

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN ZAMORA

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

MAYO, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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 Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	19
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real	19
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.....	20
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina	20
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Medio aluvial amazónico.....	21
3.3.	Contextos Morfológicos.....	21

3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	22
3.3.2. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	22
3.3.3. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	23
3.3.4. Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica	23
3.3.5. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.....	23
3.3.6. Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	24
3.3.7. Medio aluvial amazónico	24
3.4. Geformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	25
3.5. Descripción de geformas	31
3.5.1. Fluvial	31
3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	31
3.5.1.2. Valle en V (E1)	32
3.5.1.3. Barranco (E2)	33
3.5.1.4. Garganta (E3)	33
3.5.1.5. Encañonamiento (E4)	33
3.5.1.6. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	34
3.5.1.7. Terrazas indiferenciadas (Ti)	34
3.5.1.8. Superficie de cono de deyección (Cd1)	35
3.5.1.9. Abrupto de cono de deyección (Cd2)	36
3.5.1.10. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	36
3.5.1.11. Abrupto de cono de deyección disectado (Cd4)	36
3.5.2. Laderas	36
3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1).....	36
3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	37
3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)	38
3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)	39
3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	40
3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)	41
3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)	41
3.5.2.8. Coluvión reciente (Col1)	42
3.5.2.9. Coluvión antiguo (Col2).....	42
3.5.2.10. Macrocoluvión (Col3).....	43
3.5.2.11. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	43
3.5.3. Volcánico	44

3.5.3.1. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7).....	44
3.5.3.2. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	44
3.5.3.3. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)	44
3.5.3.4. Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	45
3.5.3.5. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11).....	45
3.5.3.6. Relieve volcánico montañoso (Rv12)	45
3.5.4. Tectónico-erosivo	46
3.5.4.1. Relieve colinado medio (Rt4).....	46
3.5.4.2. Relieve colinado alto (Rt5).....	46
3.5.4.3. Relieve colinado muy alto (Rt6).....	47
3.5.4.4. Relieve montañoso (Rt7)	48
3.5.5. Poligénicas.....	48
3.5.5.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	48
3.5.5.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	49
3.5.5.3. Superficie inclinada (Si2).....	50
3.5.5.4. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	50
3.5.5.5. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	51
3.5.5.6. Macizo rocoso (Sdv1)	51
3.5.6. Otras génesis	52
3.5.6.1. Superficie intervenida (O5)	52
IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES	53
V. BIBLIOGRAFÍA	56
5.1. Referencias generales	56
5.2. Bibliografía citada	57

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 Zamora	16
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Zamora	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Zamora.....	21
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	25
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	29

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 Zamora	15
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Zamora	17
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Zamora	18

LISTA DE FOTOS

Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector La Quebrada, río Zamora.....	31
Foto 2. Valle en V. Sector San Pablo, río Tambo Blanco	32
Fotos 3 y 4. Barranco. Sector La Libertad.....	33
Foto 5. Encañonamiento. Sector El Retorno, río Zamora	34
Foto 6. Terrazas indiferenciadas. Sector Piuntza	35
Foto 7. Superficie de cono de deyección. Sector Tzunantza.....	35
Foto 8. Vertiente rectilínea. Sector cerro Los Picachos	37
Fotos 9 y 10. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Sector Imbana	38
Fotos 11 y 12. Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Los Balcones	39
Fotos 13 y 14. Vertiente abrupta. Sector Los Balcones	40
Fotos 15 y 16. Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Porvenir	40
Fotos 17 y 18. Vertiente heterogénea. Sector La Quebrada	41
Fotos 19 y 20. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector Tres Cruces	42
Fotos 21 y 22. Coluvión antiguo. Sector Romerillos Alto	43
Foto 23. Relieve volcánico colinado medio. Sector Piuntza	45
Foto 24. Relieve colinado medio. Sector Timbara.....	46
Foto 25. Relieve colinado alto. Sector Nambija Bajo.....	47
Fotos 26 y 27. Relieve colinado muy alto. Sector Jamboé Alto.....	47
Fotos 28 y 29. Relieve montañoso. Sector Soñaderos.....	48
Foto 30. Coluvio-aluvial antiguo. Sector La Pituca.....	49
Fotos 31 y 32. Interfluvio de cimas redondeadas. Sector loma Los Balcones	51
Foto 33. Macizo rocoso. Sector Cordillera Sharac.....	52
Foto 34. Superficies intervenidas. Sector Nambija	52

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

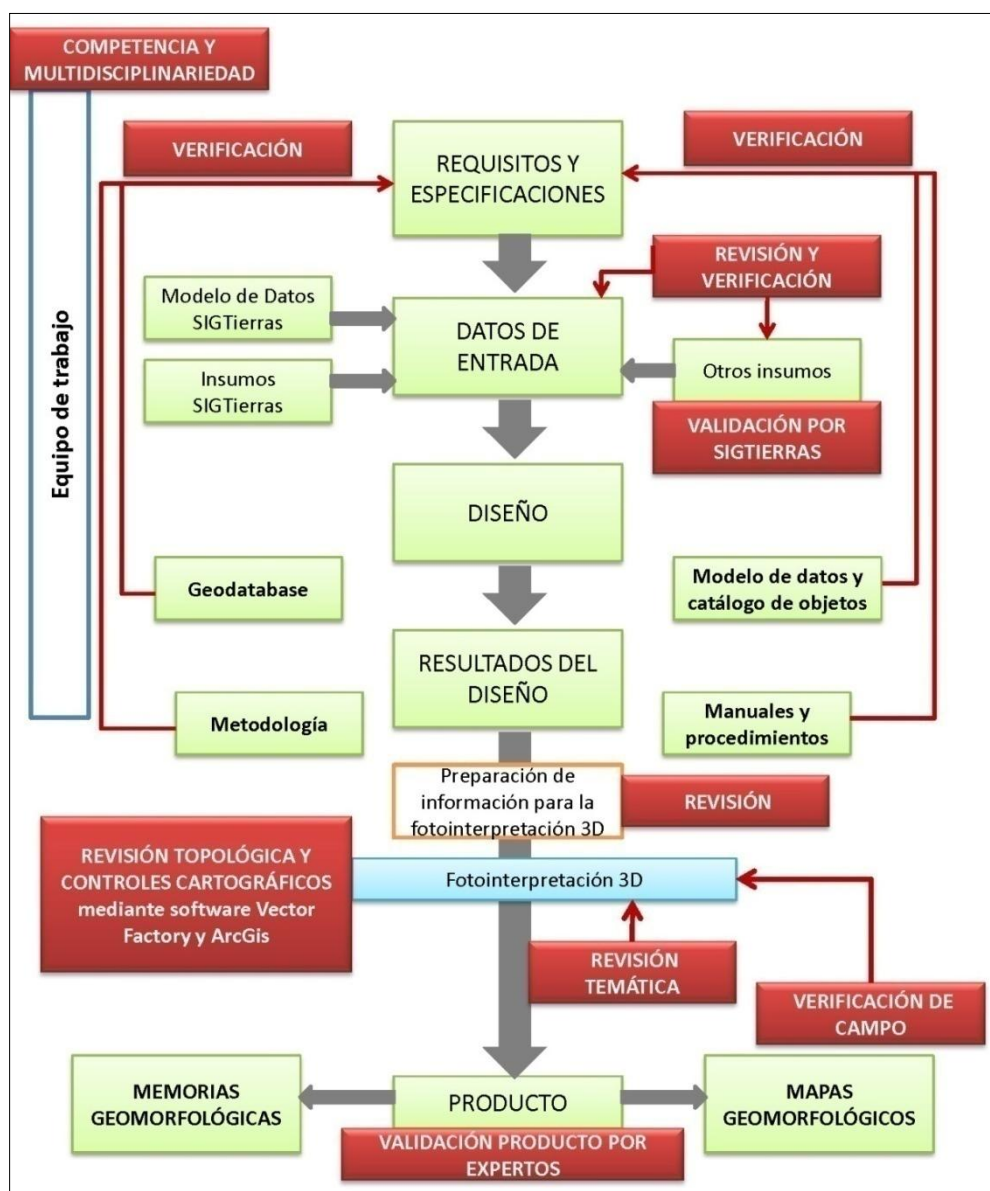
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

El esquema de *Pendientes* recoge los distintos rangos de inclinación existentes en el área, expresados en porcentaje. La denominación de los diferentes rangos de pendiente y su inclinación porcentual son: plana (de 0 a 2%), muy suave (de más de 2% a 5%), suave (de más de 5% a 12%), media (de más de 12% a 25%), media a fuerte (de más de 25% a 40%), fuerte (de más de 40% a 70%), muy fuerte (de más de 70% a 100%) y escarpada (más de 100%).

2.3. Control de calidad

La Gestión de Calidad en los trabajos de cartografía geomorfológica se enmarca y es coherente con el Plan de Calidad del conjunto del proyecto del que forma parte. Dicho Plan de Calidad afecta a todos los procesos y productos del trabajo y señala los principales hitos que debe cumplir para cada una de las temáticas, cuyas relaciones con los principales procesos se muestran en la Figura 2.2.

Figura 2.2. Plan de calidad en la cartografía geomorfológica, principales hitos.



