

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN SUCUMBÍOS

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
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
II.	METODOLOGÍA	5
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
III.	RESULTADOS.....	17
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 externas de la Cordillera Real	21
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	21
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra	21
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina	22

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico	22
3.3. Contextos Morfológicos.....	23
3.3.1. Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	24
3.3.2. Paisajes glaciares	24
3.3.3. Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	25
3.3.4. Relieves de los márgenes de las cimas frías	25
3.3.5. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	26
3.3.6. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	26
3.3.7. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos.....	27
3.3.8. Medio aluvial de Sierra	27
3.3.9. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas.....	27
3.3.10. Medio aluvial amazónico	28
3.4. Geformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	29
3.5. Descripción de geformas	37
3.5.1. Fluvial	37
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	37
3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobrexexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	37
3.5.1.3. Valle en V (E1)	38
3.5.1.4. Barranco (E2)	39
3.5.1.5. Encañonamiento (E4).....	39
3.5.1.6. Terraza media (Tm)	40
3.5.1.7. Terraza alta (Ta)	40
3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	40
3.5.2. Laderas	41
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	41
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	42
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	42
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	42
3.5.2.5. Vertiente heterogénea (Lh1)	43
3.5.2.6. Vertiente rocosa (Lh3).....	44
3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	44
3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6)	45
3.5.2.9. Coluvión antiguo (Col2).....	45
3.5.2.10. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	46
3.5.2.11. Flujo de lodo (Ld2).....	46

3.5.2.12.	Cono de derrubios (Ld3)	47
3.5.2.13.	Talud de derrubios (Ld4).....	47
3.5.2.14.	Glacis de esparcimiento (Pd1).....	48
3.5.3.	Glaciar y periglaciar	48
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1)	48
3.5.3.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	49
3.5.3.3.	Fondo de valle glaciar (Gf3)	49
3.5.3.4.	Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	49
3.5.3.5.	Valle glaciar colgado (Gf5)	49
3.5.3.6.	Rocas aborregadas (Gf7)	50
3.5.3.7.	Laguna glaciar (Gf8)	50
3.5.3.8.	Morrena de fondo (Gd1)	50
3.5.3.9.	Morrena lateral (Gd2).....	50
3.5.3.10.	Morena frontal, arco morrénico (Gd3).....	51
3.5.3.11.	Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6).....	51
3.5.3.12.	Nicho de nivación (Gp1).....	51
3.5.3.13.	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3)	52
3.5.4.	Volcánico	52
3.5.4.1.	Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar (Vci2)	52
3.5.4.2.	Cráter (Vc1).....	52
3.5.4.3.	Caldera (Vc2).....	52
3.5.4.4.	Flujo de piroclastos (Vc9)	53
3.5.4.5.	Colada de lava antigua (Vc10).....	53
3.5.4.6.	Domo volcánico (Dom)	54
3.5.4.7.	Superficie de meseta volcánica (Rv1)	54
3.5.4.8.	Vertiente de meseta volcánica (Rv4)	54
3.5.4.9.	Relieve volcánico colinado medio (Rv9)	55
3.5.4.10.	Relieve volcánico colinado alto (Rv10)	56
3.5.4.11.	Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)	56
3.5.4.12.	Relieve volcánico montañoso (Rv12)	57
3.5.4.13.	Superficie volcánica ondulada (RvSo)	58
3.5.5.	Estructural.....	59
3.5.5.1.	Superficie de chevron (Ei5)	59
3.5.5.2.	Frente de chevron (Ei6).....	59
3.5.6.	Tectónico-erosivo	59
3.5.6.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	59
3.5.6.2.	Relieve colinado alto (Rt5).....	60
3.5.6.3.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	60
3.5.6.4.	Relieve montañoso (Rt7)	61

3.5.7. Poligénicas.....	62
3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	62
3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	62
3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)	62
3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2).....	63
3.5.7.5. Abrupto de superficie inclinada (Si4)	63
3.5.7.6. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	64
3.5.7.7. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	64
IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES	65
V. BIBLIOGRAFÍA	69
5.1. Referencias generales	69
5.2. Bibliografía citada	70

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

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas	11
Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Sucumbíos	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Sucumbíos.....	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Sucumbíos	23
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	29
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución geográfica de la zona de estudio dentro del área continental	2
Figura 2.1. Mapa sintético de procesos en el diseño y producción de la cartografía geomorfológica.....	5
Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos	14
Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Sucumbíos.....	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Sucumbíos	17
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Sucumbíos	18

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Terraza baja y cauce actual. Sector La Barquilla, río Chingual	38
Foto 2. Barranco. Sector La Arrinconada.....	39
Foto 3. Vertiente rectilínea. Sector La Chispa	41
Foto 4. Vertiente abrupta. Sector El Bijagual.....	43
Fotos 5 y 6. Vertiente heterogénea. Sector Santa Bárbara Chiquita	44
Foto 7. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector La Barquilla, margen izquierda del río Chingual	45
Foto 8. Coluvión antiguo. Sector La Arrinconada.....	46
Foto 9. Glacis de esparcimiento. Sector Cocha Seca	48
Fotos 10 y 11. Flujo de piroclastos. Sector La Arrinconada	53
Foto 12. Colada de lava antigua. Sector El Oso	54
Fotos 13 y 14. Vertiente de meseta volcánica. Sector extremo noroeste	55
Foto 15. Relieve volcánico colinado medio. Sector La Arrinconada	55
Foto 16. Relieve volcánico colinado alto. Sector Santa Bárbara Chiquita	56
Foto 17. Relieve volcánico colinado muy alto. Sector La Chispa	57
Foto 18. Relieve volcánico montañoso. Sector El Castigo	58
Foto 19. Superficie volcánica ondulada. Sector El Playón de San Francisco	58
Foto 20. Relieve colinado alto. Sector suroriental, margen derecha del río Chingual.....	60
Foto 21. Relieve montañoso. Sector La Alegría	61
Foto 22. Superficie inclinada. Sector La Bonita	63

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:

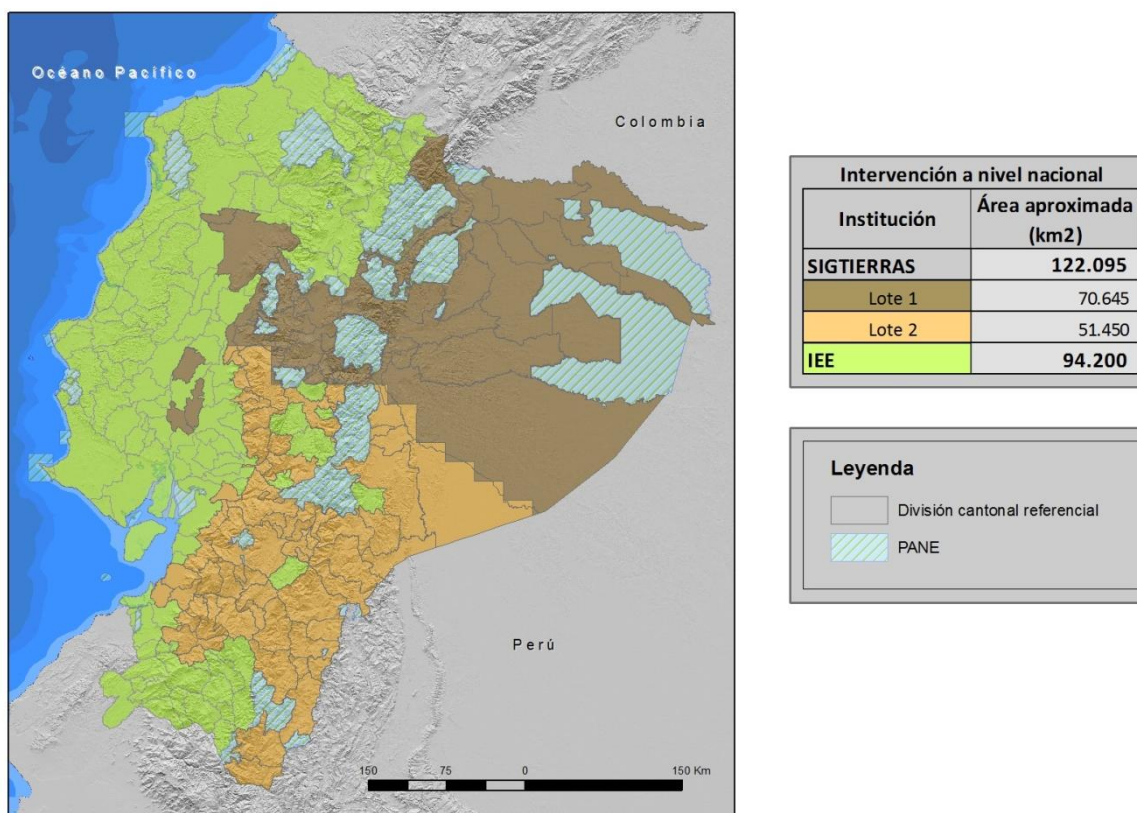
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación 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 km², 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 km²; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² y en ambos se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

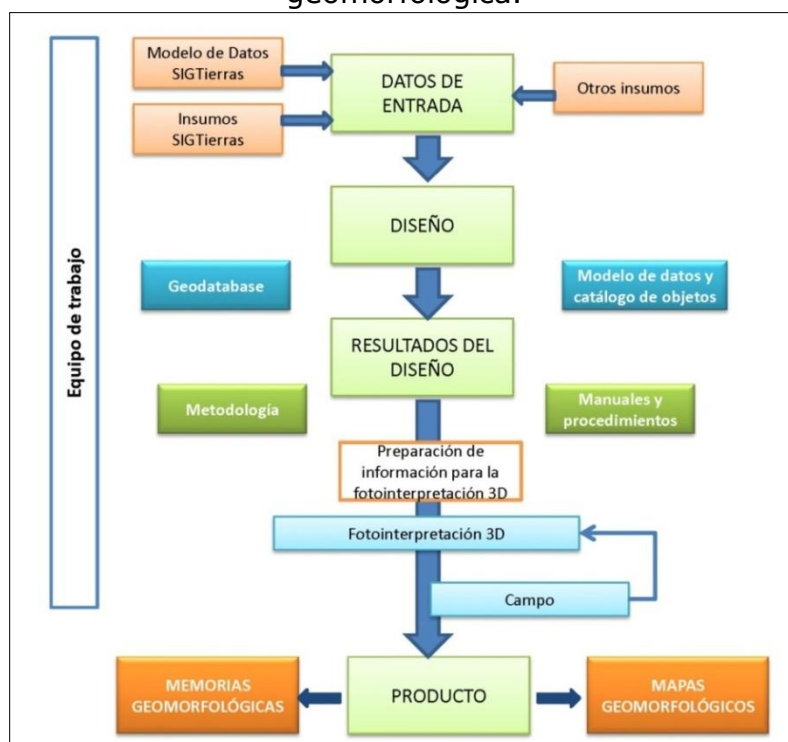
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) En zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km²), 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 km²), 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.

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
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).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
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.

