual que otras geoformas de igual génesis, dentro de los contextos *Paisajes glaciares* y *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%) y formas de drenaje generalmente dendrítico.

#### 3.5.4.12. Afloramiento rocoso en ambiente periglacial (Gp3)

Esta geoforma está vinculada a dos formaciones geológicas: Formación Pisayambo constituida por la secuencia de lavas andesíticas y piroclastos y los Volcánicos Igualata constituida por piroclastos (tobas de grano fino a grueso pumítica), con presencia local de andesitas.

Se ubican en las zonas más altas del cantón, sobre los 4 000 msnm. Presentan mayoritariamente pendiente fuerte (de 40 a 70 %). con desniveles que superan los 300 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros. Aparece en los contextos *Paisajes glaciares* y *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

### 3.5.5. Volcánico

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

Esta unidad geomorfológica describe en su mayoría los vestigios del antiguo volcán Chinibano, ubicado al noreste del cantón.

Esta geoforma presenta laderas con perfiles cóncava o mixta, y pendientes que varían de media hasta fuerte (de 12 a 70%). Al tratarse de vestigios de un antiguo volcán, este se encuentra muy erosionado y presenta un modelado más suave y ondulado, tal es así, que la pendiente media es la más representativa. Los desniveles en algunas zonas superan los 300 metros y la longitud llega a más de 500 metros.

Mayoritariamente se encuentra dentro del contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, también se presenta en menor relevancia en *Paisajes glaciares*.

#### 3.5.5.2. Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2)

Esta geoforma representa al volcán Sagoatoa, ubicado al centro-sur del cantón. Es una de las geoformas que mayor área ocupa dentro del cantón, aproximadamente 43 km<sup>2</sup>. Se han identificado geoformas como circos glaciares, cubetas glaciares y morrenas, entre otras, las que dan el moderado retoque glaciar que se le atribuye a este volcán. La geología característica de este volcán son los Volcánicos Igualata de edad Pliocénica y el contexto es *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Este volcán presenta vertientes de perfil cóncavo con pendiente principalmente media (de 12 a 25%) pero puede llegar hasta fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 50 a 300 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros.

#### 3.5.5.3. Caldera (Vc2)

Con esta geoforma se identifican las dos calderas antiguas del volcán Sagoatoa. Las características morfométricas son similares en ambas calderas. En planta tienen forma de herraduras, presentan pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) desnivel de 50 a 100 metros y longitud moderadamente largas.

Por otro lado sus rasgos morfológicos varían, tenemos vertientes de perfil cóncava o mixta, ambas con drenajes subparalelo.

En campo se idéntico un macizo rocoso compuesto de andesita porfídica asociado a los volcánicos Igualata, la roca presentaba un alto grado de fracturación con diaclasas como se aprecia en la foto 13.



**Fotos 14 y 15.** Caldera del volcán Sagoatoa. Vista frontal (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Volcán Sagoatoa. 04/06/2014.

#### 3.5.5.4. Rampas de piedemonte de cono volcánico (Vc8)

Esta geoforma ocupa 38 km<sup>2</sup> aproximadamente del cantón, representando el 9%, se ubican en las vertientes inferiores del volcán Sagoatoa y Chinibano, ambos dentro del contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Esta geoforma se caracteriza por pendientes bajas entre suave y media con perfiles longitudinales generalmente cóncava y menor incidencia rectilíneo, los desniveles pueden llegar hasta los 300 metros y longitudes de vertiente superan los 500 metros.

En campo se identifico un afloramiento de toba de grano fino poco compactada y muy meteorizada, esta descripción corresponde a la litología de los volcánicos Igualata.



**Fotos 16 y 17.** Rampas de piedemonte de cono volcánico. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Chirinche Bajo. 04/06/2014.

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

Este geoforma está ligada al volcán Chinibano y se ubica en el flanco suroeste del volcán. Presenta vertientes de perfil mixto, poco disectadas y con drenajes dendrítico. La pendiente es media (de 12 a 25%), la longitud de vertiente muy larga (mayor a 500 metros) y el desnivel supera los 300 metros.

Esta geoforma se encuentra distribuida en los contextos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas*, ocupando mayor área en el primero.