Fuente: CTN

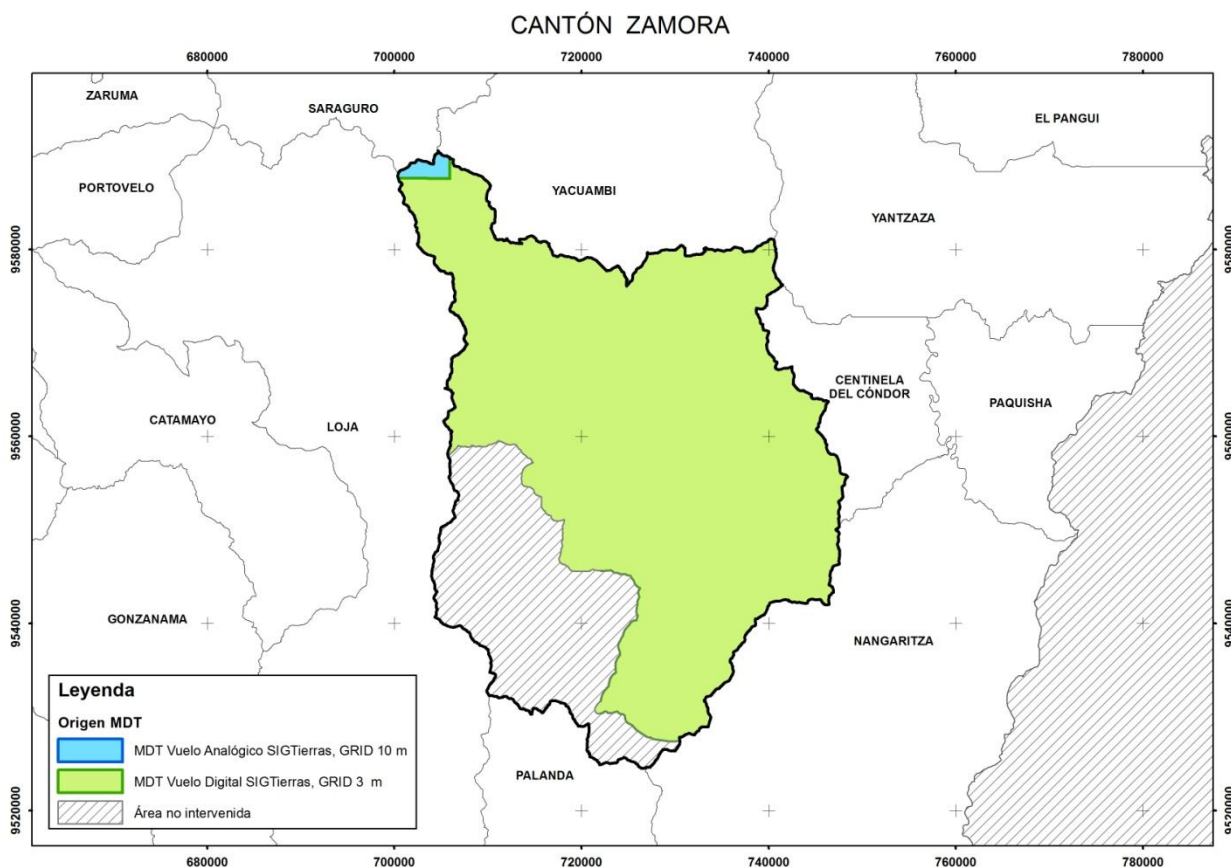
Estos hitos son los siguientes:

- Competencia y equipo de trabajo multidisciplinar para llevar a cabo las tareas y actividades previstas. Además de la adecuada selección de personal, se ha llevado a cabo la capacitación oportuna para homogeneizar criterios y enseñar el manejo de las herramientas de trabajo.
- Revisión y verificación de la disponibilidad de los datos de entrada (insumos básicos e insumos complementarios).
- Verificación de que todos los productos obtenidos en la fase de diseño (Geodatabase, Modelo de Datos y Catálogo de Objetos; Metodología; Manuales y Procedimientos) se adecúan a los requisitos y especificaciones.
- Control topológico y coherencia cartográfica.
- Control de calidad temática, tanto a lo largo del proceso de fotointerpretación como a la finalización del mismo.

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

Se ha utilizado el conjunto de la información referida en los apartados 2.2.1.1 (Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes) y 2.2.1.2 (Insumos complementarios). En lo que respecta a los insumos de base de generación de los MDT, en el cantón Zamora 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 Zamora.



Fuente: CTN

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

- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Loja (Hoja 56), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Gonzanamá (Hoja 57), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Paquisha (Hoja 76), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.
- CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico Minero Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Zamora (Hoja 77), esc. 1:100.000. *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000. (Publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.

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 Zamora.

Código	Cartas Topográficas
NVI_F2	Las Juntas
NVI_F4	Loja Norte
NVII_B2	Loja Sur (Río Sabanilla)
NVII_B4	Vilcabamba
ÑVI_E1	Yantzaza
ÑVI_E3	Zumbi
ÑVII_A1	Zamora
ÑVII_A3	Cordillera de Tzunantza

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

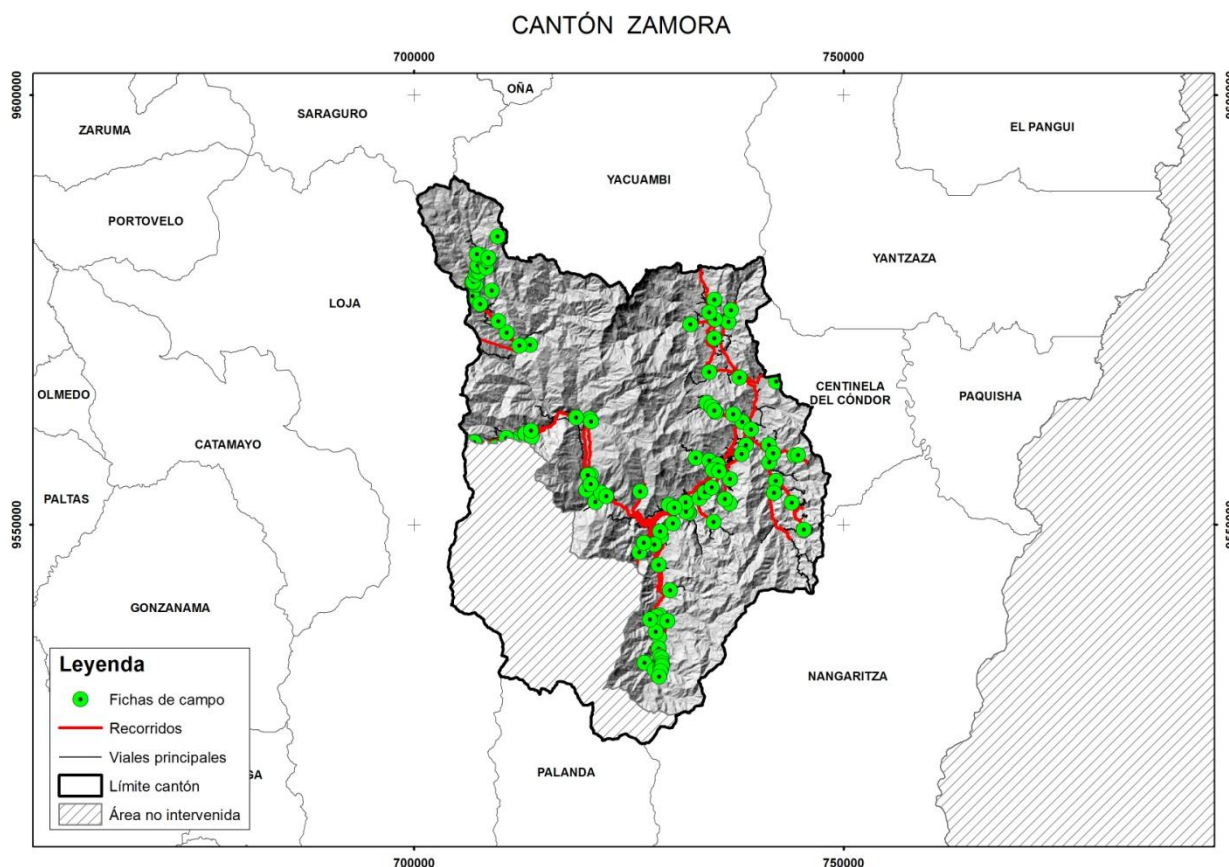
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Zamora se realizó entre los días 6 y 7 de diciembre de 2014, 20-24 de enero y 8 de febrero de 2015, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 115 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 Zamora.