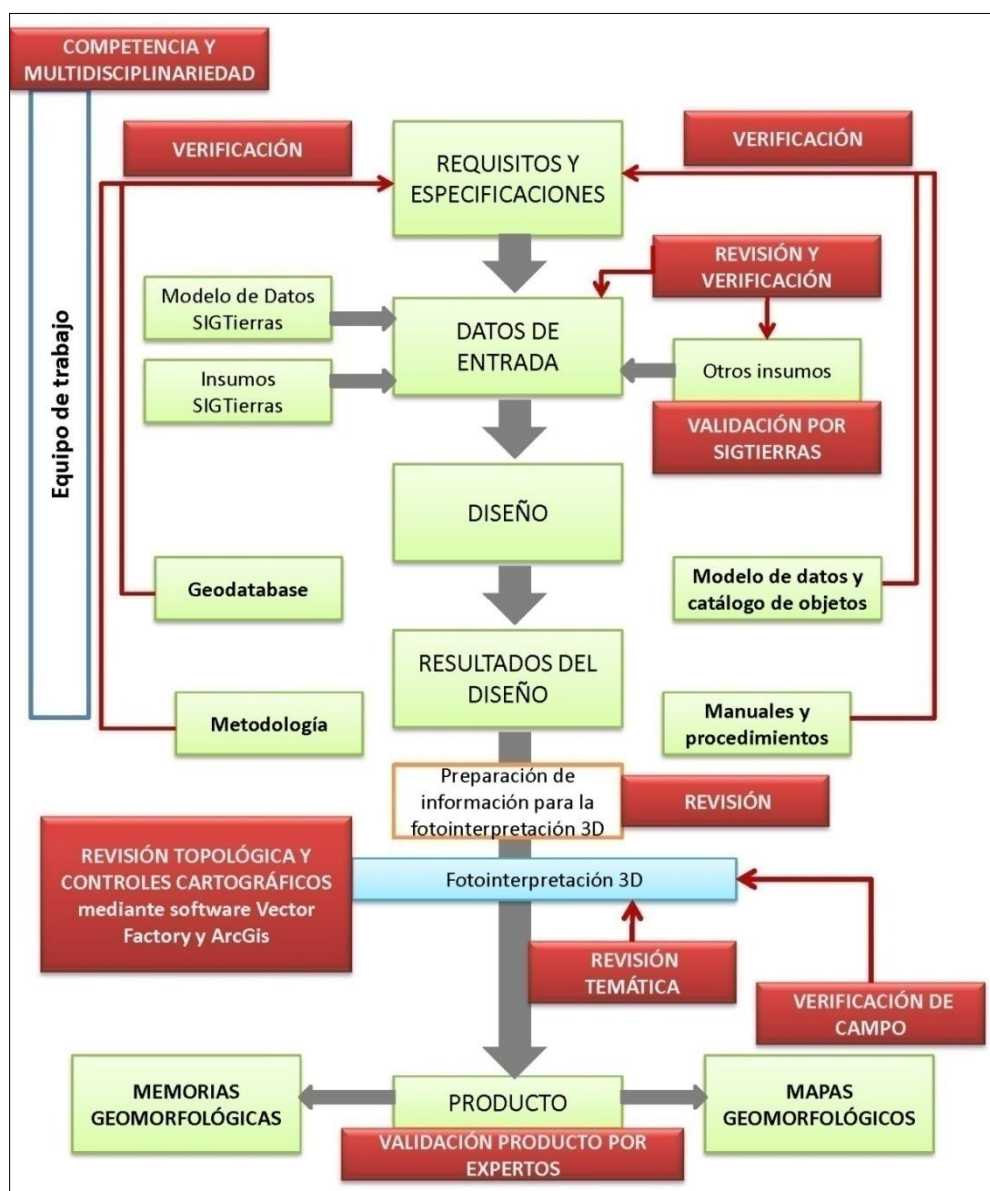
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

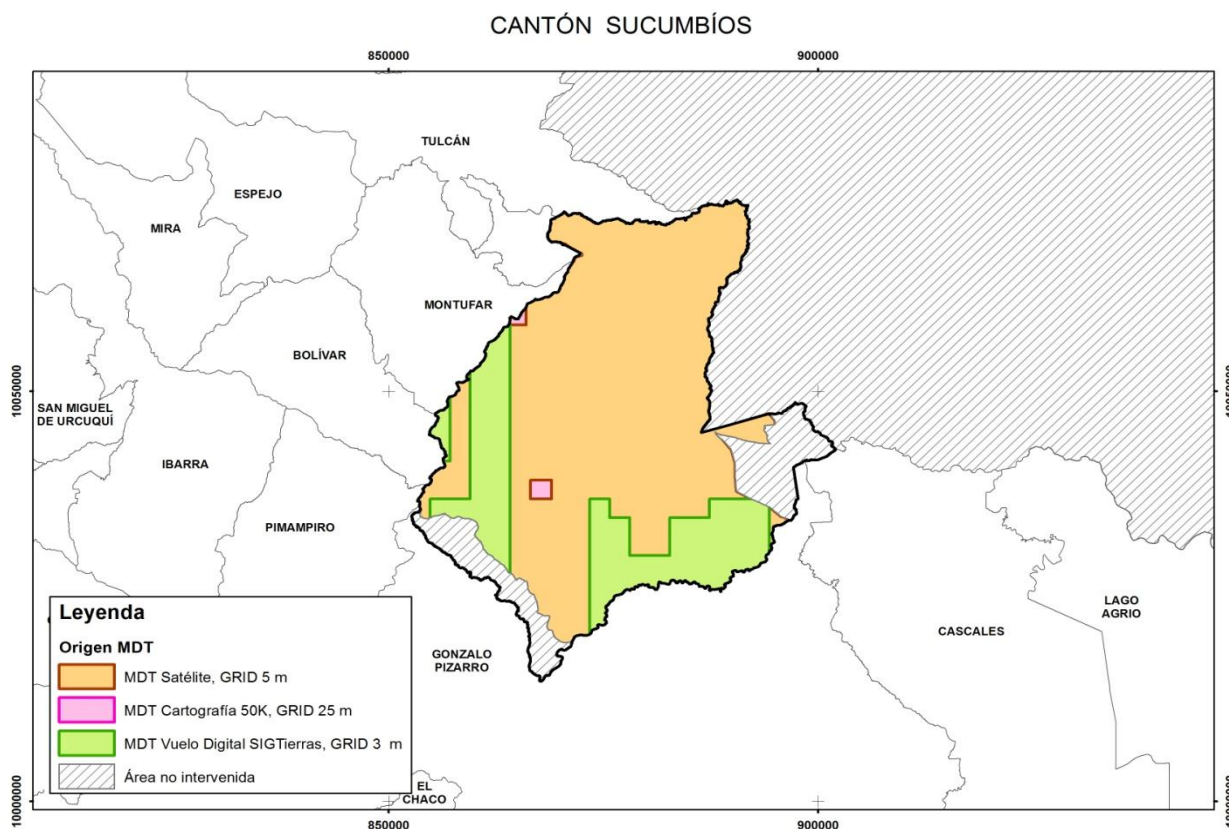
Estos hitos son los siguientes:

- 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 Sucumbíos 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 Sucumbíos.



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: San Gabriel (Hoja 97), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Mariano Acosta (Hoja 98), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

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 Sucumbíos.

Código	Cartas Topográficas
OII_C2	Huaca
OII_C3	Pimampiro
OII_C4	La Bonita
OII_E1	Mariano Acosta
OII_E2	Río Cofanes
OII_D1	El Calvario
OII_D3	La Palmera
OII_F1	Puerto Libre

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Sucumbíos se realizó los días 11 y 12 de septiembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 61 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 Sucumbíos.



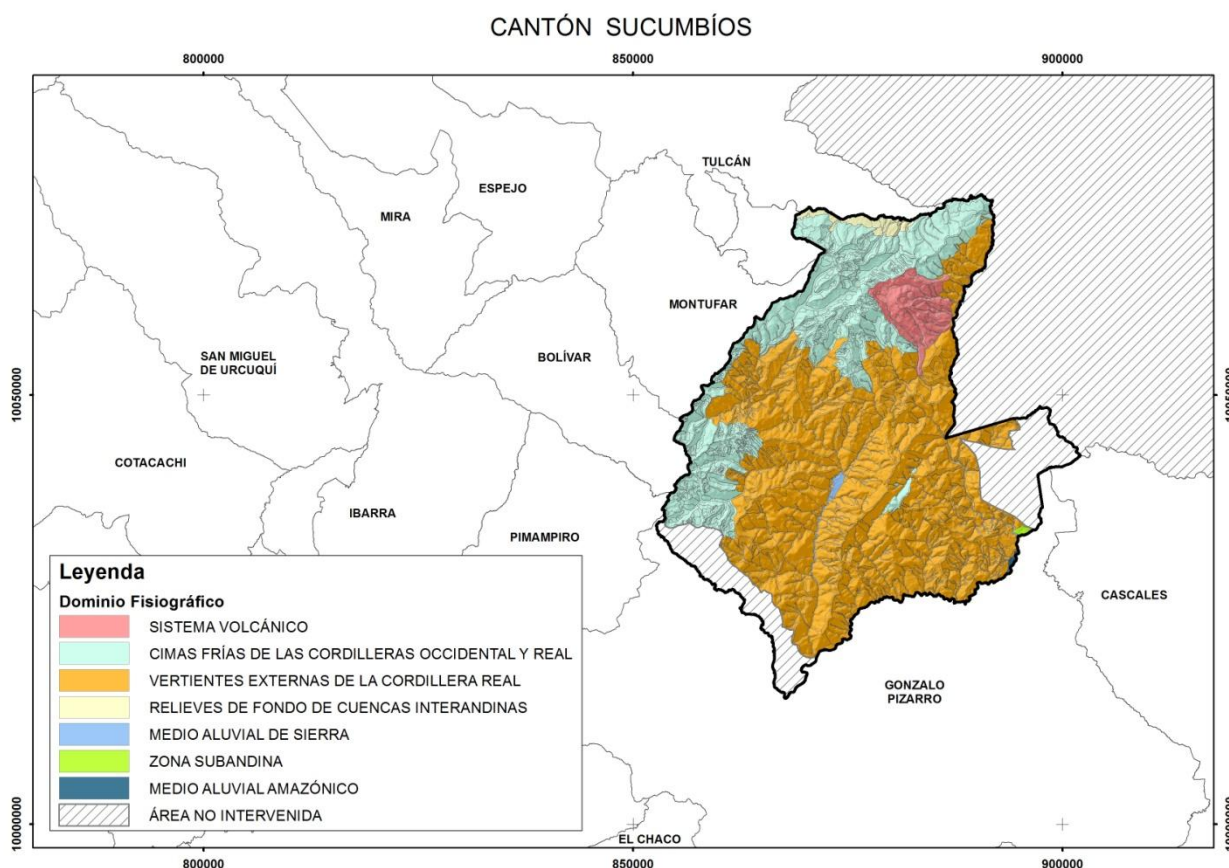
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican en los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Sucumbíos tiene 1.518 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.366 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Ecológica Cofán Bermejo y Parque Nacional Cayambe Coca) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Amazonía. Dentro del cantón se diferencian siete dominios fisiográficos, cinco en la región Sierra y dos en la región Amazonía. 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 Sucumbíos.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Sucumbíos.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Sistema volcánico	59 km ²	4,3%
	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	367 km ²	27%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	908 km ²	66,5%
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	16 km ²	1,1%
	Medio aluvial de Sierra	10 km ²	0,8%
AMAZONÍA	Zona Subandina	2 km ²	0,1%
	Medio aluvial amazónico	4 km ²	0,3%

(*) 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, responsables de la construcción de estrato-volcanes de edad cuaternaria.

Los volcanes andinos, en número que supera el centenar, representan un significativo 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.

La mayoría de ellos son grandes estratovolcanes cuaternarios, formados por sucesivas erupciones de lavas y piroclastos, en distintos grados de actividad actual. Algunos de ellos, los más antiguos, aparecen muy erosionados y, a veces, difícilmente identificables morfológicamente. En los que se presentan los edificios volcánicos bien o muy bien conservados, la gran mayoría, se pueden establecer

diferenciaciones en función de la intensidad del modelado glaciar superpuesto, que en ocasiones es ausente.

En el cantón, este dominio está representado por el sistema volcánico del volcán Soche. Este volcán, considerado potencialmente activo, se encuentra al noreste del cantón, ocupando una superficie aproximada de 40 km² y altitudinalmente ronda los 3.900 msnm.

Este dominio fisiográfico se extiende por aproximadamente 59 km² equivalente al 4,3% del total del área estudiada en el cantón.

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. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino.

El dominio de la morfología glaciar empieza a 4.000 msnm. Muestra magníficos conjuntos de circos y valles glaciares. Los primeros se localizan en los espinazos en relieve, cuyos flancos son recortados por una sucesión de anfiteatros de forma semicircular, con paredes verticales y fondo plano. Pero el paisaje dominante está constituido por valles de perfil en U. Los paisajes de páramo cuentan con una reducida representación, se presentan a una altura de entre 3.400 y 2.900 msnm, se trata de grandes vertientes y característicos afloramientos rocosos. Finalmente, con mayor representación, se encuentran los relieves de los márgenes, con alturas de 3.400 y 2.400 msnm; el modelado característico se compone de relieves montañosos y submontañosos con vertientes fuertes y abruptas de perfiles transversales rectilíneos, cóncavos o irregulares y de cimas estrechas con formas agudas.