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

Esta geoforma se atribuye al volcán Pilisurco, se ubica al suroeste del cantón, este volcán se emplaza dentro del contexto *Paisajes glaciares*. Las coladas de lava son un manto de lava fluida emitido por un volcán durante sus erupciones, se consideran antiguas cuando están recubiertas por un suelo más o menos desarrollado. Esta colada de lava corresponde a las lavas andesíticas basálticas de la Formación Pisayambo. Geomorfológicamente se observa que estas coladas al ser más competentes que los piroclastos de su alrededor genera un cambio de dirección de los valles adyacentes los cuales se orientan preferentemente con dirección norte sur.

Morfométricamente presenta laderas cóncavas con pendientes de media (de 12 a 25%) hasta media a fuerte (de 25 a 40%), longitud de vertiente mayor a 500 metros y desniveles que llegan a más de 300 metros.

#### 3.5.5.7. Llanura de depósitos volcánicos (Vc13)

Estas geoformas se ubican al pie de las rampas de piedemonte del cono volcánico del Sagoatoa y en ocasiones se enlazan con el medio aluvial, tal es así, que las terrazas se han desarrollado en depósitos laharíticos. Estas llanuras se ubican en las márgenes del río Cutuchi en la zona centro-norte del cantón.

La pendiente varía de plana a suave (de 0 a 12%), estas llanuras se encuentran poco disectadas. Están constituidas por aglomerados tobáceos, con pumita y material piroclástico diverso y arena de la Formación Latacunga y ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua.

Esta geoforma aparece en los contextos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos,*

#### 3.5.5.8. Vertiente de llanura de depósitos volcánicos (Vc14)

Esta unidad geomorfológica forma parte del escarpe que se puede formar al ser incidida o erosionada fluvialmente la llanura de depósito volcánico (Vc13) antes descrita, debido a esto comparten la misma geología.

Estos escarpes o laderas se presentan con pendiente media (de 12 a 25%), desniveles no mayores a 100 metros y longitudes hasta los 500 metros. Estas geoformas enlazan con el medio aluvial y se presentan en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

#### 3.5.5.9. Planicie arenosa de origen lahárico (Vc15)

Esta planicie arenosa estaría ligada a antiguos lahares del volcán Sagoatoa, se ubica en la zona centro-sur, en el sector Antonio José Olguín. Presenta pendiente plana y se encuentra poco disectada.

En campo se describió un depósito volcánico constituido por grava, bloques angulares, limo y arena, estos últimos en mayor porcentaje.



**Fotos 18 y 19.** Planicie arenosa de origen lahárico. Vista general. Sector Antonio José Olguín. 04/06/2014.

#### 3.5.5.10. Domo Volcánico (Dom)

Domos de composición riolítica, se ubican en la zona septentrional este del cantón, en el cerro Tundea y Señora Loma. Están asociados con el volcán Chinibano, podría tratarse de posteriores efusiones de material.

Estos domos presentan cimas tanto redondeada como aguda, con laderas cóncavas, pendientes media (de 12 a 25%) y fuerte (de 40 a 70%) y desniveles hasta 200 metros. Aparecen en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

#### 3.5.5.11. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Se encuentra distribuida en la zona centro y sureste del cantón. Una de las características principales de esta geoforma es su desnivel relativo que no supera los 25 metros.

Otra rasgo particular de esta unidad geomorfológica es que están asociadas a formaciones volcánicas, en este cantón están vinculadas a las formaciones: Cangahua, Latacunga y Pisayambo.

Presenta vertientes cóncavas o mixtas con cimas agudas y redondeadas, las pendiente oscilan de suave hasta media a fuerte (de 5 a 40%), con longitud no mayor a 250 metros. Aparece en los contextos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas*.

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

Se distribuyen en la zona central del cantón, dentro de los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

El desnivel tipo de esta geoforma es de 25 a 100 metros. Las características morfológicas para las vertientes emplazadas en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* son muy variadas, las laderas por ejemplo son cóncavas, convexas o mixtas con cimas planas, redondeadas y agudas. La pendiente oscila desde suave a fuerte, la longitud de vertiente llega a superar los 500 metros. En este contexto la geología asociada esta atribuida a las Formaciones Latacunga y Cangahua.