Fuente: CTN

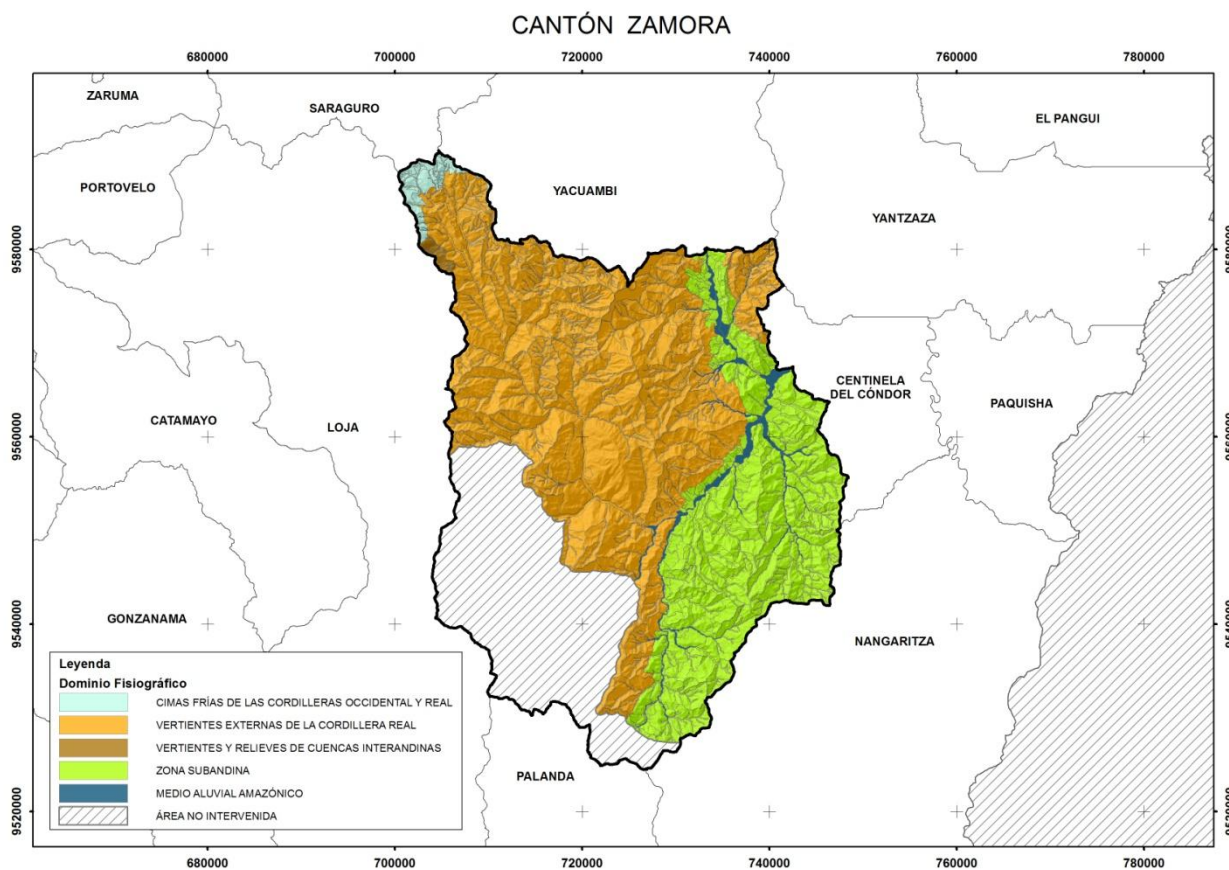
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Zamora tiene 1.901 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.484 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Podocarpus) 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, en la primera se diferencian tres dominios fisiográficos, mientras que en la segunda región, se diferencian dos. 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 Zamora.



Fuente: CTN

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	24 km ²	1,6%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	921 km ²	62,1%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	7 km ²	0,4%
AMAZONÍA	Zona Subandina	496 km ²	33,4%
	Medio aluvial amazónico	36 km ²	2,4%

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

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

Las Cimas frías de la Cordillera Real se presentan, en este sector como una franja periglaciaria, que rodea, de forma discontinua, los paisajes glaciares. La altitud a la que se encuentran oscila entre 3.000 y 3.200 msnm.

Se representa por *Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas*. Estos paisajes se componen de cimas suavemente redondeadas, con cumbre anchas. Vertientes con pendientes variables que enlazan suavemente con los valles con perfil transversal en V o a su vez planos.

En Zamora, este dominio fisiográfico ocupa el extremo noroccidental del cantón, con una superficie aproximada de 24 km².

3.2.2. 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 sobre formaciones metamórficas, flanqueadas por cuerpos intrusivos, con o sin cobertura piroclástica.

Los modelados, sobre las rocas metamórficas indiferenciadas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica. En las rocas ígneas intrusivas del Batolito de Zamora y de la Serie Zamora, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. A menudo la roca aparece arenizada y con argilitización avanzada.

Representa el dominio más extenso en el cantón, con aproximadamente 921 km² equivalente a 62,1% del total de la superficie estudiada. Ocupa gran parte de la zona septentrional y se extiende como una franja estrecha hasta el sur del cantón.

Altitudinalmente, este dominio se presenta entre 1.000 y 3.000 msnm, representando la transición entre los modelados glaciares andinos y los relieves subandinos amazónicos.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

Los paisajes andinos del sur se caracterizan por la ausencia de cobertura piroclástica, debido a la desaparición de la actividad volcánica reciente, post-oligoceno, típica de los Andes más septentrionales.

En este cantón, los macizos de la Sierra Sur presentan una litología intrusiva (granito, granodiorita, tonalita y diorita) y llegan a alcanzar alturas de 2.500 y 2.800 msnm.

Se disponen en el borde noroccidental del cantón, siendo el dominio con menor extensión, aproximadamente unos 7 km².

3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que se corresponde con los levantamientos de una estructura anticlinal y con los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. El eje anticlinal está marcado por dos levantamientos alineados, con orientación submeridiana, separados por una ensillada. Al norte da origen a la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las cordilleras del Cutucú y del Cóndor.

En el cantón Zamora, al sur del Ecuador, la cordillera resultante del levantamiento es la Cordillera del Cóndor. El paisaje se muestra muy disectado, compuesto por un relieve homogéneo. Las coberturas edafológicas asocian rocas, desprendimientos y suelos poco evolucionados ferralíticos.

Este dominio fisiográfico domina la parte oriental del cantón, con alturas que oscilan entre 900 y 2.500 msnm. Llegó a ocupar 496 km² equivalente a 33,4% del total del área estudiada de Zamora.

3.2.5. 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.

Está sujeto a la acción y modelado del río Zamora y sus principales afluentes: Bombuscaro, Jamboé, Nambija y Yacuambi. El modelado incluye terrazas aluviales y valles fluviales. Además se incluyen en este contexto geoformas de incisión fluvial: valles en V y barranco; y depósitos coluvio-aluviales asociados a la red fluvial actual.

El río Zamora, se presenta caudaloso y meandriforme en la mayoría de su trayectoria.

3.3. Contextos Morfológicos

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

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

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

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
AMAZONÍA	Zona Subandina	Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas
		Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Medio aluvial amazónico	Medio aluvial amazónico

Fuente: CTN

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

Los paisajes de este contexto se componen por un conjunto de relieves volcánicos, caracterizados 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. Estos relieves presentan como sustrato rocoso los materiales volcánicos de la Formación Tarqui: tobas y aglomerados (conformados por líticos dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Este contexto morfológico ocupa el extremo noroccidental del cantón Zamora, con alturas que descienden desde los 3.200 a los 3.000 msnm. Se extiende alrededor de unos 24 km².

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

Este contexto morfológico se encuentra como un bloque aislado en el centro del cantón, con alturas comprendidas entre 1.400 y 3.000 msnm. Conjuntamente se exhibe en la zona oriental como una franja que se extiende desde el norte hasta el sur del cantón, con alturas comprendidas entre 2.400 y 1.000 msnm.

Como características presenta profunda arenización, disección homogénea, regular y densa y ausencia de direccionalidad en su modelado.

El paisaje se ve representado por un sin número de vertientes de diferentes tipos: rectilíneas, abruptas, heterogéneas con y sin disección, a su vez, depósitos asociados a éstas. El sustrato rocoso que define este contexto morfológico es, principalmente, los granitoides del Batolito de Zamora de edad Jurásica.

Este contexto morfológico ocupa aproximadamente 352 km², equivalente a un 23,7% del total de la superficie estudiada del cantón.

3.3.3. Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)

El paisaje, con ausencia de cenizas volcánicas, se define por una disección intensa, irregular y asimétrica del sustrato metamórfico sobre el que mayoritariamente se desarrolla. Se sitúa entre, aproximadamente, 3.000 y 1.000 msnm, representando la transición entre el modelado glaciar y periglacial andino y los relieves subandinos.

Los diferentes tipos de vertientes que conforman el área montañosa del cantón, dentro de este contexto, presentan como sustrato rocoso rocas metamórficas que van desde filitas hasta granito metasomático. Cabe mencionar que en base al mapa geológico publicado por CODIGEM-BGS (1994) y los trabajos de campo realizados en el cantón, se asigna en esta zona el Granito Tres Lagunas (Triásico Superior), cuya litología comprende principalmente granito gnéisico con cuarzo azul y migmatitas.

Se distribuye ampliamente por la zona septentrional del cantón Zamora. Representa el contexto morfológico más extenso con 569 km² ocupando aproximadamente 38,4% del total de la superficie estudiada.

3.3.4. Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica

En este contexto, al igual que en otros paisajes graníticos, los modelados presentan una disección dendrítica densa, cimas redondeadas y vertientes convexo-cóncavas o de perfil en V. Los materiales intrusivos sobre los que se desarrollan los diferentes relieves colinados son: granito, granodiorita, tonalita y diorita. Las arenas graníticas de alteración, de color blanco, son omnipresentes y alcanzan espesores que sobrepasan la decena de metros.

En el cantón, este contexto alcanza una reducida extensión de 7 km². Se dispone en el borde noroccidental, a alturas comprendidas entre 2.500 y 2.800 msnm.

3.3.5. Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas

El modelado predominante, muy homogéneo, da lugar a colinas y relieves montañosos de pronunciados desniveles, de cimas redondeadas y largas vertientes convexas. La red es densa y escasamente jerarquizada, característica de los cuerpos ígneos intrusivos, granitos y granodioritas, sobre los que se desarrolla. Las alteraciones adquieren una extraordinaria intensidad y extensión sobre estos materiales, tanto en forma de arenizaciones como en transformaciones a niveles arcillosos rojizos y rojizo-amarillentos, con cuarzo y ricos en hierro.

Para este cantón, el cuerpo intrusivo característico es el Batolito de Zamora (Jurásico). Está compuesto por un conjunto de rocas granitoides, variando desde granitos hasta granodioritas hornbléndicas de grano grueso a medio, con cristales de

hornblenda de 1 a 2 cm de largo por 1 cm de ancho. Esporádicamente se encuentran diques volcánicos semi-verticales intruyendo el Batolito. Es muy común encontrar este cuerpo intrusivo meteorizado hasta un estado arenizado de color gris o como una arcilla rojiza. Estos materiales meteorizados luego de un proceso de transporte y depositación forman los grandes depósitos coluviales.