Estos modelados glaciares, periglaciares y en los márgenes, recubren una gran variedad de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos sin edad asignada, Grupo Cofanes del Precámbrico, Rocas metamórficas del Paleozoico, Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras del Plioceno, Volcánicos de Soche del Pleistoceno y volcánicos indiferenciados del Cuaternario.

Este dominio fisiográfico se extiende ampliamente por la zona occidental hasta la zona más septentrional del cantón, con una superficie aproximada de 367 km² equivalente al 27% del área estudiada. Incluye tres contextos morfológicos, donde el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se muestra como lentes, distribuido en la zona norte y central del cantón.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

Las Vertientes externas de la Cordillera Real constituyen el dominio fisiográfico situado entre el de Cimas frías y la Zona Subandina de la región Amazonía. Da lugar, en conjunto, a menores desniveles que el dominio equivalente de la Cordillera Occidental y se desarrolla fundamentalmente en formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica. Por su posición altitudinal, entre 1.200 y 3.500 msnm al norte, y entre aproximadamente 1.000 y 3.000 msnm al sur, representa la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

Los modelados, en las rocas metamórficas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por las direcciones estructurales del conjunto. Su expresión en el relieve se caracteriza sobre todo por alineamientos muy visibles de crestas agudas en sentido N-S y por una disimetría de las vertientes oriental y occidental.

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

Este dominio es el más extenso en el cantón, con una superficie de aproximadamente 908 km² equivalente al 66,5% de la zona de estudio en el cantón, consecuentemente ocupa gran parte del cantón, dividiéndose de norte a sur en dos partes que corresponden a los contextos morfológicos que presenta: *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. Su origen, netamente estructural, se relaciona con movimientos tectónicos recientes, que provocaron un levantamiento del piso de la cuenca del río Chingual. Las altitudes a las que se presenta en este cantón varían entre 3.000 y 2.600 msnm.

Este dominio se presenta en el extremo noroccidental del cantón, con una superficie de no más de 16 km² equivalente al 1,1% del área de estudio. Se asocia a un solo contexto morfológico llamado *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados; se incluyen también las formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales).

En el cantón este dominio ocupa solamente 10 km² equivalente al 0,8%. Está representado por dos sistemas fluviales. El primero y más importante es el del río Chingual, el cual bordea al cantón por el límite desde el noroeste, norte, este hasta el sureste; este río presenta un marcado carácter meándrico. El segundo sistema fluvial es el del río Cofanes, en el centro del cantón; a este río se asocian terrazas aluviales, presenta también carácter meándrico y discurre con una dirección preferencial N-S.

3.2.6. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Está representado por relieves montañosos o submontañosos, escalonados entre los 2.500 y 500 metros de altitud, en los que se apoya, de norte a sur, la vertiente amazónica de los Andes. Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que se corresponde con los levantamientos anticlinales Napo y Santiago y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte, entre los ríos San Miguel y Anzú está la Cordillera de Napo; mientras que al sur, entre los ríos Pastaza y Chinchipe están las cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

El anticlinal subandino está constituido por sedimentos mesozoicos y cenozoicos, de naturaleza marina y continental respectivamente. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

Una parte considerable de estos paisajes subandinos, los situados más al norte (Cordillera del Napo) han sido recubiertos por cenizas volcánicas, adaptándose a las formas preexistentes del relieve y sustituyendo a su vez a todas las demás coberturas edáficas.

En el cantón se encuentra solamente una pequeña parte de la Cordillera del Napo, por el extremo suroriental con una pequeña extensión de 2 km² equivalente solamente al 0,1% del total de la zona de estudio del cantón y a alturas de 900 a 800 msnm.

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico

Este dominio está delimitado y caracterizado por los ríos de la cuenca amazónica y sus depósitos asociados (tanto recientes y aún funcionales como los antiguos, ya desligados de la dinámica actual). Es un sistema muy variable en el tiempo, debido a la intensidad de los procesos de erosión y sedimentación fluviales; además, el sistema fluvial responde con relativa rapidez a los cambios climáticos, modificaciones del nivel de base -locales o globales-, tectónica reciente y actividades humanas.

En el cantón Sucumbíos este dominio está sujeto a la acción y modelado de los ríos Chingual y Cofanes que se encuentran en el borde suroriental del cantón; el primero

con dirección preferencial NE-SO y el segundo con dirección SO-NE; estos ríos de forma meándrica se unen y forman el gran río Aguarico. El modelado que forman estos sistemas fluviales incluye los valles fluviales-llanura de inundación que tienen asociadas las geoformas terraza baja y cauce actual, terrazas medias y altas. Presenta una pequeña extensión de 4 km² equivalente al 0,3% del área de estudio del cantón.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	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
		Relieves de los márgenes de las cimas frías
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra	
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

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 (conos adventicios, cráteres, lagunas en fondos de cráter o caldera, etc.) y un conjunto de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: rampas de piedemonte de cono volcánico, flujos de piroclastos, coladas de lava, lahares, etc.

En este contexto morfológico se incluyen las formas asociadas al volcán Soche que alcanza alturas de 3.900 msnm y está situado en el noreste del cantón. El sistema volcánico se compone por el cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciario, el cráter y la caldera; además de geoformas que, aunque ligadas al edificio volcánico propiamente dicho, pueden llegar a sobrepasar ampliamente el entorno de la boca o bocas de emisión: flujos de piroclastos, colada de lava antigua y domo volcánico.

El moderado retoque glaciario en los periodos glaciares cuaternarios, quedan representadas por diferentes valles glaciares colgados, rocas aborregadas y sobre todo depósitos morrénicos.

Geológicamente, este ambiente paisajístico se ve condicionado por materiales volcánicos indiferenciados atribuidos a Volcánicos Soche (Pleistoceno); y en menor proporción se encuentran también depósitos glaciares (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

Este contexto morfológico se presenta en la zona nororiental cubriendo una superficie de aproximadamente 59 km².

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, principalmente anchos valles glaciares con perfil transversal en U que nacen de circos glaciares cuya depresión con forma cóncava anida cubetas glaciares y/o lagunas glaciares. Se asocian a éstos, depósitos morrénicos, que presentan en su composición till o tillita.

Las formas glaciares características se han labrado mayoritariamente en los materiales volcánicos del Grupo Cofanes (Precámbrico) y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras (Plioceno).

Este contexto morfológico se extiende por la zona occidental del cantón, con una superficie de aproximadamente 282 km². Se presenta con alturas que rondan los 4.000 y 3.400 msnm.

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

Este contexto cuenta con escasa representación, solamente como lentes o bloques aislados en el norte y centro del cantón. Se caracteriza por afloramientos rocosos del Grupo Cofanes (Precámbrico) como formas glaciares heredadas. Ocupa una superficie de aproximadamente 17 km², con alturas que oscilan entre 3.400 y 2.900 msnm.

3.3.4. Relieves de los márgenes de las cimas frías

Este contexto morfológico conforma el límite fisiográfico que separa las tierras frías de los Andes de los paisajes accidentados de las vertientes andinas exteriores, representadas por los dominios Vertientes externas de la Cordillera Real y Vertientes y Relieves de fondo de Cuencas Interandinas. Este enlace representa un límite muy marcado en el primer caso, con las vertientes andinas exteriores, que tiene lugar en el extremo noroeste del cantón, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y pendiente muy pronunciada, cuyo desnivel relativo llega a alcanzar los 400 m. Por el contrario, los límites son mucho menos claros y precisos con las vertientes interandinas, hacia el sur del cantón, que se traduce a menudo en una transición gradual.

El paisaje característico está conformado por relieves montañosos y submontañosos, mesetas, superficies onduladas, todas estas geformas con sustrato volcánico. Se diferencia además flujos de piroclastos del volcán Soche. Los relieves presentan cimas agudas o levemente redondeadas y vertientes convexas o mixtas de altas pendientes.

Este contexto morfológico se encuentra en la zona más septentrional en contacto con *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* (hacia el norte) y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica* (Cordillera Real) (hacia el oeste). Ocupa una superficie de 68 km² aproximadamente y se presenta a alturas comprendidas entre 3.400 y 2.400 msnm.

3.3.5. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Este contexto se corresponde con el batolito La Bonita, afectado en superficie por una alterita arenosa, que es fácilmente movilizada por escorrentía superficial en las zonas carentes de cobertura vegetal densa. No obstante, el recubrimiento piroclástico superficial, aun discontinuo y de reducido espesor, aporta una cierta protección a las arenas subyacentes.

De forma similar a otros contextos desarrollados en cuerpos intrusivos de ambas vertientes, se presenta con una disección homogénea, regular y densa, con una jerarquización uniforme de la red de drenaje y una corta distancia interfluvial, reflejo de rocas sin orientaciones preferentes y de su estructura isotrópica.

El modelado en este paisaje se conforma de pendientes largas y fuertes de más de 70%, limitadas por crestas anchas y rectas. Se compone mayoritariamente de granitos, granodioritas, sienita y cuarzo-monzonita.

Este contexto morfológico se extiende por toda la parte oriental de la zona estudiada del cantón, con una superficie de aproximadamente 485 km². Se encuentra a alturas que oscilan entre 3.300 y 800 msnm.

3.3.6. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)

Se desarrolla casi exclusivamente en formaciones metamórficas (esquistos, cuarcitas, gneises, filitas, etc.); se caracteriza por una disección aguda, irregular y asimétrica, directamente influida tanto por las direcciones estructurales del conjunto como por la distinta naturaleza de las diferentes litologías sobre las que se desarrolla. Está recubierto por un manto de proyecciones de cenizas volcánicas, con gran abundancia de afloramientos de roca y zonas recubiertas por fragmentos rocosos y taludes de derrubios.

Aparece a lo largo de toda la vertiente oriental de la Sierra Norte y Central, entre los dominios de las Cimas frías y los de la Zona Subandina. Se encuentra a una altitud escalonada entre los 1.200 y 3.500 msnm.

En el cantón este contexto morfológico ocupa gran parte de la zona oriental, con una extensión de 423 km² aproximadamente, con alturas que descienden desde los 3.200 a los 1.100 msnm. Este contexto se caracteriza por relieves montañosos y submontañosos con cimas agudas o redondeadas y vertientes mayoritarias fuertes (de 40 a 70%). Geológicamente se desarrolla principalmente en el Grupo Cofanes (ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas) y en rocas metamórficas indiferenciadas pero debido a su gran extensión abarca otras litologías de diferentes formaciones geológicas principalmente graníticas, volcánicas y volcano sedimentarias.

3.3.7. 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 los glaciares provenientes de algunos volcanes (partes distales de las "rampas de piedemonte de conos volcánicos"), los cuales están incluidos en el Sistema volcánico.

La cuenca de Tulcán presenta amplias extensiones horizontales a 2.800-3.000 msnm, junto con un paisaje dominante de superficies inclinadas hacia el suroeste y el sureste. En la cuenca de Riobamba y su prolongación meridional, la de Palmira, las altitudes pasan de 2.700 a 3.200 msnm en esta última; su aspecto diferencial es el modelado eólico presente, entre Guamote y Palmira, a partir de las cenizas volcánicas recientes (manto eólico, nebkas, barjanas). Los fondos de las cuencas que van desde Ibarra, al norte, hasta Riobamba, al sur (cuencas de Ibarra, Tumbaco-Guayllabamba, Latacunga y la propia cuenca de Riobamba) presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que constituyen las partes terminales de las rampas de piedemonte de los volcanes próximos. Otros fondos de cuenca, en que predominan las zonas netamente llanas y sólo disectadas por algunas incisiones fluviales, se corresponden con episodios terminales de rellenos lacustres (Cayambe-Zuleta, Machachi-Cumbayá, contorno del lago San Pablo, depresiones de Quito y Otavalo, entre otras).

El modelado que presenta este contexto morfológico incluye principalmente superficies volcánicas onduladas desarrolladas especialmente en los Volcánicos Virgen Negra (Plioceno-Pleistoceno), flujos de piroclastos del volcán Soche y relieves colinados con sustrato volcánico.

En el cantón este contexto se encuentra en el extremo noroccidental, con una superficie de aproximadamente 16 km² y a alturas de entre 3.000 y 2.600 msnm.