Por otro lado las vertientes en *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas* tienen rasgos morfológicos más homogéneos, laderas rectilíneas con cimas agudas y pendientes fuertes. Estos relieves se desarrollan sobre la Formación Pisayambo.

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

Al igual que la anterior geoforma está también se desarrolla en los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

El desnivel relativo característico de estos relieves es de 100 a 200 metros. Dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* la pendiente varía de media hasta fuerte, la longitud llega a los 500 metros, los rasgos morfológicos son homogéneos laderas mixtas y cimas agudas, desarrollados sobre la Formación Latacunga.

En el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* la vertiente de los relieves también es mixta pero con cimas redondeadas, pendientes de media (de 12 a 25%) hasta media a fuerte (de 25 a 40%). Geológicamente se desarrollan en la Formación Cangahua.



**Foto 20.** Relieve volcánico colinado alto. Vista general. Sector San Pedro de Jachaguangu. 04/06/2014.

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

Con un desnivel relativo de 200 a 300 metros. Estos relieves se ubican en las faldas del volcán Chinibano, dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas*.

Geológicamente estos relieves se desarrollan de dos formaciones geológicas: Formación Latacunga y Formación Cangahua. En la Formación Cangahua presenta cimas redondeadas con pendiente media mientras que la Formación Latacunga las cimas son agudas y las pendientes media y fuerte. En ambas formaciones los relieves presentan laderas mixtas y valles en V.

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

Esta geoforma se ubica en dos contextos: *Paisajes glaciares* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

En el contexto *Paisajes glaciares* se sitúa en las vertientes inferiores de la Cordillera Occidental, presentan pendientes suaves y se relacionan con la Formación Pisayambo.

Mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* se presentan en las márgenes del río Cutuchi, con pendientes muy suaves y media, se asocian a las formaciones Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos).

#### 3.5.6. Estructural

##### 3.5.6.1. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3)

Son plataformas desarrolladas sobre cangahua (depósitos piroclásticos, principalmente constituidos por cenizas volcánicas con lapilli, a menudo sin estratificación y parcialmente cementados, pertenecientes al Cuaternario). Son frecuentes en la zona septentrional del corredor interandino.

Esta geoforma tiene una mínima representación dentro del cantón, presenta pendiente suave (de 5 a 12%), se ubica dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

#### 3.5.7. Poligénicas

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

Esta geoforma se encuentra en los márgenes de los ríos Cutuchi y Yanayacu. Se presenta en dos de los cinco contextos descritos en el cantón: *Medio aluvial de Sierra* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Estos depósitos representan la transición entre los dos contextos mencionados anteriormente, tienen aporte tanto de las laderas como del medio fluvial. En este cantón estos depósitos presentan forma de valle en V con pendientes transversales que varían de suave hasta media fuerte. Su litología corresponde a limo-arcillas, arenas, gravas y bloques.

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

Se encuentra distribuida en los seis contextos, con mayor incidencia en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Esta geoforma se encuentra ubicada en la zona noroeste, norte, y sureste del cantón.

A diferencia de los coluvio-aluviales recientes estos se hallan un poco desligados de los principales sistemas fluviales, presentan un mayor desarrollo longitudinal. Se ubican en las partes altas de las cuencas hidrográficas secundarias.

La pendiente es muy variada, va desde muy suave hasta fuerte, de igual forma los valles varían entre plano, en U y en V. Ocupa un área de 3 km<sup>2</sup>, equivalentes al 0,7% del territorio estudiado.



**Foto 21.** Coluvio-aluvial antiguo. Sector Comuna Galpón. 06/06/2014.

#### 3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Es una superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto o de difícil adscripción genética. Se ubican en el centro del cantón a ambos márgenes del río Cutuchi. Forma parte de un único contexto morfológico: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos*.

Presenta pendientes generalmente muy suave (de 2 a 5%), se encuentra poco disectada, y se desarrolla sobre aglomerados tobáceos, con pumita, material piroclástico diverso y arena, de la Formación Latacunga.

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

Esta Geoforma corresponde al escarpe o ladera de la geoforma descrita anteriormente, se diferencian porque esta geoforma presenta pendiente un poco mayor.

Presenta pendiente media y fuerte, desniveles relativos de 15 a 50 metros y longitud no mayor a 250 metros. Comparte la misma geología que la superficie horizontal (Sh2), Formación Latacunga.