Las geformas descriptivas e identificadas en este contexto morfológico responden a relieves colinados de diferentes desniveles, desde colinado hasta montañoso, vertientes rectilíneas o heterogéneas y depósitos coluviales asociados a éstas.

En Zamora, este contexto se presenta en la zona suroriental, donde alcanza una extensión aproximada de 379 km² equivalente a 25,5% del total del área estudiada del cantón.

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

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

En el cantón, este paisaje está formado por colinas y laderas fuertemente disectadas; el sustrato está constituido mayoritariamente por el Batolito de Zamora, que presenta granitoides, por lo general altamente meteorizados. Este sustrato intrusivo se vuelve muy susceptible a ser coluvionado y a los movimientos en masa, característica de los estrechos valles del sur.

Se extiende como una franja estrecha de norte a sur en la zona oriental del cantón, por lo general a las orillas del río Zamora. Ocupa alrededor de 117 km² equivalente al 8% del total de la superficie estudiada del cantón Zamora.

3.3.7. Medio aluvial amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre descrito en el apartado 3.2.5.

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Vertiente rectilínea con abruptos	1
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	2
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado muy bajo	2
		Relieve volcánico colinado bajo	2
		Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	1
		Relieve volcánico colinado muy alto	6
	Relieve volcánico montañoso	<1	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado alto	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Macizo rocoso	<1
	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V
Barranco			15
Superficie de cono de deyección			<1
LADERAS		Vertiente rectilínea	12
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	2
		Vertiente rectilínea con abruptos	9
		Vertiente abrupta	58
		Vertiente abrupta con fuerte disección	9
		Vertiente heterogénea	71
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	50
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	5

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	7
		Relieve colinado alto	15
		Relieve colinado muy alto	6
		Relieve montañoso	79
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Interfluvio de cimas redondeadas	1
		Interfluvio de cimas estrechas	4
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Valle en V	21
		Barranco	28
		Garganta	<1
		Encañonamiento	2
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	56
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	118
		Vertiente rectilínea con abruptos	26
		Vertiente abrupta	65
		Vertiente abrupta con fuerte disección	52
		Vertiente heterogénea	63
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	77
		Coluvión reciente	2
		Coluvión antiguo	3
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	2
		Relieve volcánico colinado muy alto	1
		Relieve volcánico montañoso	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	5
		Relieve colinado alto	3
		Relieve colinado muy alto	10
		Relieve montañoso	16
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	1
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie inclinada	1
		Interfluvio de cimas redondeadas	4
Interfluvio de cimas estrechas		7	
Macizo rocoso		1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km² (aprox.)
Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica	FLUVIAL	Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente heterogénea	1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
		Relieve colinado muy alto	4
Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas	FLUVIAL	Valle en V	<1
		Barranco	22
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
		Abrupto de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	21
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	7
		Vertiente abrupta	50
		Vertiente abrupta con fuerte disección	16
		Vertiente heterogénea	85
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	49
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	8
	Macrocoluvión	2	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	9
		Relieve colinado alto	20
		Relieve colinado muy alto	26
		Relieve montañoso	52
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	4
		Superficie inclinada	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	4
		Interfluvio de cimas estrechas	4
	OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Barranco	2
		Superficie de cono de deyección	5
		Abrupto de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente abrupta	8
		Vertiente heterogénea	12
		Vertiente heterogénea con fuerte disección	11
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	14
		Macrocoluvión	2
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	<1
		Relieve volcánico colinado alto	<1
		Relieve volcánico colinado muy alto	5
		Relieve volcánico montañoso	10
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	7
		Relieve colinado alto	12
		Relieve colinado muy alto	12
		Relieve montañoso	7
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
Coluvio-aluvial antiguo		3	
Interfluvio de cimas estrechas		1	
Medio aluvial amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	23
		Valle en V	1
		Barranco	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Terrazas indiferenciadas	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	9

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 (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	36
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques	21
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	23
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables	7
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	2
Formación Tarqui	Mio _{Tq}	Mioceno	Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava	21
Unidad Misahuallí	K _{Mh}	Cretácico	Lavas y piroclastos (basaltos y tobas), con areniscas, lutitas y conglomerados	49
Batolito de Zamora	J _{BZ}	Jurásico	Granitoides	648
Rocas metamórficas**	ME	Paleozoico	Rocas metamórficas indiferenciadas	531

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Serie Zamora	P _{ZZ}	Paleozoico	Granitoides y rocas metamórficas (filitas, cuarcitas, esquistos y gneises)	138
Granito, granodiorita, tonalita, diorita****	IN G-Gd-To-D	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita, tonalita, diorita	7

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

(*) Nota: Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia.

En los códigos la primera o primeras letras hacen referencia a la edad: Q= Cuaternario, Mio=Mioceno, K=Cretácico, J=Jurásico, P=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da=depósitos aluviales) o al nombre de la "formación geológica" (Tq=Tarqui, Mh=Misahualí, BZ=Batolito de Zamora, ZZ=Serie Zamora). 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.

() Nota:** Las Rocas metamórficas se atribuyen a Unidad Piuntza (Triásico), Unidad Chiguinda (Paleozoico) o a Granito Tres Lagunas (Triásico Superior), según CODIGEM-BGS (1994).

(*) Nota:** La Serie Zamora, en este cantón, se sustituye por el Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) según CODIGEM-BGS (1994).

(**) Nota:** Los complejos intrusivos: San Lucas (Edad: Paleoceno) de composición: granito, granodiorita, tonalita, diorita; Abitagua-Guacamayos (Edad: Jurásico) de composición: granito, granodiorita; y Plutón Marcabelí (Edad: Paleozoico) de composición: alaskita, granito, cuarzodiorita, tonalita, en la salida gráfica aparecerán como formaciones: "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 encuentra asociada al río Zamora y sus principales afluentes: Bombuscaro, Jamboé, Nambija y Yacuambi. Discurre en un sentido predominante suroeste-noreste y geográficamente, dentro del cantón, ocupa gran parte de la zona oriental.

Se emplaza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se caracteriza por la presencia de depósitos aluviales transportados y depositados por los canales fluviales, de granulometría muy diversa y con marcadas variaciones laterales y verticales de facies, dispuestos en franjas adyacentes al canal fluvial. Los terrenos a los que dan lugar se inundan, parcial o totalmente, durante épocas de crecidas.

Presenta pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y formas de valle igualmente planas, recorridos por canales de carácter meandriforme.



Foto 1. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector La Quebrada, río Zamora. 24/01/2015.

3.5.1.2. Valle en V (E1)

En el cantón, la presencia de esta geoforma se acentúa en el noroccidente, formando parte de la cuenca alta del río Zamora y sus afluentes: Tambo Blanco, Paramales, La Merced, Amarillo, Tibio, Cristal, San Francisco. Se presenta también, en menor extensión, al nororiente, en los afluentes del río Yacuambi: Piuntza, Cantzama y Salado. Y finalmente, al sureste del cantón, se presenta en las quebradas Paladines y El Paylón, afluentes del río Jamboé.

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%) y el río erosiona verticalmente. Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas (orden hectométrico). Se presentan en cinco contextos morfológicos, pero más del 77% se emplazan en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

El amplio abanico de formaciones geológicas donde se han desarrollado estos valles en V incluyen: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Unidad Misahuallí. La Serie Zamora y Rocas metamórficas indiferenciadas, son asignadas al Granito Tres Lagunas, que comprende: granito gnésico con cuarzo azul y principalmente migmatitas, en base a CODIGEM-BGS (1994).



Foto 2. Valle en V. Sector San Pablo, río Tambo Blanco. 07/12/2014.

3.5.1.3. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra cartografiada en todo el cantón. Al igual que la geoforma anterior, ésta es típica de los cursos altos de los ríos, con similares características pero de menores dimensiones. Las pendientes transversales son mayoritariamente fuertes a muy fuertes (de 40 a 150%), con formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos.

Los barrancos se presentan en todos los contextos morfológicos y su distribución no guarda ninguna relación con determinadas formaciones geológicas, desarrollándose en toda litología presente en el cantón.



Fotos 3 y 4. Barranco. Vista general y detalle del macizo rocoso, gneis del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector La Libertad. 07/12/2014.

3.5.1.4. Garganta (E3)

Esta geoforma aparece en el sector noroccidental del cantón, en la parte alta de la quebrada de la Paz, ocupando menos de 1 km² de superficie. Se emplaza en el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo y longitud de vertiente de entre 15 y 50 metros, forma de vertiente irregular y forma de valle en V. Esta garganta se incide en rocas metamórficas indiferenciadas.

3.5.1.5. Encañonamiento (E4)

En el centro-oeste del cantón se encuentra el encañonamiento en la cuenca alta del río Zamora y más hacia el sur, el cauce encajonado del río Sabanilla, afluente del río Zamora. En el primer caso, el cauce se encaja en rocas metamórficas indiferenciadas y en el segundo, la incisión se genera en los metamórficos de la Serie Zamora. Estos dos encañonamientos se emplazan en el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Esta es otra geoforma de incisión fluvial, similar a la garganta, pero con mayor profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles están comprendidos entre 50 y 200 metros, las vertientes tienen formas rectilíneas con pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%) y la forma de valle es en V.

La geoforma alcanza 2 km² de extensión en el cantón.



Foto 5. Encañonamiento. Sector El Retorno, río Zamora. 06/12/2014.

3.5.1.6. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Se trata del abrupto de la Terraza indiferenciada (Ti) ubicada en el sector Tzunantza, en la zona central del cantón. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*.

Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos que oscilan entre 15 y 25 metros y vertientes rectilíneas de longitud corta (de 15 a 50 m).