3.3.8. Medio aluvial de Sierra

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

3.3.9. Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas

Este contexto se corresponde con el levantamiento Napo, cordillera formada por rocas sedimentarias cretácicas, en su mayoría de origen marino, cubierta por varios metros cenizas volcánicas.

Al oriente del volcán Mangus, destacan los relieves estructurales sobre las areniscas de la Formación Hollín, bien en disposición horizontal con fuerte disección en superficie, bien en disposición monoclinas. Los grandes rasgos del relieve quedan marcados, preferentemente, por los niveles calcáreos de la Formación Napo, aunque

otras litologías más blandas, situadas por encima, condicionan el modelado de detalle: su intensa meteorización ha dado lugar a formas en colinas.

En los predios del cantón entra solamente una pequeña parte de la Cordillera del Napo, por la zona suroriental, con una pequeña extensión de 2 km² representada por vertientes heterogéneas con fuerte disección modeladas en la secuencia sedimentaria de la Formación Napo.

3.3.10. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.7.

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 ² (aprox.)
Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas	FLUVIAL	Barranco	3
	LADERAS	Vertiente rectilínea	4
		Vertiente rectilínea con abruptos	2
		Coluvión antiguo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Cubeta glaciar	<1
		Valle glaciar colgado	<1
		Rocas aborregadas	<1
		Morrena de fondo	<1
		Morrena lateral	<1
	VOLCÁNICO	Cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar	7
		Cráter	2
		Caldera	10
		Colada de lava antigua	26
		Domo volcánico	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
Interfluvio de cimas estrechas		1	
Paisajes glaciares	FLUVIAL	Barranco	4
	LADERAS	Vertiente rectilínea	12
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	10
		Vertiente rectilínea con abruptos	1
		Vertiente rocosa	3
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	3
		Coluvión antiguo	<1
		Flujo de lodo	<1
		Cono de derrubios	<1
Talud de derrubios	<1		

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes glaciares	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	60
		Cubeta glaciar	10
		Fondo de valle glaciar	24
		Vertiente de valle glaciar	73
		Valle glaciar colgado	12
		Rocas aborregadas	2
		Laguna glaciar	<1
		Morrena de fondo	3
		Morrena lateral	8
		Morrena frontal, arco morrénico	7
		Depósito glaciar modelado por acción fluvial	4
		Nicho de nivación	<1
	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	3	
	VOLCÁNICO	Flujo de piroclastos	2
		Superficie de meseta volcánica	<1
		Relieve volcánico montañoso	<1
TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve montañoso	7	
POLIGÉNICAS	Superficie horizontal	<1	
	Interfluvio de cimas redondeadas	<1	
	Interfluvio de cimas estrechas	29	
Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente heterogénea	10
		Coluvión antiguo	1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario	<1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	<1
Relieves de los márgenes de las cimas frías	FLUVIAL	Barranco	3
	LADERAS	Vertiente rectilínea	10
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Vertiente heterogénea	10
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	5
		Coluvión antiguo	2
		Flujo de lodo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Depósito glaciar modelado por acción fluvial	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves de los márgenes de las cimas frías	VOLCÁNICO	Flujo de piroclastos	13
		Superficie de meseta volcánica	2
		Vertiente de meseta volcánica	8
		Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico montañoso	6
		Superficie volcánica ondulada	4
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	1
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	4
		Barranco	20
	LADERAS	Vertiente rectilínea	138
		Vertiente rectilínea con abruptos	10
		Vertiente abrupta	6
		Vertiente heterogénea	92
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	6
		Escarpe de deslizamiento	4
		Coluvión antiguo	11
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Flujo de lodo	<1
		Talud de derrubios	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado muy alto	4
		Relieve volcánico montañoso	8
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
		Relieve colinado alto	5
		Relieve colinado muy alto	9
		Relieve montañoso	133
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	2
		Coluvio-aluvial antiguo	13
		Superficie inclinada	4
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		1	
Interfluvio de cimas estrechas		16	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	18
		Encañonamiento	2
	LADERAS	Vertiente rectilínea	125
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	35
		Vertiente rectilínea con abruptos	5
		Vertiente heterogénea	26
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	18
		Coluvión antiguo	6
		Flujo de lodo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	<1
		Cubeta glaciar	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de chevron	2
		Frente de chevron	1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	1
		Relieve colinado alto	4
		Relieve colinado muy alto	16
		Relieve montañoso	126
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	1
		Coluvio-aluvial antiguo	19
		Superficie inclinada	2
Abrupto de superficie inclinada		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		<1	
Interfluvio de cimas estrechas		17	
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Flujo de lodo	<1
		Glacis de esparcimiento	<1
	VOLCÁNICO	Flujo de piroclastos	3
		Relieve volcánico colinado medio	2
		Relieve volcánico colinado alto	<1
		Superficie volcánica ondulada	7
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
Superficie inclinada		<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km² (aprox.)
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Terraza baja y cauce actual (sobreelevación de cauce en llanura de inundación)	6
		Terraza alta	2
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas	LADERAS	Vertiente heterogénea con fuerte disección	2
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	<1
		Terraza baja y cauce actual (sobreelevación de cauce en llanura de inundación)	2
		Terraza media	<1
		Terraza alta	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<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.

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos de ladera	Q _{dl}	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	3
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
Depósitos de ladera (coluvial)	Q _{dl4}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	21
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	35
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	10
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	4
Depósitos glaciares	Q _{dg}	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	65
Depósitos fluvio glaciares	Q _{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	5

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos volcánicos (piroclastos)	Q _{dv3}	Cuaternario	Piroclastos, fragmentos líticos eruptivos	44
Volcánico Cuaternario indiferenciado	Q _{VI}	Cuaternario	Volcánico cuaternario indiferenciado	14
Volcánicos de Soche	P _{VSo}	Pleistoceno	Volcánicos indiferenciados	49
Volcánicos de Virgen Negra	PIP _{VNN}	Plioceno-Pleistoceno	Volcánicos indiferenciados	3
Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras	Pl _{VMH}	Plioceno	Volcánicos indiferenciados	104
Formación Tena	K _{Te}	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	4
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	69
Unidad Misahuallí	K _{Mh}	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	17
Formación Chapiza	JK _{Ch}	Jurásico-Cretácico	Capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas; lavas y piroclastos abundantes hacia techo	37
Rocas metamórficas	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	24
Grupo Cofanes	PC _C	Precámbrico	Ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas	417
Sienita y cuarzo-monzonita	IN S-Cm	Sin asignación de edad	Sienita y cuarzo-monzonita	136
Granito	IN G	Sin asignación de edad	Granito	267
Granito, granodiorita	IN G-Gd ₁	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita	34

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, PIP=Plioceno-Pleistoceno, Pl=Plioceno, K=Cretácico, JK=Jurásico-Cretácico, PC=Precámbrico, 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, dg=depósitos glaciares, dfg=depósitos fluvio glaciares, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (Te=Tena, Np=Napo, Mh=Misahuallí, Ch=Chapiza, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se presenta asociada al río Chingual, en dos zonas de su curso: en el borde norte y en el borde sureste del cantón; así mismo, en el norte se asocia al contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y en el sureste al *Medio aluvial amazónico*. Este río presenta un carácter mixto que va de meándrico a anastomosado conforme se adentra a la Amazonía.

Los valles fluviales-llanuras de inundación presentan depósitos aluviales de granulometría muy diversa transportados y depositados por los canales fluviales. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas. Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y formas de valle planas.

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

Esta geoforma representa 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. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarreos 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).

Se ha mapeado en los ríos Chingual y Cofanes, el primero discurre por el borde oriental del cantón y el segundo por el centro del cantón. Se asocian a los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial amazónico*.

Las pendientes son generalmente planas a muy suaves (de 0 a 5%) y la forma del valle es plana. Los canales son meándricos y mayoritariamente anastomosados, con barras interiores y laterales a los cursos de agua.



Foto 1. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación). Sector La Barquilla, río Chingual. 11/09/2014.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona suroriental del cantón. Forma parte de los cauces en cuencas altas de los ríos Cofanes, La Tranca, Verde, La Chispa, La Palmera y otros innominados. Se asocian a dos contextos morfológicos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Estos valles en V se inciden en un amplio abanico de formaciones geológicas, que incluyen sienita y cuarzo-monzonita; ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas pertenecientes al Grupo Cofanes; capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas, lavas y piroclastos abundantes hacia techo de la Formación Chapiza; y areniscas y lutitas con calizas subordinadas, caliza gris fosilífera, lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas de la Formación Napo.

Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), erosionando verticalmente las formaciones anteriormente citadas, ya que los cursos altos de los ríos tienen importantes pendientes transversales que provocan procesos erosivos. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico, en el sector meridional miden aproximadamente entre 7 y 9 km, mientras que los valles situados en el sector oriental presentan longitudes aproximadas entre 2 y 3 km. Las anchuras son de orden hectométrico: entre 40 y 100 metros.

3.5.1.4. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra ampliamente repartida por todo el cantón, en las cuencas altas de los ríos. Se emplaza en siete contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; iv) Relieves de los márgenes de las cimas frías; v) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); vi) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y vii) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Su distribución, al igual que los valles en V, no guarda ninguna relación especial con determinadas formaciones geológicas.

Tiene similares características que la geoforma anterior (E1), aunque menores dimensiones. Las pendientes transversales son mayoritariamente fuertes (de 40 a 70%) y en menor medida muy fuertes (de 70 a 100%), las formas de valle son en V, en U y rara vez planas y presentan ausencia generalizada de suelos.

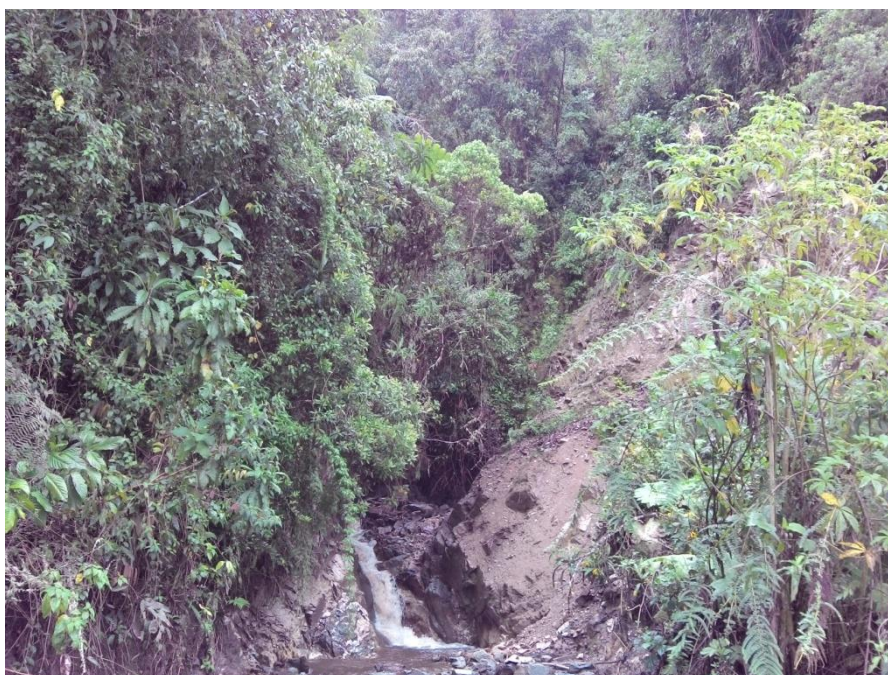


Foto 2. Barranco. Sector La Arrinconada. 12/09/2014.

3.5.1.5. Encañonamiento (E4)

Los encañonamientos se encuentran en la zona central del cantón, en el curso de los ríos Condue y Cofanes. Se asocian al contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y se inciden en un cuerpo intrusivo granítico.

Se trata de una geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 100 y 200 metros, con pendientes escarpadas (de 100 a 150%).

Las longitudes de vertiente oscilan entre 50 y 250 metros. Las formas de las vertientes son rectilíneas y la forma de valle predominante es en V.

3.5.1.6. Terraza media (Tm)

Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical del río Chingual.

Se asocian al contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y litológicamente están constituidas por bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa. Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente (de 5 a 12%) se acentúa ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno.