### 3.5.7.5. Superficie inclinada (Si2)

Muestran una mínima representación dentro del cantón. Se sitúan dentro del contexto *Paisajes glaciares* en las vertientes inferiores de la Cordillera Occidental, en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se ubica en las zonas altas de la Cordillera Real, y en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* ocupa la margen derecha del río Cutuchi, entre este río y la Laguna de Yambo.

Las características morfológicas y morfométricas son similares en los tres contextos. Esta geoforma generalmente de perfil rectilíneo, presenta pendientes media y suave, la longitud de vertiente en algunos casos supera los 500 metros. El desnivel relativo en los *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* es homogéneo, de 25 a 50 metros, mientras que en los otros dos contextos habitualmente oscila entre los 200 y 300 metros.

Geológicamente los tres contextos se asocian a una única Formación geológica. En los *Paisajes glaciares* las superficies se desarrollan en los volcánicos Igualata; la Formación Latacunga se asocia a superficie en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*; y en las *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* la geología característica es la Formación Pisayambo.

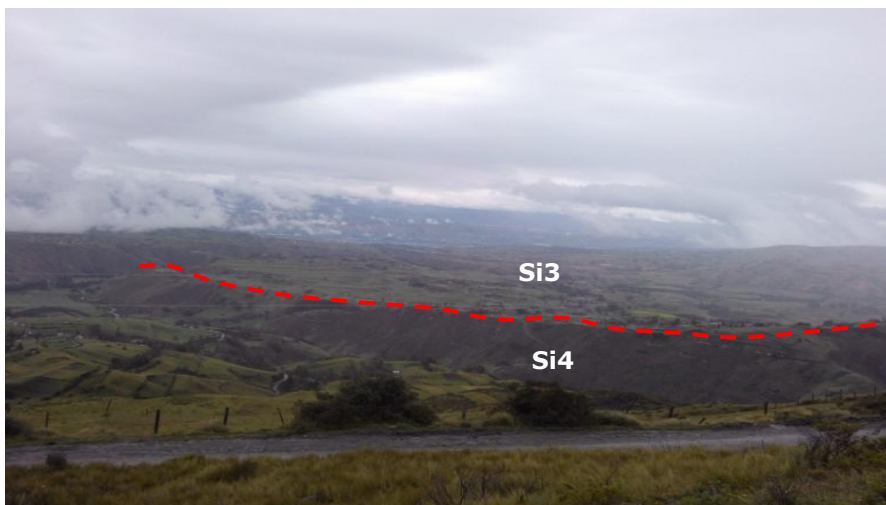
### 3.5.7.6. Superficie inclinada disectada (Si3)

Esta geoforma presenta las mismas características que la anterior (Superficie inclinada, Si2), pero con un mayor grado de disección. Se encuentra distribuido en dos zonas, al noroeste y al sureste del cantón.

En la zona noreste se asocia con el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas*, presentan características homogéneas, la pendiente es media (de 12 a 25%). Dentro de este contexto estas superficies se desarrollan en la Formación Pisayambo.

El contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, se sitúa en la zona sureste; las pendientes en este contexto son de muy suave (de 2 a 5%) hasta media a fuerte (de 25 a 40%). La ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua son la geología predominante en esta zona.

El desnivel relativo y la longitud de vertiente en esta geoforma hacen referencia a las disecciones o incisiones que presenta. En esta unidad geomorfológica el desnivel no supera los 50 metros y la longitud varía de los 15 hasta más de 500 metros.



**Foto 22.** Superficie inclinada disectada. Sector Comuna Galpón. 06/06/2014.

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

Esta geoforma está asociada en mayor porcentaje con las superficies inclinadas disectadas (Si3) del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Presenta pendientes muy variada, mayoritariamente media y fuerte (de 12 a 70%), desnivel no mayor a 25 metros y longitud de 50 a 250 metros.

Las superficies inclinadas disectadas se desarrollan en la Formación Cangahua que es del Cuaternario, estas superficies están sobrepuestas en la Formación Latacunga que es del Pleistoceno y esta última es la que se identificó en campo.