3.5.1.7. Terrazas indiferenciadas (Ti)

En el cantón, la discriminación de niveles de terrazas se dificulta por la escala de trabajo por lo que las terrazas aluviales identificadas se asignan a esta geoforma, terrazas indiferenciadas. En conjunto, esta geoforma alcanza solamente 1,4 km² del total del área del cantón.

Esta geoforma se encuentra, por un lado, asociada al sistema fluvial del río Zamora en el sector Tzunantza, y por otro, asociada al río Yacuambi en los sectores Guadalupe y Piuntza.

Se encuadran en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se caracterizan por pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%). Su composición consta de conglomerados, limo arenoso, arcilla limosa.



Foto 6. Terrazas indiferenciadas. Sector Piuntza. 20/01/2015.

3.5.1.8. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se encuentra en las márgenes de los ríos: Zamora, Jamboé, Nambija, Yacuambi y Piuntza.

Se emplaza en cuatro contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), iii) Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas y iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Está formada por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables. Se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%), un desnivel relativo de 100 a 200 metros y vertiente muy larga (de más de 500 m) de formas convexas.



Foto 7. Superficie de cono de deyección. Sector Tzunantza. 20/01/2015.

3.5.1.9. Abrupto de cono de deyección (Cd2)

Es el escarpe que limita con la superficie de cono de deyección. Cabe mencionar que esta geoforma se ha mapeado exclusivamente en el sector de Cumbaratza, por motivos de escala de trabajo, entendiéndose que la geoforma llamada "Superficie de cono de deyección", descrita en el apartado anterior, abarca la superficie y el abrupto de estos abanicos aluviales.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), un desnivel relativo comprendido entre 50 y 100 metros, vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) y formas de vertiente rectilíneas. Este abrupto se emplaza en el contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* y su litología es concordante con la que presenta la superficie de cono de deyección con la que limita (limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables).

3.5.1.10. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Esta geoforma se encuentra en la margen derecha del río Jamboé, en los sectores: Romerillos Alto, La Pituca y Jamboé Alto. Y se emplazan en el contexto morfológico *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.*

También se emplaza en *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* en la margen izquierda del río Zamora, en la Quinta La Libertad, cerca al sitio La Saquea.

Estas superficies de cono de deyección, presentan disecciones de hasta 15 metros de profundidad. La forma de los valles es en V, con vertientes rectilíneas o raramente mixtas, de pendientes suaves (de 5 a 12%) o medias (de 12 a 25%) y cimas planas. La composición de estos depósitos presenta, al igual que los conos sin disección, presenta limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables.

3.5.1.11. Abrupto de cono de deyección disectado (Cd4)

Esta vertiente limita con la superficie de cono de deyección disectado ubicado en el sector La Pituca, en la margen derecha del río Jamboé. Conserva la litología de dicha superficie y se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos de 15 a 25 metros, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con forma rectilínea. Se emplaza en el contexto morfológico *Cordillera del Cóndor.*

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma se encuentra mayoritariamente en la zona septentrional del cantón, en los sitios: Cordillera Sharac, Filo de los Altos, Cordillera el Corazón, Filo el Queque, entre otros. Se encuentra también en la zona oriental, en los sectores: Cordillera Cutuntza, Cordillera de Nanguipa, Cordillera de Tzunantza, entre los principales.

Se sitúa en cinco contextos morfológicos, pero más del 58% del total se emplaza en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y se conforman geológicamente de rocas metamórficas (filitas, cuarcitas, esquistos y gneises) de la Serie Zamora y otras rocas metamórficas indiferenciadas. Estas rocas atribuidas al Granito Tres Lagunas según CODIGEM-BGS (1994). En el resto de contextos morfológicos en los que se presenta esta geoforma las formaciones geológicas que aparecen son: Batolito de Zamora (granitoides) y Formación Tarqui (tobas y aglomerados caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Estas laderas de perfil rectilíneo tienen longitudes desde moderadamente largas hasta muy largas (mayores a 50 metros), desniveles relativos importantes que superan los 100 metros y pendientes medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%).



Foto 8. Vertiente rectilínea. Sector cerro Los Picachos. 07/12/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se sitúa en cuatro zonas del cantón: en el noroeste (donde se encuentra la mayoría) en las cordilleras El Consuelo, Los Guabos, Sharac y El Corazón; en el noreste, puntualmente en el Filo de Miraflores; en el centro, en la Cordillera Tres Torres; y en el sureste en la margen izquierda del río Jamboé a la altura de Romerillos Alto, en la quebrada El Paylón a la altura de Romerillos Bajo y en la Cordillera de Tzunantza. Se emplaza en cuatro contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) y iv) Cordillera del Cóndor.*

Estas laderas, de perfil longitudinal marcadamente rectilíneo, presentan una intensa disección, conservando una pendiente de cierta uniformidad a lo largo de las mismas. Aparecen con pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos mayores a 50 metros y longitud moderadamente larga a muy larga (mayor a 50 m).

Más del 90% del total de la geoforma se enmarca en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, donde se han desarrollado en rocas metamórficas de la Serie Zamora y otras rocas metamórficas indiferenciadas, que según CODIGEM-BGS (1994), se atribuyen al Granito Tres Lagunas datado del Triásico Superior, cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas. El restante se compone de materiales graníticos del Batolito de Zamora y rocas volcánicas de la Formación Tarqui.

En el sector Imbana, el afloramiento descrito permite ver esquisto grafitoso y cuarcitas, con grado de meteorización y fracturación bajo. Presentan puntualmente vetas de cuarzo del orden centimétrico. Se asigna, según CODIGEM-BGS (1944) al Granito Tres Lagunas del Triásico Superior.



Fotos 9 y 10. Vertiente rectilínea con fuerte disección. Vista general y detalle del macizo rocoso, esquisto del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Imbana, Cordillera Los Guabos. 07/12/2014.

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Son laderas predominantemente rectilíneas, con presencia de una o más zonas de ruptura de pendiente, en las que se crean escalones por un brusco incremento de la pendiente general de la ladera. El motivo principal de estos incrementos de inclinación suele estar ligado a la aparición de litologías más resistentes a la erosión dentro de la misma formación geológica. Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%), desniveles relativos superiores a 100 metros y longitudes de vertientes largas a muy larga (más de 250 m).

Esta geoforma se localiza en tres zonas del cantón: al noroeste, en Siete Potreros, Cordillera Sharac y los cerros Ingahera y Paramales; al noreste en San Antonio del Vergel en la margen derecha del río Yacuambi; y finalmente en la zona central del cantón, en Los Balcones y en las cordilleras El Consuelo y Tres Torres.

Se emplaza en tres contextos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y iii) *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las formaciones geológicas sobre las que se desarrollan son: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Formación Tarqui. La Serie Zamora y Rocas metamórficas se atribuyen al Granito Tres Lagunas, de edad Triásica, que comprende principalmente granito gnésico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994). De este se describe un afloramiento en campo, donde afloraron cuarcitas con grado medio de fracturación y con varias familias de diaclasas.



Fotos 11 y 12. Vertiente rectilínea con abruptos. Vista general y detalle del macizo rocoso, cuarcita del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Los Balcones. 06/12/2014.

3.5.2.4. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra distribuida ampliamente en la zona oriental del cantón y puntualmente en los siguientes sectores de la zona occidental: Cristal, Contra Marcha, San Juan del Oro, Los Balcones, Cordillera El Consuelo. Se sitúa en cinco contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iv) Cordillera del Cóndor y v) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Estas laderas presentan pendientes generalmente superiores al 70%. Por lo general, son vertientes muy largas (más de 500 m) con formas rectilíneas u ocasionalmente cóncavas, de desniveles relativos mayores a 200 metros.

Geológicamente se desarrollan en las siguientes formaciones: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Unidad Misahuallí. La Serie Zamora y Rocas metamórficas son atribuidas al Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) cuya composición comprende principalmente granito gnésico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994).

En el afloramiento descrito en campo, se observa pizarra con tamaño de grano de muy fino a medio. Estas pizarras son de grado medio de metamorfismo y los planos de foliación no se muestran muy claros. Se asigna al Granito Tres Lagunas, en base a la información secundaria CODIGEM-BGS (1944).



Fotos 13 y 14. Vertiente abrupta. Vista general y detalle del macizo rocoso, pizarra del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Los Balcones. 06/12/2014.

3.5.2.5. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Esta geoforma se encuentra en cuatro zonas del cantón: en el noroccidente en la Cordillera Sharac, Filo de los Altos, Filo de Los Tibios, Cordillera El Consuelo, Filo del Queque; en el noreste en la Cordillera de Chicaña; en el centro en El Líbano; y en el sureste en la Cordillera de Tzunantza.

Se emplaza en tres contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) y iii) Cordillera del Cóndor.*

Geológicamente, se desarrolla en: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Unidad Misahuallí. La Serie Zamora y Rocas metamórficas son atribuidas al Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994). En el afloramiento descrito en campo se presenta esquistos micáceos con microplegamiento.

Por lo general, estas laderas presentan pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 al 150%), longitudes de vertiente largas a muy largas (mayores a 250 m) con formas de vertiente rectilíneas, cóncavas o mixtas y desniveles relativos importantes, mayores a 100 metros.