3.5.1.7. Terraza alta (Ta)

Esta geoforma representa el segundo nivel de terrazas, por encima de las terrazas medias (Tm). Estas se elevan claramente sobre el cauce del río Chingual, pero además aparecen también sobre el río Cofanes. Se asocian a los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial amazónico*.

Su composición litológica es igual al de las terrazas ya descritas: bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa.

Presentan pendientes suaves (de 5 a 12%) en la gran mayoría de su superficie y se encuentran elevadas sobre los cauces de los ríos Chingual y Cofanes entre unos 40 a 100 metros.

3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Se trata de la vertiente que limita con la superficie de terraza, en este caso solo se ha podido mapear de las terrazas altas, por tratarse de geoformas de mayor desarrollo y tamaño cartografiable a la escala de trabajo. Debido a que forman parte del mismo cuerpo de la terraza, el contexto morfológico y la composición litológica son idénticos a los de la terraza alta (Ta).

Estas vertientes presentan pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos de 25 a 100 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas rectilíneas o irregulares.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se distribuye ampliamente por toda la superficie del cantón, debido a ello se emplaza en siete de los diez contextos morfológicos presentes en el cantón: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; iv) Relieves de los márgenes de las cimas frías; v) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); vi) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y vii) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Estas vertientes se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos, Grupo Cofanes, rocas metamórficas, Chapiza, Misahuallí, Napo, Tena, Mirador Huaca y Cerro de Piedras, Volcánico cuaternario indiferenciado y depósitos volcánicos (piroclastos).

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre 12% y 70%. En *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* presentan esta variabilidad, mientras que en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*, *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* aparecen con pendientes fuertes (de 40 a 70%). En *Paisajes glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, en cambio, las pendientes van de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

Los desniveles relativos, en todos los contextos morfológicos, son relativamente importantes y suelen oscilar entre 50 metros y más de 300 metros, con longitudes típicas de vertiente entre los 50 y más de 500 metros.



Foto 3. Vertiente rectilínea. Sector La Chispa. 11/09/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se encuentra en la zona septentrional y occidental el cantón, por los sectores: El Chorrillo, Santa Rosa, Agua Dormida y por los alrededores de la Cordillera La Garza. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Relieves de los márgenes de las cimas frías; y iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Estas vertientes se han desarrollado en diferentes y variadas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos graníticos, Grupo Cofanes, Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras, Volcánico Cuaternario indiferenciado y Depósitos volcánicos (piroclastos).

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, asociada a drenajes de formas dendríticas, subdendríticas, paralelas y subparalelas con densidades de drenaje gruesas y medias. A pesar de sus disecciones las vertientes conservan una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas, esta va de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%). Presentan desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Estas vertientes se encuentran distribuidas en el norte, por la Cordillera del Mirador; en el oeste, por la Cordillera de los Andes; en el sur, en las márgenes del río Cofanes; y en el este por el sector La Chispa. Se emplaza en cuatro contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iv) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Se trata de laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica. En este caso se han desarrollado en varias formaciones geológicas: cuerpos intrusivos graníticos, Grupo Cofanes, Rocas metamórficas y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras.

Presentan pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertientes largas a muy larga (de 250 a más de 500 m).

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra en la zona suroriental del cantón, por el sector La Industria y a la margen derecha del río Cofanes. Se asocia al contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Se desarrolla sobre cuerpos intrusivos compuestos por sienita cuarzo-monzonita; otras geologías se han visto englobadas en este contexto aun no siendo rocas intrusivas como las capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas, lavas y piroclastos abundantes hacia techo de la Formación Chapiza; y areniscas y lutitas con calizas subordinadas, caliza gris fosilífera, lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas de la Formación Napo.

Son laderas escasamente disectadas, con pendientes generalmente superior al 70%. Presentan fuertes desniveles, de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de 250 a más de 500 metros, con formas rectilíneas.



Foto 4. Vertiente abrupta. Sector El Bijagual. 11/09/2014.

3.5.2.5. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se reparte ampliamente por toda la superficie estudiada del cantón y se asocia a cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Al igual que la mayoría de los tipos de ladera identificados, se presentan sobre una gran variedad de sustratos incluidos en las siguientes formaciones geológicas: cuerpos intrusivos, Grupo Cofanes, Chapiza, Misahuallí, Napo y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras.

Son laderas de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Presentan un amplio rango de pendientes (de 12 al 100%), desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente desde 50 a más de 500 metros. El macizo rocoso caracterizado en la ficha seleccionada está compuesto por andesitas de textura fanerítica que presentan una potencia de aproximadamente 30 metros, estructura masiva, grado de fracturación medio, grado

de compactación alto, discontinuidades representadas por diaclasas, espacio entre discontinuidades de 0,6 a 2 metros y abertura entre discontinuidades de 1 a 5 mm.



Fotos 5 y 6. Vertiente heterogénea. Vista general y detalle del afloramiento: andesita de Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras. Sector Santa Bárbara Chiquita. 12/09/2014.

3.5.2.6. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se encuentra puntualmente en el borde suroccidental del cantón, en la Cordillera de Maynas. Se asocia al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se desarrolla en un cuerpo intrusivo granítico y presenta pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos entre 100 y 200 metros, vertientes largas (de 250 a 500 m) con formas irregulares.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Esta geoforma se reparte por toda la superficie estudiada del cantón, en el norte por el sector El Ramal; en el centro por la Colina de San Luis; en el oeste por la Cordillera de los Andes y la Cordillera La Garza; y, en el este por el sector Shacan. Se emplazan en los contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Relieves de los márgenes de las cimas frías; iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); iv) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y v) Cordillera del Napo.*

Se desarrollan en variadas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos (granito y sienita y cuarzo-monzonita), Grupo Cofanes, Rocas metamórficas y Formación Napo.

Presentan pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 200 metros o hasta más de 300 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas mixtas o irregulares.



Foto 7. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector La Barquilla, margen izquierda del río Chingual. 11/09/2014.

3.5.2.8. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Se encuentran cartografiados en la zona oriental del área estudiada en el cantón y se asocian al contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Los escarpes de deslizamientos aparecen en la cabecera del movimiento indicando el límite superior del deslizamiento. Se han desarrollado en las formaciones geológicas Grupo Cofanes del Precámbrico y Formación Napo del Cretácico.

Los escarpes dan lugar a formas de vertiente rectilíneas, cóncavas o irregulares, con pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%), desniveles relativos de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente variable en función de la magnitud del deslizamiento entre moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

3.5.2.9. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra distribuida por toda la zona de trabajo del cantón, ocupando partes medias y bajas de laderas. Debido a su amplia distribución se asocia a siete contextos morfológicos: i) *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*; ii) *Paisajes glaciares*; iii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; iv) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; v) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; vi) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y vii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Están formados por material textural y composicionalmente heterogéneo, en que predominan fragmentos de carácter angular y subangular englobados en una matriz arenosa o limosa, escasamente clasificados y sin estratificación. 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, como se puede observar en la Foto 8.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo, convexo, rectilíneo o irregular con longitudes muy variables de 50 a más de 500 metros. Presentan además pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%) y desniveles relativos muy variables comprendidos entre 5 y más de 300 metros.



Foto 8. Coluvión antiguo. Sector La Arrinconada. 12/09/2014.

3.5.2.10. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6). A veces estos escarpes no son mapeables por su tamaño o han quedado obliterados por una erosión posterior al movimiento.

Estos depósitos de deslizamiento se encuentran en la zona suroriental del área de estudio dentro del cantón, en la margen derecha del río Chingual. Se asocian al contexto morfológico *Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas.*

Compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos, presentan pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), con desniveles relativos de 100 a 200 metros y vertientes con formas rectilíneas de longitudes variables entre 250 y más de 500 metros derivadas de la longitud del movimiento.

3.5.2.11. Flujo de lodo (Ld2)

Se trata de 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. Estos se encuentran mayoritariamente en la

zona septentrional, en los alrededores de los sectores: El Playón de San Francisco, La Alegría, entre otros. En menor proporción se encuentra también en la zona suroriental, por el sector La Barquilla. Se emplazan en cinco contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*; ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; iii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; iv) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*; y v) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos*.

Presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y vertientes con formas cóncavas, rectilíneas o irregulares de longitudes muy largas (más de 500 m) relacionadas a la magnitud de transporte del depósito.

3.5.2.12. Cono de derrubios (Ld3)

Esta geoforma se encuentra puntualmente en la zona centro-norte del cantón, asociada al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Estos fragmentos rocosos se encuentran al pie de una vertiente de pendiente pronunciada dentro de un circo glaciar. Su composición comprende: gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 100 a 200 metros y vertientes largas (de 250 a 500 m) con formas rectilíneas.

3.5.2.13. Talud de derrubios (Ld4)

Se encuentran distribuidos en la zona septentrional del área estudiada en el cantón, asociados a los contextos morfológicos: *Paisajes glaciares* y *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Estos derrubios cubren de forma continua una ladera o una parte considerable de ella. A veces se originan por coalescencia lateral de varios conos de derrubios (Ld3). 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).

Presentan como características pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos de 100 a 200 metros o mayores a 300 metros y vertientes rectilíneas de longitudes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).

3.5.2.14. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Esta geoforma se encuentra puntualmente en el extremo noroccidental, por el sector Cocha Seca. Se emplaza en el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Está formada por una delgada cobertera de depósitos de ladera que comprende gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).

Presenta una pendiente media (de 12 a 25%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 100 metros, vertientes largas (de 250 a 500 m) de formas cóncavas.

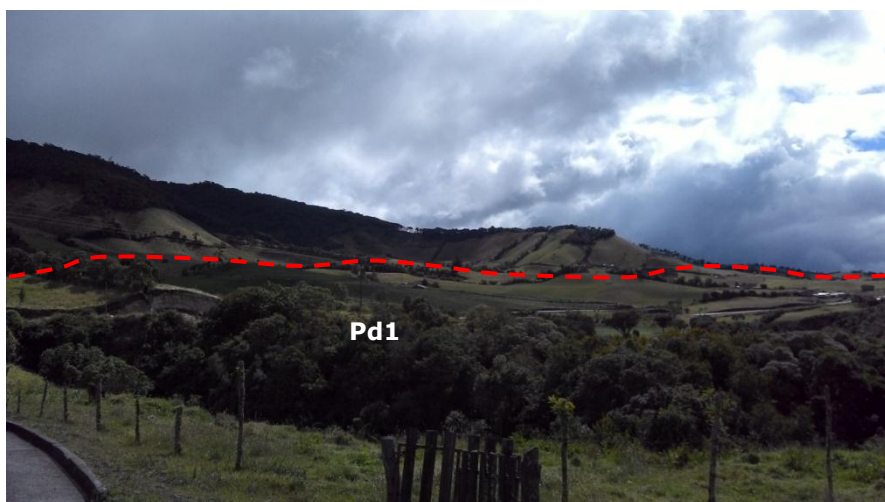


Foto 9. Glacis de esparcimiento. Sector Cocha Seca. 12/09/2014.

3.5.3. Glaciar y periglaciar

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Los circos glaciares se encuentran distribuidos en la zona occidental por la Cordillera de Mainas, Cordillera La Garza y el sector Contra Hierba. Se emplaza en dos contextos morfológicos característicos: *Paisajes glaciares* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Geológicamente se desarrollan en: cuerpos intrusivos (granito, granodiorita y graníticos), Grupo Cofanes, Rocas metamórficas y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras.

Se caracterizan por pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes cóncavas, rectilíneas o mixtas de longitudes cortas a muy largas (de 15 a más de 500 m) y desniveles relativos comprendidos entre 15 y más de 300 metros.

3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Se localizan dentro de los circos glaciares (Cf1), como depósitos en el fondo cóncavo de estos circos; debido a ello se asocian a los mismos contextos morfológicos. Se componen de till (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

Presentan pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), vertientes cóncavas de longitudes muy variables desde muy cortas a largas (desde menos de 15 a 500 m) y desniveles relativos comprendidos entre 0 y 100 metros.

3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Estos valles glaciares nacen de los circos glaciares (Gf1), por esta razón se encuentran al igual que éstos distribuidos en la zona occidental del área de estudio del cantón. Se emplazan en el contexto morfológico característico *Paisajes glaciares*.