En campo se encontró un afloramiento de textura piroclástica con bajo grado de compactación, y que no presenta fracturación, se reconoce como lapilli de pómez concordante con la Formación Latacunga.



**Fotos 23 y 24.** Planicie arenosa de origen lahárico. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Comuna Galpón. 04/06/2014.

#### 3.5.7.8. Superficie alta (Sa1)

Esta geoforma se ubica en las zonas altas de la Cordillera Real sobre los 3600 msnm, dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Esta superficie presenta pendiente media (de 12 a 25%), se desarrolla en la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo.

#### 3.5.7.9. Superficie alta disectada (Sa2)

Esta geoforma con similares características que la descrita anteriormente (Superficie alta, Sa1) aunque con mayor grado de disección. Se ubica en la Cordillera Occidental sobre los 3.900 msnm, se desarrolla en los contextos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. En ambos contextos presenta pendiente media (de 12 a 25%).

Dentro del contexto *Paisajes glaciares* esta geoforma se desarrolla en los Volcánicos Igualata y en la Formación Pisayambo. Presenta desnivel relativo de 100 a 200 metros, vertiente rectilínea con cima plana.

En el contextos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se asocia a Depósitos glaciares pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino. Presenta desnivel relativo de 5 a 15 metros, vertiente mixta y cima redondeada

#### 3.5.7.10. Abrupto de superficie alta (Sa3)

Esta unidad geomorfológica aparece ligada solo a la geoforma superficie alta (Sa1), conserva el mismo contexto morfológico y la geología.

Morfométricamente presenta desniveles que alcanzan los 100 metros, longitud de vertiente que no supera los 500 metros, con laderas de perfil rectilíneo o mixto y pendiente media (de 12 a 25%).

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

Esta geoforma presenta una reducida representación dentro del cantón. Se ubica al oriente del cantón en el extremo norte y sur.

La pendiente es media (de 12 a 25%) y la geología corresponde a la Formación Pisayambo en las dos zonas. En el norte se asocia al contexto *Paisajes glaciares* y al sur con *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

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

Se ubica en tres de los seis contextos que se han descrito en el cantón: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Paisajes glaciares*, y iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En los dos contextos primeros mantiene cierta similitud, los volcánicos Igualata y la Formación Pisayambo aparecen en ambos contexto y las pendientes varían de media hasta fuerte.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica Sierra* se presenta pendiente fuerte se asocia esta geoforma en la Formación Pisayambo.



**Foto 25.** Interfluvio de cimas estrechas. Sector Volcán Sagoatoa. 04/06/2014.

### 3.5.7.13. Afloramientos rocosos(Sdv3)

Esta geoforma corresponde a rocas aflorantes en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se ubican en el centro del cantón, distribuidos en tres contextos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

En las *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, presenta laderas con perfil cóncavo con pendiente media (de 12 a 25%) y desnivel relativo de 50 a 100 metros. Este afloramiento expone la geología de los volcánicos Igualata.

Las Formaciones Pisayambo y Latacunga están asociadas al contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*,

presentan un amplio rango de pendientes, desde suave hasta muy fuerte, desniveles que alcanzan los 200 metros y longitudes que no superan los 500 metros, con laderas cóncava, convexa, rectilínea o mixta.



**Fotos 26 y 27.** Afloramiento rocoso. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso de la Formación Latacunga (derecha). Sector Comuna Galpón. 04/06/2014.

### 3.5.8. Otras génesis

#### 3.5.8.1. Superficie de relleno (O1)

Esta geofoma describe superficies de acumulación de sedimentos provenientes de los relieves circundantes. Se ubican en los alrededores de la laguna de Yambo.

Presentan pendiente plana (de 0 a 2%) y se sitúan dentro del contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.



**Foto 28.** Superficie de relleno. Sector Laguna de Yambo. 05/06/2014.

#### 3.5.8.2. Superficie intervenida (O5)

Esta geofoma hace referencia a un terraplén y canteras de material pétreo, que se ubican en las márgenes del río Cutuchi, cerca de los sectores Pansaleo y Salcedo, en el centro del cantón.

Se emplazan en dos contextos: *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y *Medio aluvial de Sierra*.

#### IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Salcedo tiene 486 km<sup>2</sup> aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 445 km<sup>2</sup> ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Llanganates). Está situado en la región Sierra. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 200 metros hasta un máximo de 3.400 metros.