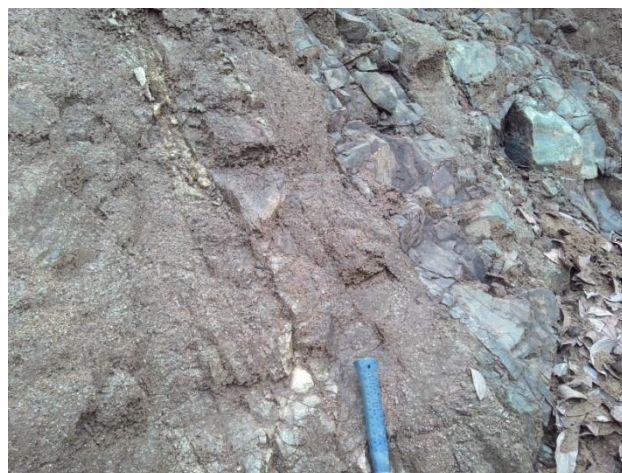


Fotos 15 y 16. Vertiente abrupta con fuerte disección. Vista general y detalle del macizo rocoso, esquistos micáceos del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Porvenir, Filo de Los Altos. 07/12/2014.

3.5.2.6. Vertiente heterogénea (Lh1)

Esta geoforma se distribuye ampliamente por el cantón, haciendo énfasis en la zona oriental. Se emplaza en seis de los siete contextos morfológicos presentes en el cantón, exceptuando únicamente el *Medio aluvial amazónico*. De igual manera, se desarrolla en todas las formaciones geológicas que afloran el cantón Zamora. Cabe recalcar que más del 60% de estas vertientes se conforman de los granitoides del Batolito de Zamora. En campo se describe un afloramiento de granodiorita arenizada y diques basálticos subverticales intruyendo al Batolito.

Son laderas de perfil mixto o irregular y longitudes predominantes mayores a 250 metros, desniveles relativos mayores a 200 metros y en conjunto, presentan pendientes mayoritarias fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).



Fotos 17 y 18. Vertiente heterogénea. Vista general y detalle del macizo rocoso, granodiorita del Batolito de Zamora. Sector La Quebrada. 22/01/2015.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Al igual que la geoforma anterior, esta se distribuye principalmente en la zona oriental del cantón y exceptúa totalmente el suroeste. Se emplaza en cuatro contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Cordillera del Cóndor; y iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Se caracteriza por presentar pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desniveles relativos predominantemente mayores a 300 metros y vertientes muy largas (más de 500 m) con formas mixtas o irregulares.

Las formaciones geológicas sobre las que se han desarrollado estas vertientes son: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Unidad Misahuallí. La Serie Zamora y Rocas metamórficas son atribuidas al Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) que comprende principalmente granito gnésico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994). En el afloramiento descrito en campo se ve gneis y esquistos micáceos

con un grado bajo de fracturación. En los esquistos se puede distinguir óxidos de manganeso.



Fotos 19 y 20. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Vista general y detalle del macizo rocoso, gneis del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Tres Cruces. 07/12/2014.

3.5.2.8. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra en la zona septentrional del cantón, mayoritariamente en el noroeste, ocupando partes medias y bajas de laderas. Se sitúa en cinco contextos morfológicos, pero casi el 70% del total se emplaza en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las morfologías típicas de estas geoformas responden a perfiles de ladera cóncavo-convexo o rectilíneo-convexo (formas de vertiente mixtas) o su vez irregulares, pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%), con desniveles muy variables, de 15 a 200 metros y longitudes que superan los 50 metros.

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

3.5.2.9. Coluvión antiguo (Col2)

A diferencia de la geoforma anterior, estos depósitos presentan desarrollo de vegetación pionera y disecciones en la superficie. Se caracterizan por pendientes suaves a fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos muy variables desde 25 a más de 300 metros, vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas predominantemente mixtas e irregulares.

Esta geoforma se encuentra distribuida por todo el cantón, pero domina fuertemente la zona oriental. Se ubica en cinco de los siete contextos morfológicos presentes en el cantón, exceptuando *Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica y Medio aluvial amazónico*.

Puntualmente, en la ficha descrita en campo, el depósito presenta un 10% de bloque redondeado, 5% de bloque angular, 40% de arena, 25% de arcilla y 20% limo.



Fotos 21 y 22. Coluvión antiguo. Vista general y detalle del depósito superficial, bloques heterométricos de composición polimíctica en un matriz areno-arcillosa de color crema. Sector Romerillos Alto. 08/02/2015.

3.5.2.10. Macrocoluvión (Col3)

Genéticamente y morfológicamente se trata de un coluvión, solo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha.

Estos depósitos se han cartografiado en dos zonas puntuales dentro del cantón: en la zona central, desde la ciudad de Zamora hasta la parroquia Tzunantza, este ocupa aproximadamente 161 ha, se emplaza en el contexto morfológico *Cordillera del Cóndor* y se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), vertientes muy largas (más de 500 m) con formas mixtas y desniveles relativos de entre 50 y 100 metros. El segundo depósito identificado se encuentra al noreste, en el sector El Chamico, con 152 ha, enmarcado en el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, presenta pendientes suaves (de 5 a 12%), vertientes muy largas (más de 500 m) con formas convexas y desniveles relativos de entre 100 y 200 metros.

Estos depósitos de ladera presentan en su composición bloques y cantos de granitoides del Batolito de Zamora.

3.5.2.11. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias. En este cantón, se ha identificado un único depósito de deslizamiento situado al noroeste del cantón, cerca al sector Cristal. Está compuesto por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las rocas metamórficas antecesoras.

Se enmarca en el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, con una extensión de 10 hectáreas y se caracteriza por pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), desniveles relativos de entre 100 y 200 metros, forma de vertiente mixta y longitudes de vertiente de entre 250 y 500 metros, esto en relación a su magnitud.

3.5.3. Volcánico

3.5.3.1. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Esta geoforma se encuentra en el extremo noroccidental del cantón, entre las cordilleras Tambo Blanco y La Paz. Se emplaza en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Estos relieves se han desarrollado en los materiales volcánicos de la Formación Tarqui: tobas y aglomerados (conformados por líticos dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava. Presentan características como: cimas redondeadas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas convexas y desniveles relativos característicos comprendidos entre 5 y 15 metros. En conjunto, esta geoforma presenta pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.3.2. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Al igual que la anterior, esta geoforma se encuentra en el extremo noroccidental del cantón, dentro de la Cordillera de Tambo Blanco, en el cerro Ingahera. El contexto morfológico y la litología son idénticos a los de la geoforma anterior (Rv7).

Estos relieves se caracterizan por su desnivel relativo comprendido entre 15 y 25 metros. Presentan cimas redondeadas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas irregulares y en conjunto, pendientes medias (de 12 a 25%).

3.5.3.3. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se encuentra, por un lado en el oeste, compartida con el cantón Loja, con el que Zamora limita por el occidente; y por otro, en el suroriente del cantón en los sectores: Piuntza, Guaguayme Bajo y La Saquea. Se sitúa en tres contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, *ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *iii) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

El desnivel relativo en el que se enmarca esta geoforma está comprendido entre 25 a 100 metros. Presentan cimas redondeadas o agudas, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 m) con formas irregulares u ocasionalmente rectilíneas y en conjunto pendientes medias (de 12 a 25%) o fuertes (de 40 a 70%).

Geológicamente se encuentra asociada a los materiales volcánicos de la Unidad Misahuallí y de la Formación Tarqui.



Foto 23. Relieve volcánico colinado medio. Sector Piuntza. 20/01/2015.

3.5.3.4. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

De ubicación geográfica muy similar a la anterior geoforma, esta se puede encontrar en el noroccidente entre las cordilleras Tambo Blanco y La Paz; y en el sureste, en los sectores: Piuntza y Cordillera de Chicaña. Tanto en contexto morfológico como en litología, no presenta diferencia alguna con la geoforma antes descrita (Rv9).

Estos relieves presentan cimas agudas, vertientes modernamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas o bien irregulares y desniveles relativos comprendidos entre 100 y 200 metros. La pendiente general de esta geoforma es fuerte a muy fuertes (de 40 a 100%).

3.5.3.5. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv11)

Al igual que las geoformas anteriores (Rv9 y Rv10), esta se puede encontrar en los mismos sitios geográficos, emplazadas en los mismos contextos y desarrolladas sobre los mismos materiales volcánicos.

El desnivel relativo en estos relieves está comprendido entre 200 y 300 metros. Presentan cimas redondeadas o agudas, vertientes largas a muy largas (de más de 250 m) con formas irregulares, mixtas o rectilíneas y pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).

3.5.3.6. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Estos relieves que sobrepasan los 300 metros de altitud, tienen cimas agudas y muy rara vez redondeadas, vertientes largas a muy largas (mayores a 250 m) con formas irregulares y pendientes fuertes (de 40 a 70%). No presentan distinción alguna en ubicación geográfica, contexto morfológico y litología con las geoformas descritas anteriormente (Rv9, Rv10 y Rv11).

3.5.4. Tectónico-erosivo

3.5.4.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se encuentra en gran medida en la zona oriental del cantón y adicionalmente en el noroccidente, en una proporción menor. Se sitúa en cinco contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), iii) Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica, iv) Cordillera del Cóndor y v) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Se caracterizan por cimas agudas o redondeadas, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 m) con formas rectilíneas, convexas, mixtas o irregulares y desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros. Las pendientes generales van de medias hasta fuertes (de 12 a 70%). Geológicamente están asociados a rocas graníticas, rocas metamórficas y granitoides del Batolito de Zamora.



Foto 24. Relieve colinado medio. Sector Timbara. 20/01/2015.

3.5.4.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Muy similar a la geoforma anterior en ubicación geográfica y en contextos morfológicos, con la única distinción de que estos relieves se asocian al contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y no a *Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica.*

Estos relieves se han desarrollado sobre la Serie Zamora, Rocas metamórficas y el Batolito de Zamora. La Serie Zamora y Rocas metamórficas son asignadas al Granito Tres Lagunas de edad Triásica, cuya litología comprende principalmente granito gnésico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994). Se caracterizan por cimas agudas o redondeadas, vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares y desniveles relativos de entre 100 y 200 metros. La pendiente que presenta es fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%).