Su composición comprende till (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

Se caracterizan por la forma de valle en U y presentan pendientes planas (de 0 a 2%) o suaves a medias (de 5 a 25%).

3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Estas vertientes limitan los fondos de valle glaciar descritos anteriormente (Gf3) y se asocian al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se han desarrollado en una gran variedad de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos graníticos, Grupo Cofanes, Rocas metamórficas, Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras y Depósitos volcánicos (piroclastos).

Son vertientes modernamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m) con formas muy variables entre rectilíneas, cóncavas o irregulares y desniveles relativos comprendido entre 25 y más de 300 metros.

3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Estos valles se encuentran distribuidos en la zona occidental del cantón, elevados entre 200 y 250 metros sobre los fondos de valles glaciares (Gf3). Se asocian a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Su origen se debe a 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. Su composición incluye depósitos glaciares pobremente clasificados, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino.

Presentan, por lo general, pendientes muy suaves hasta medias a fuertes (de 2 a 40%) y formas de valle en U y ocasionalmente planas.

3.5.3.6. Rocas aborregadas (Gf7)

Esta geoforma se encuentra en el centro-norte y suroeste por la Cordillera Mirador y la Cordillera de Garza, respectivamente. Se asocia a los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Estas rocas aborregadas por el paso del hielo sobre ellas se asocian a distintas formaciones geológicas: cuerpos intrusivos de granito-granodiorita, Grupo Cofanes, Rocas metamórficas, Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras y Volcánicos de Soche.

Estos conjuntos de montículos rocosos presentan 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; en este caso las pendientes van de medias hasta fuertes (de 12 a 70%).

3.5.3.7. Laguna glaciar (Gf8)

Se encuentran en las zonas centro-norte y suroeste del área de estudio del cantón. En la zona centro-norte se encuentran cinco lagunas innominadas dentro de circos glaciares (Gf1); en la zona suroeste se sitúan la laguna San Jorge y tres lagunas innominadas, éstas también dispuestas dentro de circos glaciares.

Estas lagunas de origen glaciar se enmarcan en el contexto morfológico *Paisajes glaciares* y presentan pendientes planas (de 0 a 2%).

3.5.3.8. Morrena de fondo (Gd1)

Estos depósitos morrénicos se encuentran ocupando fondos de ciertos valles glaciares ubicados geográficamente en la zona centro-norte y suroeste del área de estudio del cantón. Se asocian a los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Son sedimentos glaciares formados por materiales pobremente clasificados de diversos tamaños, que a menudo incluye grandes bloques en una matriz de grano fino (till). Por lo general presentan pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%).

3.5.3.9. Morrena lateral (Gd2)

Estas morrenas, a diferencia de las morrenas de fondo (Gd1), se encuentran en el margen lateral de los fondos de valle glaciar. Geográficamente se distribuyen ampliamente por la zona occidental del cantón y están enmarcadas en los contextos morfológicos *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y *Paisajes glaciares*.

Su composición litológica es similar a las morrenas de fondo y presentan por lo general pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).

3.5.3.10. Morena frontal, arco morrénico (Gd3)

Estos depósitos se originan en el frente del glaciar, geográficamente se distribuyen en la zona occidental del área estudiada en el cantón. Se emplazan en el contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Litológicamente no existe diferencia con otros depósitos morrénicos ya descritos y presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%).

3.5.3.11. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta geoforma se encuentra distribuida en la zona occidental del área estudiada en el cantón. Se emplaza en dos contextos morfológicos: *Paisajes glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Estos depósitos se caracterizan por presentar sedimentos de origen glaciar y por una morfología modificada debido a la acción de las aguas de escorrentía, difusas o canalizadas. En este caso han sido modelados por la acción fluvial de los ríos: Minas, Atahualpa Chico, Cofanes, San Jorge y Condue.

Su composición litológica comprende bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas. Se le atribuyen pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.3.12. Nicho de nivación (Gp1)

Esta geoforma se encuentra en el noroccidente del cantón, asociada al contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Se refiere a un circo glaciar embrionario, de reducido tamaño, desarrollado geológicamente en el Grupo Cofanes: ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 200 a 300 metros y vertientes cóncavas de longitudes muy largas (más de 500 m).

3.5.3.13. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Se encuentran en la zona norte y suroeste del área estudiada en el cantón, en la Cordillera del Mirador y en la Cordillera La Garza. Se asocian a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Son afloramientos rocosos de diferentes formaciones geológicas: cuerpos graníticos, Grupo Cofanes y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras. Presentan pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.4. Volcánico

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

Se trata del cono volcánico del volcán Soche, considerado actualmente potencialmente activo. Éste se encuentra en el noreste del cantón ocupando una superficie de aproximadamente 7 km². Este volcán no fue recubierto totalmente por hielo y nieve durante los períodos glaciares cuaternarios, por tanto, la remodelación glaciar se limita a la parte superior de la construcción.

Se asocia al contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas* y geológicamente se compone de materiales volcánicos indiferenciados denominados Volcánicos de Soche. Es oportuno mencionar que las geoformas asociadas al sistema volcánico del volcán Soche presentarán la misma composición litológica y mismo contexto morfológico que esta geoforma, estas son: Carter (Vc1), Caldera (Vc2) y Domo volcánico (Dom).

Presenta vertientes muy largas (más de 500 m) con forma general cóncava. La pendiente a lo largo de sus vertientes es fuerte (de 40 a 70%) y el desnivel relativo general de este cono supera los 300 metros.

3.5.4.2. Cráter (Vc1)

El cráter del volcán Soche se ubica a aproximadamente 3.900 msnm y presenta una forma semielíptica vista en planta.

Se le atribuye pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 100 a 200 metros y vertientes rectilíneas de 250 a 500 metros de longitud.

3.5.4.3. Caldera (Vc2)

Esta caldera semicircular de aproximadamente 25 km² de área, forma parte del volcán Soche en sus flancos occidental y noroccidental.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 100 a 200 metros y vertientes rectilíneas de 250 a 500 metros de longitud.

3.5.4.4. Flujo de piroclastos (Vc9)

Estos se encuentran en la zona norte y noroccidental, en los sectores La Arrinconada, El Socorro, Santa Rosa, La Olla y por la Cordillera de Los Andes. Se asocian a tres contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Relieves de los márgenes de las cimas frías; y iii) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. 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.

Su composición comprende piroclastos y fragmentos líticos eruptivos. Presentan pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 25-50, 100-200 y más de 300 metros y vertientes con formas convexas, rectilíneas o mixtas de 50 a más de 500 metros de longitud.



Fotos 10 y 11. Flujo de piroclastos. Vista de detalles: piroclastos y fragmentos líticos. Sector La Arrinconada. 11/09/2014.

3.5.4.5. Colada de lava antigua (Vc10)

Estas coladas de lava se encuentran al noreste del cantón, en los flancos orientales del volcán Soche. Se emplazan en el contexto morfológico *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Se componen de materiales volcánicos indiferenciados asignados a Volcánicos de Soche. Presentan pendientes medias a fuertes hasta muy fuertes (de 25 a 100%), desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y vertientes con formas rectilíneas o irregulares de longitudes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 m).



Foto 12. Colada de lava antigua. Sector El Oso. 11/09/2014.

3.5.4.6. Domo volcánico (Dom)

Se trata de dos domos volcánicos que sobresalen en el cráter del volcán Soche, desarrollándose en el contexto *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*. Estos domos tienen desniveles relativos de 100-200 y 200-300 metros. Presentan cimas redondeadas, con vertientes convexas de 250 a más de 500 metros de longitud. Cada domo ocupa una superficie de aproximadamente 60 km² y 66 km².

3.5.4.7. Superficie de meseta volcánica (Rv1)

Esta geoforma se encuentra en el extremo noroccidental del cantón en los alrededores del sector La Contra Hierba. Se asocia a los contextos morfológicos *Paisajes glaciares y Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Se han desarrollado en materiales volcánicos indiferenciados asignados a Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras, presentando pendientes suaves (de 5 a 12%).

3.5.4.8. Vertiente de meseta volcánica (Rv4)

Es la vertiente que limita con las superficies de meseta descritas (Rv1). Se ha mapeado solo bajo el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

La composición litológica son materiales volcánicos indiferenciados de Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras. En la ficha seleccionada se pudieron identificar basaltos pertenecientes a Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras.

Estas vertientes presentan formas rectilíneas y más de 500 metros de longitud. El desnivel relativo varía entre 100 y 200 metros o más de 300 metros y las pendientes son medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



Fotos 13 y 14. Vertiente de meseta volcánica. Vista general y detalle del afloramiento: Basalto de Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras (CODIGEM-BGS, 1994). Sector extremo noroeste. 12/09/2014.

3.5.4.9. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se distribuye en la parte meridional de la zona de estudio del cantón, en los sectores: La Laguna, Valle Negro, Shacan, entre otros. Se emplaza en los contextos morfológicos *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se han desarrollado en un sustrato volcánico que comprende mayoritariamente piroclastos y fragmentos líticos eruptivos, presentando desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros. Son relieves de cimas redondeas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas convexas, valles con forma en V y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



Foto 15. Relieve volcánico colinado medio. Sector La Arrinconada. 11/09/2014.

3.5.4.10. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Estos relieves se encuentran en el extremo norte, por el sector Santa Bárbara Chiquita. Se asocia al contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Geológicamente se encuentra asociada a los mismos materiales que la anterior: piroclastos y fragmentos líticos eruptivos.

Estos relieves presentan desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros. Son relieves de cimas redondeas, vertientes largas (de 250 a 500 m) con formas convexas, valles con forma en V y pendientes fuertes (de 40 a 70%).



Foto 16. Relieve volcánico colinado alto. Sector Santa Bárbara Chiquita. 12/09/2014.

3.5.4.11. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Se encuentran en la zona suroriental del área estudiada del cantón, por los alrededores del sector La Chispa. Se asocian al contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrollan en los materiales volcánicos de la Formación Misahuallí: lavas y piroclastos (basaltos y tobas).

Estos relieves muestran desniveles relativos comprendidos entre 200 y 300 metros. Presentan cimas agudas y en singulares ocasiones redondeadas, vertientes de formas rectilíneas, convexas o mixtas de 250 a más de 500 metros de longitud, valles con forma en U o en V y pendientes medias a fuertes hasta muy fuertes (de 25 a 100%).



Foto 17. Relieve volcánico colinado muy alto. Sector La Chispa. 11/09/2014.

3.5.4.12. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Estos relieves se encuentran distribuidos en el noroeste por el sector La Contra Hierba; en el noreste por el sector El Castigo; y en el sureste por el sector La Chispa. Se asocia a los contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares*, *ii) Relieves de los márgenes de las cimas frías*; y *iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrollan en los materiales volcánicos de la Formación Misahuallí y en otros materiales volcánicos indiferenciados de Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedra y Volcánico Cuaternario indiferenciado.

Estos relieves presentan desniveles relativos mayores a 300 metros. Son relieves de cima aguda y ocasionalmente redondeada, vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares, valles con forma en V o en U y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



Foto 18. Relieve volcánico montañoso. Sector El Castigo. 11/09/2014.

3.5.4.13. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Se encuentran cartografiadas en el borde norte del cantón, en los sectores Cocha Seca, El Playón de San Francisco y Santa Bárbara. Se emplazan en los contextos morfológicos *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Son superficies de poca pendiente (de 12 a 25%) con ligeras ondulaciones desarrolladas en formaciones volcánicas (Volcánicos Virgen Negra, Volcánico Cuaternario indiferenciado y Depósitos volcánicos). Presentan desniveles relativos de 50 a 200 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con formas mixtas.



Foto 19. Superficie volcánica ondulada. Sector El Playón de San Francisco. 12/09/2014.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se encuentra en el centro y centro-oeste de la zona de trabajo del cantón, asociada al contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Geológicamente se desarrollan en cuerpos intrusivos graníticos y en el Grupo Cofanes (ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas).

Estas superficies muestran una inclinación predominantemente fuerte (de 40 a 70%) y su geometría es coincidente con la de los estratos sobre los que se desarrolla. Presentan desniveles relativos de 100 a más de 300 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) con forma rectilínea.

3.5.5.2. Frente de chevron (Ei6)

Constituye el abrupto de las superficies de chevron, formados por los mismos materiales que éstas y asociados al mismo contexto morfológico: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes rectilíneas de 50 a 500 metros de longitud y desniveles relativos que varían entre 25 y 200 metros.