En el cantón Salcedo se pueden diferenciar cinco dominios fisiográficos.

1. **Sistema volcánico.** Influenciado por dos volcanes Sagoatoa y Chinibano. Este dominio se encuentra distribuido en dos zonas, al noreste con el volcán Chinibano y al centro-sur con el volcán Sagoatoa. Ocupa un área de 149 km<sup>2</sup>, que representan el 34% del área de estudio, es el de mayor influencia dentro del cantón.

El volcán Sagoatoa geomorfológicamente se identifica como un cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario, se han identificado dos calderas parcialmente conservadas; en las vertientes inferiores del volcán se identifican geoformas típicas de piedemonte como las rampas volcánicas que representan la transición entre este dominio y los relieves de fondo de Cuencas Interandina, esta característica se aprecia en los dos volcanes. Está representado geológicamente por los volcánicos Igualata.

El Chinibano es catalogado como vestigios de un volcán, el modelado paisajístico está vinculado con esta característica. La geología predominante corresponde a la Formación Pisayambo, aunque las rampas volcánicas se han desarrollado en las cenizas volcánicas andesíticas, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos de la Formación Cangahua.

El único contexto de este dominio es *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Es el segundo dominio con mayor extensión en el cantón Salcedo, ocupa 120 km<sup>2</sup> aproximadamente, y se encuentra ubicado casi en su totalidad en la Cordillera Occidental, con una mínima representación en la Cordillera Real.

En la Cordillera Occidental este dominio se desarrolla mayormente en la secuencia de lavas andesíticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, además existen varios tipos de depósitos, principalmente depósitos glaciares (till). Las geoformas en este dominio se emplazan entre los 3.400 msnm y los 4.300 msnm.

La geoforma más representativa es vertiente de valle glaciario, seguida de geoformas de similar génesis como los circos glaciares, fondo de valle glaciario, morrenas, interfluvios de cimas estrechas, entre otras. El único contexto que aparece en este dominio es *paisajes glaciares*.

- 3. Vertientes y relieves de las Cuencas Interandinas.** En el cantón Salcedo este dominio representa el 11% del área de estudio, equivalente a 50 km<sup>2</sup> aproximadamente. Se encuentra distribuido en dos zonas: al noroeste del cantón en las vertientes bajas de la Cordillera Occidental y al sureste en la Cordillera Real.

Este dominio se divide en dos contexto: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. El primero contexto se ubicado en la Cordillera Real entre los 3.800 metros y 3.200 metros, presenta un alto porcentaje de geoformas de génesis ladera como coluviones antiguos, escarpes de deslizamientos, vertientes de diversos tipos, etc.; y también geoformas de génesis volcánico como relieves volcánicos y flujos piroclásticos. En menor porcentaje se presentan geoformas de génesis fluvial y poligénica.

El segundo contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se ubica en las vertientes inferiores, de la Cordillera Occidental y del Volcán Sagoatoa, las geoformas en este contexto se emplazan altitudinalmente un poco más bajo que las geoformas del contexto anterior, se ubican entre los 3.600 metros y 2.800 metros; el modelado se caracteriza por superficies inclinadas disectadas, llanuras de depósitos volcánicos y vertientes rectilíneas.

La geología en ambos contexto se característica por la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, seguida de la Formación Latacunga y depósitos: de ladera (coluvial) y coluvio aluviales.

- 4. Relieves de los fondos de Cuencas Interandinas.** Ubicados en el valle interandino, en el centro del cantón salcedo, ocupan un área de 89 km<sup>2</sup> aproximadamente, que representa el 20% de territorio estudiado del cantón. Este dominio representa la transición de las grandes cordilleras con el valle interandino.

El contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* es el único que se desarrolla dentro de este cantón, el modela viene dado por las grandes llanuras de depósitos volcánicos, las planicies de origen lahárico, los glacis de esparcimiento, las superficies inclinadas, las vertientes de varios tipos y los relieves volcánicos. Todas estas geoformas asociadas a las Formación Latacunga (aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena) y la Formación Cangahua (ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos), esta ultima en mayor porcentaje. Además de diversos depósitos: de ladera, aluviales, coluvio aluviales, entre otros.