Foto 25. Relieve colinado alto. Sector Nambija Bajo. 23/01/2015.

3.5.4.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Al igual que los relieves descritos anteriormente (Rt4 y Rt5) estos se dispersan por la zona oriental y en menor medida en el noroccidente del cantón. En cuanto a contextos morfológicos, se emplaza en los mismo que el Relieve colinado medio (Rt4).

Estos relieves se caracterizan por el desnivel relativo de entre 200 y 300 metros, presentan cimas agudas o redondeadas, vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares y pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%).

Geológicamente, estos relieves se han desarrollado en: rocas graníticas, Serie Zamora, Rocas metamórficas y el Batolito de Zamora. Las rocas graníticas son atribuidas al complejo intrusivo San Lucas (Paleoceno) y la Serie Zamora y Rocas metamórficas se corresponden con el Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) en base a CODIGEM-BGS, 1994.

El Jamboé Alto se describe un afloramiento de granito del Batolito de Zamora. Este afloramiento presenta grado medio de meteorización y fracturación.



Fotos 26 y 27. Relieve colinado muy alto. Vista general y detalle del macizo rocoso, granito del Batolito de Zamora. Sector Jamboé Alto. 22/01/2015.

3.5.4.4. Relieve montañoso (Rt7)

Estos relieves presentan una distribución más espaciada en el cantón sin embargo al igual que los relieves colinados anteriores su mayor presencia se da en la zona oriental. Se emplazan en cuatro contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real), iii) Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas y iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Los relieves montañosos se conforman de materiales de la Serie Zamora, de Rocas metamórficas o bien de las granodioritas del Batolito de Zamora. La Serie Zamora y Rocas metamórficas indiferenciadas son asignadas al Granito Tres Lagunas cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1944). En campo se describe el afloramiento de esquistos micáceos con un grado medio de meteorización donde ya no se puede distinguir claramente la esquistosidad.

Se caracterizan por el desnivel relativo que supera los 300 metros y presentan cimas agudas o redondeadas, vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas rectilíneas, mixtas o irregulares y pendientes desde fuertes a escarpadas (de 70 a 150%).



Fotos 28 y 29. Relieve montañoso. Vista general y detalle del macizo rocoso, esquistos del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector Soñaderos. 22/01/2015.

3.5.5. Poligénicas

3.5.5.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa en mayor proporción en el noroccidente del cantón y en el sureste, puntualmente en San Antonio de Vergel. Se emplaza en los contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas, ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) y iii) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

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

Sus características son: pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%) y formas de valle en V o planas.

3.5.5.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

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

Esta geoforma se sitúa predominantemente en la zona montañosa oriental del cantón y se emplaza en cinco contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Cordillera del Cóndor; iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales; y v) Medio aluvial amazónico.*

Se componen por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques, procedentes tanto de las laderas como de la dinámica fluvial. Presentan pendientes suaves hasta fuertes (de 5 a 70%) y formas de valle planas o en V.



Foto 30. Coluvio-aluvial antiguo. Sector La Pituca, quebrada La Pituca. 22/01/2015.

3.5.5.3. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra dispersa en tres zonas: en el noroccidente en los alrededores de la Cordillera de La Paz, Cordillera Sharac y Siete Potreros; en el noreste cerca a la Cordillera El Corazón y en El Carmelo; y finalmente, en el sur en Sacansa.

Se sitúa en tres contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real) y iii) Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas.* En *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se desarrolla sobre los materiales volcánicos de la Formación Tarqui; en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se forma sobre rocas metamórficas o a su vez sobre los volcánicos de la Unidad Misahuallí; y en *Cordillera del Cóndor* se conforma de las granodioritas del Batolito de Zamora. Las rocas metamórficas indiferenciadas se atribuyen al Granito Tres Lagunas cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994).

Se caracteriza por pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), vertientes moderadamente largas a muy largas (más de 50 m) con formas rectilíneas y desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros.

3.5.5.4. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica se presenta distribuida por la zona occidental, oriental y céntrica del cantón. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimeras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes.

Se identifican en cuatro contextos morfológicos: *i) Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas; ii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); y iv) Cordillera del Cóndor.*

Geológicamente se desarrollan sobre las formaciones: Serie Zamora, Rocas metamórficas, Batolito de Zamora y Formación Tarqui. La Serie Zamora y Rocas metamórficas se corresponden con el Granito Tres Lagunas cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994). El afloramiento en campo presenta filitas con grado bajo de meteorización y fracturación.



Fotos 31 y 32. Interfluvio de cimas redondeadas. Vista general y detalle del macizo rocoso, filita del Granito Tres Lagunas (CODIGEM-BGS, 1994). Sector loma Los Balcones. 06/12/2014.

3.5.5.5. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma aparece con mayor profusión que la anterior, dispersa por el cantón exceptuando únicamente la zona suroeste. Se sitúa en cuatro contextos morfológicos: *i) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real); iii) Cordillera del Cóndor; y iv) Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

Geológicamente se han desarrollado sobre rocas metamórficas, granitoides del Batolito de Zamora o bien sobre volcánicos de la Unidad Misahuallí. Las rocas metamórficas indiferenciadas corresponden al Granito Tres Lagunas de edad Triásica, que presenta principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1994).

3.5.5.6. Macizo rocoso (Sdv1)

Estos macizos rocosos metamórficos, se sitúan puntualmente en la Cordillera Sharac al noroeste del cantón. Se enmarcan en dos contextos morfológicos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas y Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real).*

Se caracterizan por cimas agudas, vertientes largas a muy largas (más de 250 m) con formas mixtas, desniveles relativos predominantes mayores a 300 metros y pendientes fuertes (de 40 a 70%).

En base a la información secundaria utilizada, se asigna las rocas metamórficas al Granito Tres Lagunas cuya litología comprende principalmente granito gnéisico y migmatitas (CODIGEM-BGS, 1944).



Foto 33. Macizo rocoso. Sector Cordillera Sharac. 07/12/2014.

3.5.6. Otras génesis

3.5.6.1. Superficie intervenida (O5)

Se trata de áreas mineras metálicas ubicadas al oriente del cantón, en la Cordillera de Nanguipa, puntualmente en los sectores Nambija y Campanillas. Se emplazan en el contexto morfológico *Cordillera del Cóndor*.



Foto 34. Superficie intervenida. Sector Nambija. 23/01/2015.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Zamora tiene 1.901 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.484 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Podocarpus). Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una porción de región Amazonía, del orden del 36% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 900 metros hasta un máximo de 3.200 metros.

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

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta una extensión en el territorio estudiado, de 24 km², ocupando el extremo noroccidental del área de estudio dentro del cantón. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, un solo contexto morfológico, denominado *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Dicho contexto morfológico se representa por diferentes tipos de relieves desarrollados exclusivamente sobre los volcánicos de la Formación Tarqui. Estos relieves van desde muy bajos (5-15 m) hasta montañosos (más de 300 m). Otras geoformas identificadas son diferentes tipos vertientes (rectilíneas, abruptas, heterogéneas) con y sin disección separadas por interfluvios de cimas redondeadas. Estas últimas conjuntamente con coluvio-aluviales, macizos rocosos y superficies inclinadas conforman el grupo genético poligénicas. En cuanto a geoformas fluviales, se han identificado explícitamente geoformas de incisión: barrancos. Su superficie difícilmente alcanza 1 km²; al igual que los relieves colinados altos, dentro del grupo tectónico-erosivo.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa el dominio fisiográfico más extenso dentro de la zona estudiada del cantón, con aproximadamente 921 km² equivalente a 62,1% del total. Este dominio fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter lineal. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos contextos morfológicos.

El contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* ocupa aproximadamente 352 km². El sustrato rocoso que describe este contexto morfológico está dado por los granitoides del Batolito de Zamora. Las geoformas más abundantes son las relacionadas con modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes heterogéneas y rectilíneas. Así mismo, relieves colinados de génesis tectónico-erosivo. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos, valles en V y conos de deyección. Y finalmente diferentes geoformas poligénicas: coluvio-aluviales antiguos, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas.

El contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, sin cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se extiende por 569 km². El sustrato metamórfico en este contexto comprende filitas, cuarcitas, esquistos y gneis. Las geoformas mayoritarias, dentro de este contexto, al igual que en el anterior, son los diferentes tipos de laderas con y sin disección y los depósitos coluviales asociados a éstas. Las geoformas de incisión fluvial alcanzan mayor proporción: barrancos, valles en V, gargantas y encañonamientos. El grupo genético tectónico-erosivo comprende relieves colinados desde medios hasta montañosos. Las geoformas poligénicas son coluvio-aluviales recientes y antiguos, interfluvios de cimas redondeadas y estrechas, macizos rocosos y superficies inclinadas.

- 3. Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Este dominio no supera los 7 km², siendo el que menor representación tiene dentro del cantón. Presenta un solo contexto morfológico asociado, denominado *Macizos internos de la Sierra Sur sobre granitos y granodioritas, sin cobertura piroclástica*.

Las geoformas identificadas dentro de este contexto morfológico son: relieve colinado medio, relieve colinado muy alto, vertiente heterogénea y barrancos. Todas desarrolladas sobre rocas intrusivas: granito, granodiorita, tonalita, diorita.

- 4. Zona Subandina.** Es el dominio fisiográfico representativo de la región Amazonía, en el cantón Zamora. Se extiende por aproximadamente 496 km². Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, condicionados por el levantamiento Napo. En el cantón, este dominio incluye dos contextos morfológicos.