3.5.6. Tectónico-erosivo

3.5.6.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Estos relieves se encuentran en la zona central y suroriental por los sectores: La Laguna, Valle Negro, loma El Encanto y Shacan. Se asocian a los contextos morfológicos *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrollan en diversas formaciones geológicas, que incluyen cuerpos intrusivos de sienita y cuarzo-monzonita; y ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes.

Su desnivel relativo fluctúa entre 25 y 100 metros, presentan cimas redondeadas u ocasionalmente agudas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas convexas, cóncavas, rectilíneas o mixtas y valles con forma en V o en U. Las pendientes son medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.6.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Se encuentran en la zona central y suroriental del área de trabajo del cantón, distribuidos en los sectores La Laguna, La Sofía, Valle Negro, La Palmera y Shacan. Se emplazan en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Geológicamente se desarrollan en diversas formaciones geológicas, que incluyen: cuerpo intrusivo granítico, cuerpo intrusivo de sienita y cuarzo-monzonita; y ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes.

Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros, formas de cimas agudas, redondeadas y en singulares ocasiones planas, vertientes de formas muy variadas entre rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares de 50 a 500 metros de longitud, los valles tienen formas en V o en U y las pendientes son medias hasta fuertes (de 12 a 70%).



Foto 20. Relieve colinado alto. Sector suroriental, margen derecha del río Chingual. 11/09/2014.

3.5.6.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Estos relieves se encuentran principalmente en la zona meridional del área estudiada y puntualmente en el noreste en el sector Simhundoy. Se asocian a los contextos morfológicos *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrollan en un amplio abanico de formaciones geológicas, que incluyen cuerpos intrusivos (granito-granodiorita, granito, sienita y cuarzo-monzonita); ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes; y capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas, lavas y piroclastos pertenecientes a la Formación Chapiza.

El desnivel relativo de estos relieves está comprendido entre 200 y 300 metros. Son relieves de cimas agudas u ocasionalmente redondeadas, con vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 m) de formas rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares, valles con forma en V o en U y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.6.4. Relieve montañoso (Rt7)

Esta geoforma se encuentra ampliamente distribuida por toda la superficie estudiada del cantón, exceptuando el extremo norte. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Esta unidad geomorfológica se desarrolla sobre cuerpos intrusivos (granito-granodiorita, granito, sienita y cuarzo-monzonita); ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes, Rocas metamórficas; y capas rojas delgadas de areniscas alternando con lutitas abigarradas, con intrusiones de pórfidos y diabasas, lavas y piroclastos pertenecientes a la Formación Chapiza.

Muestra un desnivel relativo superior a los 300 metros. Presentan cimas agudas, redondeadas u ocasionalmente planas, vertientes muy largas (de más de 500 m) con formas muy variadas entre rectilíneas, cóncavas, convexas, mixtas o irregulares, valles con forma en V o en U y pendientes media a fuerte a muy fuerte (de 25 a 100%).

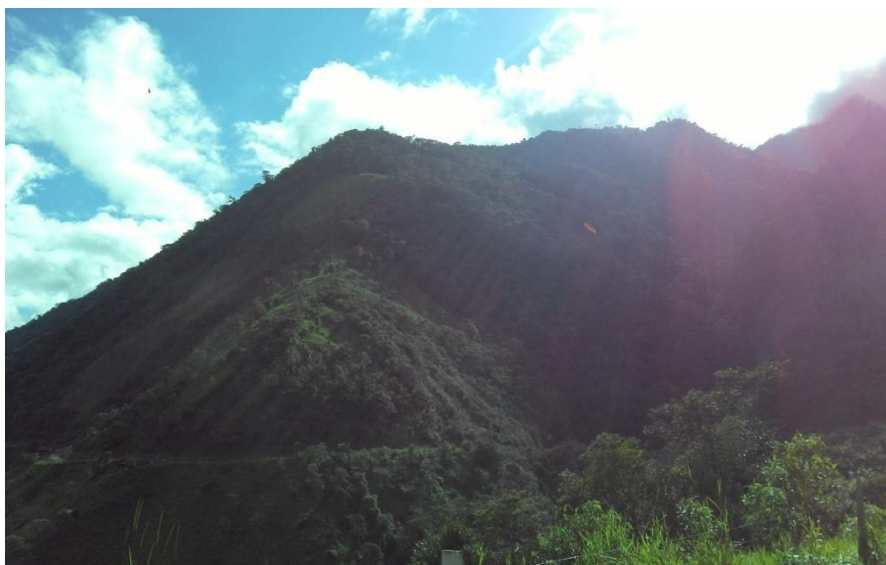


Foto 21. Relieve montañoso. Sector La Alegría. 11/09/2014.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se encuentra en la zona oriental del área estudiada del cantón, en los sectores La Alegría, Simhundoy, La Bonita y El Bijagual. Se emplaza en tres contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

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

Sus características son relativamente homogéneas en todos los contextos: presentan pendientes medias (de 12 a 25%) y formas de valle en V o planas.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Estos depósitos se encuentran repartidos por toda la zona de trabajo del cantón, con mayor profusión en la zona meridional. Se emplaza en cuatro contexto morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos; y iv) Medio aluvial de Sierra.*

De características muy similares a las de la anterior geoforma (Coa1), se los considera antiguos a los que presentan un cierto grado de disección y sobre ellos aparece una vegetación pionera bien desarrollada.

Presentan pendientes muy suaves a fuertes (de 2 a 70%) y formas de valle en V o planas.

3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma, que ocupa una extensión inferior a 1 km², se ubica en el borde suroeste de la zona de estudio del cantón. Se sitúa en el contexto morfológico *Paisajes glaciares.*

Es una superficie plana o ligeramente ondulada, próxima a la horizontal, de origen incierto y de adscripción poligénica. Se utiliza, preferentemente, para indicar un rellano horizontal dentro de una ladera, a modo de hombrera.

Se desarrolla en un cuerpo granítico y presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%).

3.5.7.4. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se distribuye en la zona oriental, de norte a sur, en los sectores Santa Rosa, Las Ollas, La Bonita, La Chispa, entre otras. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iii) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Geológicamente se desarrollan sobre un variado elenco de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos (granito-granodiorita y sienita y cuarzo-monzonita); ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes, y Depósitos volcánicos (piroclastos).

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.

Estas superficies presentan pendientes medias a medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos de 15 a 300 metros y vertientes rectilíneas de 50 a más de 500 metros de longitud.



Foto 22. Superficie inclinada. Sector La Bonita. 11/09/2014.

3.5.7.5. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Se ha identificado este abrupto asociado solamente a las superficies inclinadas (Si2) identificadas en los contextos morfológicos *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrolla sobre ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas del Grupo Cofanes de edad Precámbrica, presentando pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos de 50 a 100 metros y vertientes rectilíneas de 50 a 250 metros de longitud.

3.5.7.6. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta geoforma se encuentra en tres zonas puntuales del cantón: en el noroeste por el sector La Olla; en el este por el sector Agua Dormida; y en el extremo sur. Se asocia a tres contextos morfológicos: *i) Paisajes glaciares; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas de perfil transversal suave y redondeado, que ocupa posiciones cimaras. Se desarrolla geológicamente en el Grupo Cofanes y en Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras y presenta pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).

3.5.7.7. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta unidad geomorfológica se encuentra distribuida por toda la zona de estudio del cantón. Asociada a seis contextos morfológicos: *i) Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas; ii) Paisajes glaciares; iii) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; iv) Relieves de los márgenes de las cimas frías; v) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real); y vi) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Se refiere a una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, a ambos lados de una divisoria de aguas, que ocupa posiciones cimaras. Está caracterizado por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior.

Geológicamente se desarrolla en un amplio abanico de formaciones geológicas: cuerpos intrusivos (granito-granodiorita, granito y sienita y cuarzo-monzonita), Grupo Cofanes, Rocas metamórficas, Formación Chapiza, Formación Napo y Volcánicos Mirador Huaca y Cerro de Piedras y Depósitos volcánicos (piroclastos).

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Sucumbíos tiene 1.518 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.366 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Reserva Ecológica Cofán Bermejo y Parque Nacional Cayambe Coca). Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una muy pequeña porción de región Amazonía, del orden del 0,4% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 800 metros hasta un máximo de 4.000 metros.

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

1. **Sistema volcánico.** Este dominio fisiográfico presenta una extensión de aproximadamente 59 km² equivalente al 4,3% del total del área de estudio del cantón. Está representado por el sistema volcánico del volcán Soche, un volcán considerado en la actualidad potencialmente activo. Presenta un contexto morfológico asociado denominado *Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas*.

Las geoformas que constituyen el sistema volcánico del volcán ya mencionado son el cono sin actividad volcánica actual y moderado retoque glaciar y el cráter del volcán; además se ha cartografiado una gran caldera que alberga al volcán Soche. El flanco oriental del volcán está cubierto por coladas de lava antiguas y en el cráter del volcán sobresalen dos domos volcánicos. El moderado retoque glaciar se ve representado por valles glaciares colgados, rocas aborregadas y depósitos glaciares como cubetas y morrenas. Dentro del modelado laderas se han diferenciado vertientes rectilíneas y vertientes rectilíneas con abruptos además de depósitos coluviales. En menor proporción se encuentra también geoformas de incisión fluvial (barrancos) y coluvio-aluviales e interfluvios de cimas estrechas en el grupo genético poligénicas.

2. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta una gran extensión de aproximadamente 364 km² en el territorio estudiado equivalente al 27%. Se dispone en la zona occidental y dentro del cantón presenta tres contextos morfológicos asociados.

El contexto morfológico *Paisajes glaciares* presenta una superficie de 282 km² aproximadamente. Dentro de este contexto las geoformas representativas son las del grupo glaciar-periglaciar como son circos glaciares que anidan cubetas y lagunas que representan el nacimiento de grandes valles glaciares con un perfil suave con forma en U; además se encuentran valles glaciares colgados, nichos de nivación, depósitos glaciares modelados por acción fluvial, rocas aborregadas, afloramientos rocosos y depósitos morrénicos. Se han diferenciado otras geoformas de génesis distinta. De modelado laderas se encuentra vertientes rectilíneas, heterogéneas, rocosas, talud de derrubios, conos de derrubios y depósitos coluviales. Dentro del grupo poligénicas se han identificado interfluvios de cimas estrechas y redondeadas además de superficies horizontales. De origen tectónico-erosivo se encuentra relieves

montañosos. También se han diferenciado relieves montañosos con sustrato volcánico, flujos de piroclastos y superficies de meseta volcánica. Finalmente, barrancos de modelado fluvial.

El contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* ocupa una superficie aproximada de 17 km². Dentro de este contexto se han identificado geoformas de modelado laderas como vertientes rectilíneas, vertientes heterogéneas y depósitos coluviales. Geoformas de incisión fluvial como barrancos y valles en V también tienen en este contexto una amplia representación. Se encuentran también afloramientos rocosos en ambiente periglacial aunque con poca extensión, al igual que los interfluvios de cimas estrechas dentro del grupo poligénicas.

El contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* ocupa una superficie de aproximadamente 68 km². Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho contexto morfológico como son los depósitos glaciares modelados por acción fluvial. Sin embargo el grupo genético que cuanta con mayor representación es el volcánico, con relieves medios y montañosos, flujos de piroclastos, superficie volcánica ondulada y superficie de meseta volcánica. De modelado laderas se encuentra vertientes rectilíneas y heterogéneas, depósitos coluviales y flujos de lodo. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen exclusivamente formas de incisión, como son los barrancos. Las formas poligénicas están representadas por interfluvios de cimas estrechas.

- 3. Vertientes externas de la Cordillera Real.** Es el dominio fisiográfico más extenso en el cantón, con una superficie de aproximadamente 908 km² equivalente al 66,5%. Este dominio fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre cuerpos intrusivos y rocas metamórficas, muestra una erosión hídrica controlada por el carácter intrusivo de las litologías que incide. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* presenta una amplia superficie de aproximadamente 485 km². Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas y heterogéneas a las que se asocian depósitos coluviales y deslizamientos. El grupo tectónico-erosivo está ampliamente representado por relieves colinados y montañosos. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos y valles en V. Se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas: coluvio-aluviales recientes y antiguos, superficies inclinadas e interfluvios de cimas estrecha y redondeadas. También se han reconocido, dentro del grupo genético volcánico, las geoformas Relieve colinado muy alto y relieve volcánico montañoso.

El contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* presenta una extensión de aproximadamente 423 km². Dentro de este contexto las geoformas más abundantes se encuentran en el grupo genético laderas y son diferentes tipos

de vertientes, depósitos coluviales y flujos de lodo. El grupo tectónico-erosivo está representado por diferentes relieves colinados a montañosos. Se han identificado también con importante representación geoformas poligénicas como: coluvio-aluviales recientes y antiguos, superficies inclinadas e interfluvios de cimas redondeadas y estrechas. De modelado fluvial se encuentran geoformas de incisión como barrancos y encañonamientos. Con poca representación se encuentran chevrones en el grupo estructural y circos glaciares con cubetas en el grupo glaciario-periglaciario.

4. **Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Este dominio se presenta con una escasa extensión de 16 km². Dentro del cantón se presenta solo un contexto morfológico llamado *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Las geoformas identificadas dentro de dicho contexto son mayoritariamente de origen volcánico: relieves volcánicos colinados medios y altos, superficies volcánicas onduladas y flujos de piroclastos. De modelado laderas se han identificado vertientes rectilíneas y muchos depósitos de ladera. Con menos representación se encuentran los grupos genéticos poligénicas (coluvio-aluvial antiguo y superficie inclinada) y fluvial (barranco).

5. **Medio aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 10 km², este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Está representado por los sistemas fluviales de los ríos Chingual y Cofanes. Las geoformas que predominan son de génesis fluvial: valle fluvial-llanura de inundación, terraza baja y cauce actual (sobreexcavación del cauce en la llanura de inundación) y terraza alta. Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.
6. **Zona Subandina.** Este dominio fisiográfico presenta solamente una pequeña extensión de 2 km² que no representa más del 0,1% de la zona estudiada en el cantón. Presenta un solo contexto morfológico denominado Cordillera del Napo: paisajes estructurales, calcáreos y relieves periféricos, con cobertura de cenizas volcánicas y comprende en su modelado únicamente vertiente heterogénea con fuerte disección.
7. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa cerca de un 0,3% del territorio objeto de estudio equivalente a unos 4 km². Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Está sujeto a la acción y modelado de los ríos Chingual y Cofanes y las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación y terraza baja y cauce actual) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas medias y altas).

El cantón Sucumbíos presenta un paisaje muy variado aunque característico de la región Sierra. Inicia con los dominios fisiográficos Sistema Volcánico y Cimas frías de la cordillera Occidental y Real a alturas de 4.000 msnm, continúa con Vertientes

externas de la Cordillera Real que cuenta con una amplia representación en superficie y se dispone a alturas de 3.500 msnm, este dominio enlaza con los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas y con el Medio aluvial de Sierra. La pequeña fracción de región Amazonía en el cantón, corresponde a la Zona Subandina y el Medio aluvial amazónico.

El hito paisajístico a destacar en el cantón es el sistema volcánico del volcán Soche, un volcán considerado en la actualidad potencialmente activo y cuyo cráter se ubica a 3.900 msnm. Este volcán se encuentra dentro de una gran caldera cuya morfología no se conserva completa presentando solo una forma semicircular de unos 25 km² de superficie. El aparato volcánico más o menos conservado, consta del cono volcánico cubierto todo su flanco oriental por coladas de lava antiguas y un cráter de donde sobresalen dos domos volcánicos de 100-200 y 200-300 metros. El moderado retoque glaciario que ha sufrido el volcán Soche en periodos glaciares cuaternarios se ve representado por valles glaciares colgados y un gran número de depósitos morrénicos. Este volcán ha configurado la característica principal que diferencia muchos de los contextos morfológicos presentes, que es la cobertura de cenizas volcánicas de edad Pleistocénica, esta cobertura se presenta de forma casi continua en los contextos morfológicos: *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Entre la gran variedad geológica que se presenta en el cantón, sobresalen los cuerpos intrusivos de composiciones granito-granodiorita; granito; y sienita y cuarzo-monzonita que representan el contexto morfológico *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y conjuntamente se destacan los materiales del Grupo Cofanes (ortogneises, migmatitas, gneises y anfibolitas cuarzo-feldespáticas) que dominan el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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: San Gabriel (Hoja 97), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Mariano Acosta (Hoja 98), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud: Ubicación

Latitud: PROVINCIA

Altitud: CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfología

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

CGg-OII_F1-65-0265	CGg-OII_C4-65-0302	CGg-OII_C2-65-0341
CGg-OII_F1-65-0267	CGg-OII_C4-65-0303	CGg-OII_C2-65-0345
CGg-OII_F1-65-0271	CGg-OII_C4-65-0304	CGg-OII_C2-65-0348
CGg-OII_F1-65-0272	CGg-OII_C2-65-0308	CGg-OII_C2-65-0349
CGg-OII_F1-65-0273	CGg-OII_C2-65-0309	CGg-OII_C2-65-0353
CGg-OII_F1-65-0274	CGg-OII_C2-65-0310	CGg-OII_C2-65-0355
CGg-OII_F1-65-0275	CGg-OII_C2-65-0311	CGg-OII_C2-65-0357
CGg-OII_F1-65-0276	CGg-OII_C2-65-0312	CGg-OII_C2-65-0358
CGg-OII_C4-65-0277	CGg-OII_C2-65-0313	CGg-OII_C2-65-0359
CGg-OII_C4-65-0278	CGg-OII_C2-65-0314	CGg-OII_C2-65-0361
CGg-OII_C4-65-0279	CGg-OII_C2-65-0316	CGg-OII_C2-65-0368
CGg-OII_C4-65-0282	CGg-OII_C2-65-0317	CGg-OII_C2-65-0369
CGg-OII_C4-65-0284	CGg-OII_D1-65-0318	CGg-OII_C2-65-0373
CGg-OII_C4-65-0285	CGg-OII_C2-65-0322	CGg-OII_C2-65-0376
CGg-OII_C4-65-0290	CGg-OII_C2-65-0325	CGg-OII_C2-65-0379
CGg-OII_C4-65-0295	CGg-OII_C2-65-0327	CGg-OII_C2-65-0380
CGg-OII_C4-65-0296	CGg-OII_C2-65-0329	CGg-OII_C2-65-0384
CGg-OII_C4-65-0297	CGg-OII_C2-65-0330	CGg-OII_C2-65-0385
CGg-OII_C4-65-0298	CGg-OII_C2-65-0331	CGg-OII_C2-65-0389
CGg-OII_C4-65-0299	CGg-OII_C2-65-0337	CGg-OII_C2-65-0393
CGg-OII_C4-65-0300		

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ROCAS DESMENUZADAS POR EL HIELO, CAMPOS Y RÍOS DE BLOQUES: forma debida a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos, por efecto de la crioclastia. Da lugar a acumulaciones de fragmentos rocosos angulares, en distintas posiciones y localizaciones fisiográficas, algunas de ellas ocupando el fondo de valles y vaguadas.

ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS: afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta geofoma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

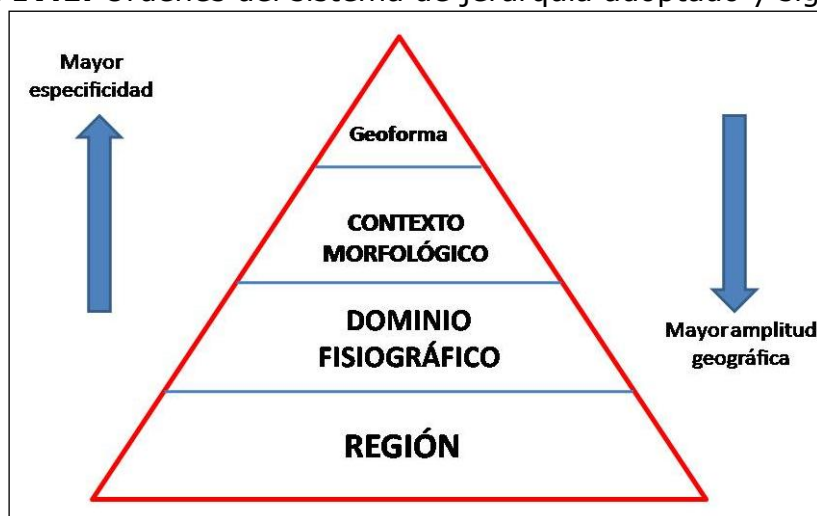
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 km², presenta, a esa escala de análisis, particularidades del relieve condicionadas por las grandes estructuras geológicas (accidentes tectónicos y plegamientos mayores) y su evolución a lo largo del tiempo.

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

Dominio Fisiográfico: Unidad territorial, que agrupa uno o más Contextos Morfológicos, característica de un determinado ambiente morfoclimático (p. ej., ambiente glaciar-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 km².

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 km².

Agrupan siempre a distintas geofformas, 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.

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

DOMINIO FISIAGRÁFICO: VERTIENTES EXTERNAS DE LA CORDILLERA REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)
DOMINIO FISIAGRÁFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
DOMINIO FISIAGRÁFICO: SISTEMA VOLCÁNICO	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
DOMINIO FISIAGRÁFICO: VERTIENTES Y RELIEVES DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre litología indiferenciada, sin cobertura piroclástica
	Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte
	Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica. Sierra Sur
DOMINIO FISIAGRÁFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL DE SIERRA	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial de Sierra
REGIÓN AMAZONÍA	
DOMINIO FISIOGRAFICO: ZONA SUBANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	<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>
DOMINIO FISIOGRAFICO: AMAZONIA PERIANDINA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	<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>
DOMINIO FISIOGRAFICO: MEDIO ALUVIAL AMAZÓNICO	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Medio aluvial amazónico
REGIÓN COSTA	
DOMINIO FISIOGRAFICO: RELIEVES ESTRUCTURALES SOBRE SEDIMENTOS Terciarios	
CONTEXTO MORFOLÓGICO	Mesas muy disectadas y restos de relieves tabulares sobre limolitas y areniscas culminantes
DOMINIO FISIOGRAFICO: GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA Y LLANURA ALUVIAL ANTIGUA	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	<p>Gran cono tabular de la llanura costera</p> <p>Testigos disectados de depósitos aluviales encaramados</p> <p>Llanura aluvial antigua</p> <p>Superficies onduladas y transición a la llanura aluvial reciente</p>

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10² km² 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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	(*)	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE ROCA O SEDIMENTO
Depósitos de ladera	Q_{dl}	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	Q_{dvQ}	Tobas bien estratificadas, con frecuente carácter lacustre y alternantes con cenizas y lapilli
Conglomerados Zarapullo	P_{za}	Guijarros y cantos rodados pobremente estratificados en matriz areno-limosa
Formación Borbón	PI_B	Areniscas de grano grueso en bancos, con intercalaciones de argilita y conglomerados en la base
Formación Mangán	Mio_{Mn}	Limolitas, lutitas y areniscas de grano fino interestratificadas; lutitas con vetas de carbón; areniscas de grano grueso y conglomeráticas
Formación Playa Rica	Ole_r	Lutitas grises o negras laminadas, con intercalaciones de areniscas
Formación Ostiones	Eo_{os}	Lutitas duras, grises a pardas; tobas y arcillas silíceas hacia muro
Formación Tiyuyacu	Pal_{Ty}	Conglomerado de cuarzo, lutita y chert en matriz areno-limosa; areniscas con intercalaciones de lutitas rojas, grises y verdes
Grupo Alamor	M_{al}	Lutitas, areniscas, arcillas y limos estratificados, localmente con ligero metamorfismo
Batolito de Zamora	J_{abs}	Granitoides
Unidad Piedras	Pz_{pi}	Anfibolitas gneísicas de grano fino a grueso y esquistos verdes
Granito de Abitagua	IN G_{Ab}	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)
Gabro	IN G_a	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

TIPOS DE DRENAJE
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

CLASE O TIPO	DENSIDAD
Drenaje grueso (baja densidad)	<5 km/km ²
Drenaje medio (media densidad)	5-12 km/km ²
Drenaje fino (alta densidad)	>12 km/km ²
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.