- 5. Medio Aluvial de Sierra.** Este dominio se desarrolla a lo largo de tres sistemas fluviales principales ríos Nagsiche, Cutuchi y Yanayacu. El río Nagsiche recibe su aporte fluvial de la Cordillera Occidental, el río Yanayacu de la Cordillera Real y el río Cutuchi de los páramos del Cotopaxi.

Este sistema fluvial está caracterizado por geoformas fluviales del tipo erosivo, como los grandes encañonamientos desarrollados en río Nagsiche.

Tectónicamente este cantón se encuentra atravesado por tres mega estructuras, de oeste a este tenemos: i) Cordillera Occidental, ii) Valle Interandino y iii) Cordillera Real.

Dentro de la Cordillera Occidental se desarrolla el dominio Cimas frías, llama la atención la particular orientación de los valles glaciares que en él se desarrollan, estos valles se encuentran alineados en dirección S-N; es un rasgo particular del cantón Salcedo, tal es así, que en los cantones aledaños no se observa esta particularidad. El volcán Pilisurco, asociado únicamente al contexto *Paisajes glaciares*, conserva una colada de lava atribuida a la Formación Pisayambo, este volcán ha sido cartografiado con geoformas de génesis glacial y periglacial, puesto que son estos rasgos morfológicos los más predominantes.

Conforme se desciende en altitud el dominio que marca la transición es el Sistema volcánico del Volcán Sagoatoa que se ubica en el límite entre la Cordillera Occidental y el Valle Interandino. En el Valle Interandino, en donde se ubica la ciudad de Salcedo, se puede observar la transición de los *Relieves de fondo de cuencas interandinas* que está geológicamente representado por la Formación Cangahua con el *Medio aluvial de Sierra*. Las terrazas medias y altas de composición laharítica son la evidencia de esta transición. El río Cutuchi sobreexcavó antiguos depósitos volcánicos provenientes del volcán Sagoatoa dando origen a estas peculiares terrazas.

Ascendiendo en altitud hacia la zona oriental, nos encontramos con la Cordillera Real. En esta zona se ubica el volcán Chinibano. En este volcán extinto y muy erosionado se han desarrollado domos volcánicos, de edad Cuaternaria y de composición riolítica, más jóvenes que la secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos de la Formación Pisayambo, que es la que constituye mayoritariamente al volcán Chinibano.

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

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

CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.

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

DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: Chalupas (Hoja 86), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Latacunga (Hoja 67), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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



## ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

**1. Datos Generales**

Identificación

Código Ficha  Fecha descripción

Código Salida  Código Responsable  Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

**2. Descripción**

Contexto Morfológico

Geoforma  Pendiente

Forma Cima  Desnivel Relativo

Forma Vertiente  Longitud Vertiente

Forma Valle  Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

**3. Macizo Rocoso**

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

**4. Depósitos Superficiales**

Tipo Depósito Superficial

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-ÑIV_A1-51-0199	CGg-ÑIV_A2-52-0181	CGg-ÑIV_B1-52-0209
CGg-ÑIV_A1-51-0200	CGg-ÑIV_A2-52-0182	CGg-ÑIV_B1-52-0212
CGg-ÑIV_A2-52-0139	CGg-ÑIV_A2-52-0185	CGg-ÑIV_B1-52-0214
CGg-ÑIV_A2-52-0141	CGg-ÑIV_A2-52-0186	CGg-ÑIV_B1-52-0219
CGg-ÑIV_A2-52-0142	CGg-ÑIV_A2-52-0187	CGg-ÑIV_B1-52-0220
CGg-ÑIV_A2-52-0150	CGg-ÑIV_A2-52-0188	CGg-ÑIV_B1-52-0226
CGg-ÑIV_A2-52-0151	CGg-ÑIV_A2-52-0189	CGg-ÑIV_B1-52-0225
CGg-ÑIV_A2-52-0152	CGg-ÑIV_A2-52-0190	CGg-ÑIV_B1-52-0227
CGg-ÑIV_A2-52-0155	CGg-ÑIV_A2-52-0191	
CGg-ÑIV_A2-52-0156	CGg-ÑIV_A2-52-0192	



### ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

## -A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**AFLORAMIENTOS ROCOSOS EN AMBIENTE PERIGLACIARIO:** rocas en superficie, con escasa o nula presencia de suelo, que no presentan rasgos morfológicos específicos. Se utiliza esta denominación cuando aparecen en zonas de ambiente

periglaciario que, no obstante, han podido estar sometidas anteriormente a modelado glaciar.