El contexto morfológico *Cordillera del Cóndor: relieves accidentados principalmente sobre granitos y modelado estructural sobre areniscas. Sin cobertura de cenizas volcánicas* llega a ocupar aproximadamente 379 km² del territorio estudiado. El modelado más característico es el de laderas, con diferentes tipos de vertientes (rectilíneas, abruptas, heterogéneas) y depósitos coluviales asociados. Los relieves colinados medios, altos, muy altos y montañosos, pertenecientes al modelado tectónico-erosivo y tienen una considerable representación en el conjunto de este contexto morfológico. El grupo genético fluvial está, sobre todo, representado por barrancos y valles en V, además de conos de deyección con y sin disección. Las formas poligénicas (coluvio-aluvial antiguo, interfluvios de cimas redondeadas y estrechas y superficies inclinadas), al igual que las de otras génesis (superficie intervenida), aparecen en muy escasa extensión.

El contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*, está representado por los estrechos valles del sur. Este contexto ocupa una superficie aproximada de 117 km². Las geoformas más abundantes son las del grupo laderas y tectónico-erosivo con relieves colinados desde medio hasta montañoso. Incluye relieves volcánicos desarrollados exclusivamente sobre la Unidad Misahuallí, geoformas de

modelado fluvial (barrancos y conos de deyección) y poligénicas (coluvio-aluviales antiguos y recientes e interfluvios de cimas estrechas).

5. **Medio aluvial amazónico.** Ocupa cerca de un 36% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada del río Zamora y sus principales afluentes: Bombuscaro, Jamboé, Nambija y Yacuambi. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geoformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas). Asimismo geoformas de incisión fluvial como barrancos y valles en V. Complementariamente, se integran en este contexto geoformas poligénicas (coluvio-aluviales antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

La variedad paisajística que se puede observar en Zamora es resultado del alto tectonismo que ha sufrido la zona. Esto ha permitido el levantamiento de la Cordillera del Cóndor y la intrusión del Batolito de Zamora. La variedad paisajística, se refleja también, en los dominios fisiográficos que conforman el cantón, partiendo desde las Cimas frías a alturas de 3.200 msnm, para seguir con las Vertientes externas de la Cordillera Real y las Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas que enlazan estas partes altas de la Sierra Sur con la Zona Subandina en la Amazonía del sur del Ecuador, a alturas de no más de 900 msnm. El cambio de región, se ve altamente marcado en la vegetación, pasando del páramo de la Sierra a la espesa vegetación en la Amazonía. El modelado resultante de esta transición paisajística incluye mayoritariamente relieves montañosos y submontañosos de vertientes heterogéneas y cimas estrechas.

El sustrato geológico del cantón está representado mayoritariamente por granodioritas hornbléndicas del Batolito de Zamora (Jurásico) y rocas metamórficas, principalmente migmatíticas, del Granito Tres Lagunas (Triásico Superior) (CODIGEM-BGS, 1944). Este sustrato es la base sobre la que aparecen la mayoría de colinados, los cuales se presentan con grado medio-alto de disección, relacionado directamente a la meteorización de los materiales, principalmente a la arenización de la granodiorita. Esto se relaciona también con el coluviamiento que se general al pie de los relieves y rellena los estrechos valles típicos del sur.

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.

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

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

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

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

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

5.2. 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.

CODIGEM (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica), 1996. Hoja Geológica: Zamora (Hoja 77), esc. 1:100.000. *CODIGEM*. Quito.

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

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Gonzanamá (Hoja 57), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.


DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Loja (Hoja 56), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Paquisha (Hoja 76), 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
 Guardar

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

CGg-NVI_F2-63-0460	CGg-NVII_B2-63-0457	CGg-ÑVII_A1-55-0912
CGg-NVI_F2-63-0461	CGg-NVII_B2-63-0458	CGg-ÑVII_A1-55-0915
CGg-NVI_F2-63-0462	CGg-NVII_B2-63-0459	CGg-ÑVII_A1-55-0919
CGg-NVI_F2-63-0464	CGg-ÑVI_E1-53-0893	CGg-ÑVII_A1-55-0926
CGg-NVI_F2-63-0465	CGg-ÑVI_E3-55-0755	CGg-ÑVII_A1-55-0936
CGg-NVI_F2-63-0466	CGg-ÑVI_E3-55-0758	CGg-ÑVII_A1-55-0940
CGg-NVI_F2-63-0467	CGg-ÑVI_E3-55-0763	CGg-ÑVII_A1-55-0947
CGg-NVI_F2-63-0468	CGg-ÑVI_E3-55-0767	CGg-ÑVII_A1-55-0949
CGg-NVI_F2-63-0469	CGg-ÑVI_E3-55-0768	CGg-ÑVII_A1-55-0954
CGg-NVI_F2-63-0470	CGg-ÑVI_E3-55-0772	CGg-ÑVII_A1-55-0958
CGg-NVI_F2-63-0471	CGg-ÑVI_E3-55-0775	CGg-ÑVII_A1-55-0967
CGg-NVI_F2-63-0473	CGg-ÑVI_E3-55-0783	CGg-ÑVII_A1-55-0968
CGg-NVI_F2-63-0474	CGg-ÑVI_E3-55-0824	CGg-ÑVII_A1-55-1010
CGg-NVI_F2-63-0475	CGg-ÑVI_E3-55-0838	CGg-ÑVII_A1-55-1022
CGg-NVI_F2-63-0476	CGg-ÑVI_E3-55-0840	CGg-ÑVII_A1-55-1033
CGg-NVI_F2-63-0477	CGg-ÑVI_E3-55-0851	CGg-ÑVII_A1-55-1051
CGg-NVI_F2-63-0478	CGg-ÑVI_E3-55-0852	CGg-ÑVII_A1-55-1052
CGg-NVI_F2-63-0479	CGg-ÑVI_E3-55-0853	CGg-ÑVII_A1-55-1093
CGg-NVI_F2-63-0491	CGg-ÑVI_E3-55-0854	CGg-ÑVII_A1-55-1099
CGg-NVI_F4-63-0435	CGg-ÑVI_E3-55-0966	CGg-ÑVII_A1-55-1100
CGg-NVI_F4-63-0438	CGg-ÑVI_E3-55-0975	CGg-ÑVII_A1-55-1103
CGg-NVI_F4-63-0439	CGg-ÑVI_E3-55-0986	CGg-ÑVII_A1-55-1104
CGg-NVI_F4-63-0440	CGg-ÑVI_E3-55-0994	CGg-ÑVII_A3-52-0984
CGg-NVI_F4-63-0442	CGg-ÑVI_E3-55-0995	CGg-ÑVII_A3-52-0985
CGg-NVI_F4-63-0443	CGg-ÑVI_E3-55-1056	CGg-ÑVII_A3-52-0986
CGg-NVI_F4-63-0444	CGg-ÑVI_E3-55-1065	CGg-ÑVII_A3-52-0987
CGg-NVI_F4-63-0445	CGg-ÑVI_E3-55-1089	CGg-ÑVII_A3-52-0990
CGg-NVI_F4-63-0447	CGg-ÑVII_A1-55-0795	CGg-ÑVII_A3-52-0991
CGg-NVI_F4-63-0448	CGg-ÑVII_A1-55-0796	CGg-ÑVII_A3-52-0992
CGg-NVI_F4-63-0449	CGg-ÑVII_A1-55-0798	CGg-ÑVII_A3-52-0993
CGg-NVI_F4-63-0451	CGg-ÑVII_A1-55-0799	CGg-ÑVII_A3-52-0994
CGg-NVI_F4-63-0485	CGg-ÑVII_A1-55-0801	CGg-ÑVII_A3-52-0995
CGg-NVI_F4-63-0486	CGg-ÑVII_A1-55-0802	CGg-ÑVII_A3-52-0996
CGg-NVI_F4-63-0487	CGg-ÑVII_A1-55-0803	CGg-ÑVII_A3-52-0997
CGg-NVI_F4-63-0488	CGg-ÑVII_A1-55-0804	CGg-ÑVII_A3-52-0998
CGg-NVI_F4-63-0489	CGg-ÑVII_A1-55-0807	CGg-ÑVII_A3-52-0999
CGg-NVII_B2-63-0452	CGg-ÑVII_A1-55-0821	CGg-ÑVII_A3-52-1000
CGg-NVII_B2-63-0453	CGg-ÑVII_A1-55-0906	
CGg-NVII_B2-63-0454	CGg-ÑVII_A1-55-0911	

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.

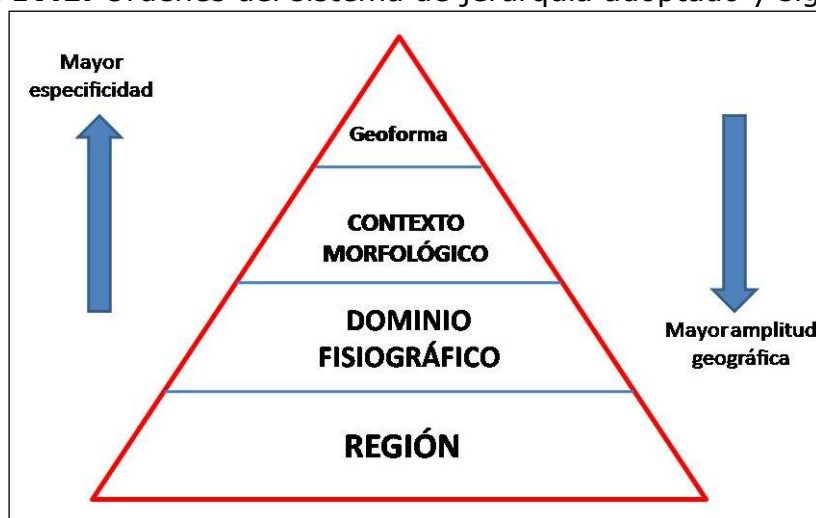
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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-periglaciar) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 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.