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

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

## -B-

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

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

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

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

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

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

## -C-

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

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

**CAMPO DE REG:** desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -D-

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

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

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

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

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

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

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

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

## -E-

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

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

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

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

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

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

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

## -F-

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

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

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

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

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

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

## -G-

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

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

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

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

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

## -H-

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

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

## -I-

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

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

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

## -K-

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

## -L-

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

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

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

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

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

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

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

## -M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## -N-

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

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

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

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

**NIVEL PLANO:** planicie característica de la llanura aluvial reciente e inundable de la región Costa.

**NIVELES ESTRUCTURALES SOBRE LAVAS ENDURECIDAS:** superficies proporcionadas por materiales volcánicos resistentes a la erosión, normalmente de carácter lávico, aunque también las pueden proporcionar otros materiales volcánicos cementados o fuertemente consolidados.

## -P-

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

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

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

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

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

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

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

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

## -R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**RELIEVE VOLCÁNICO COLINADO MUY BAJO:** forma de cierta extensión y continuidad, sin rasgos característicos, desarrollada sobre sustratos volcánicos no ligados a emisiones volcánicas recientes (generalmente, sustratos volcánicos pre-

holocenos). Presenta, en su conjunto, un ligero grado de disección, con desniveles máximos en su interior comprendidos entre 5 y 15 metros.

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

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

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

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

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

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

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

**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 glaci-periglaci, 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 *eskarpe de cuesta marina*, que puede ser o no mapeable.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**-Y-**

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



## ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

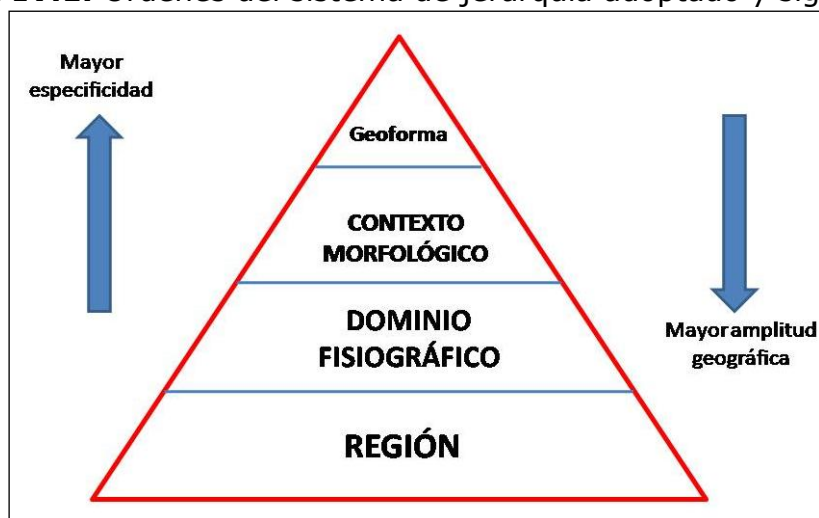
### **1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico**

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

**Dominio Fisiográfico:** Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglaciar) 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>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: SISTEMA VOLCÁNICO</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
<b>DOMINIO FISIAGRÁFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS</b>	
<b>CONTEXTOS MORFOLÓGICOS</b>	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

Cada uno de los Contextos Morfológicos definidos pertenece a un solo Dominio Fisiográfico. Y, a su vez, cada Dominio Fisiográfico, está incluido en una sola región. De esta forma, determinando el Contexto Morfológico en que se incluye un conjunto de 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

**(\*) Nota:** Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros

grupos litológicos que no tienen reconocimiento de Formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

## 6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

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

<b>TIPOS DE DRENAJE</b>
Dendrítico
Subdendrítico
Anastomosado
Meándrico
Paralelo
Enrejado
Rectangular
Angular
Radial
Asimétrico
Subparalelo
Pinnado
Otras
No Aplicable

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

Fuente: CTN

## Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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