

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN SANTIAGO DE PÍLLARO

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

AGOSTO, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

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

3.3.1. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	21
3.3.2. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	22
3.3.3. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.....	22
3.3.4. Medio aluvial de Sierra	23
3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	24
3.5. Descripción de geoformas	30
3.5.1. Fluvial	30
3.5.1.1. Terraza baja y cauce actual (sobrexcaución de cauce en llanura de inundación) (F2)	30
3.5.1.2. Valle indiferenciado (F3).....	31
3.5.1.3. Barranco (E2)	31
3.5.1.4. Encañonamiento (E4).....	31
3.5.1.5. Terraza media (Tm)	32
3.5.1.6. Terraza alta (Ta)	33
3.5.1.7. Terraza colgada (Tc)	33
3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv).....	34
3.5.1.9. Terrazas indiferenciadas (Ti)	34
3.5.1.10. Superficie de cono de deyección (Cd1)	35
3.5.1.11. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	35
3.5.1.12. Testigo de cono de deyección (CdT)	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 abrupta (La1)	38
3.5.2.4. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	38
3.5.2.5. Vertiente heterogénea (Lh1)	38
3.5.2.6. Escarpe de deslizamiento (Lh6).....	39
3.5.2.7. Coluvión reciente (Col1)	39
3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2).....	39
3.5.2.9. Macrocoluvión (Col3).....	40
3.5.2.10. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	40
3.5.2.11. Cono de derrubios (Ld3)	41
3.5.2.12. Talud de derrubios (Ld4).....	42
3.5.2.13. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4).....	42
3.5.3. Glaciar y periglacial	42
3.5.3.1. Morrena de fondo (Gd1)	42
3.5.3.2. Morrena lateral (Gd2).....	42
3.5.3.3. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)	43

3.5.3.4. Hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario (Gp2).....	43
3.5.4. Volcánico.....	43
3.5.4.1. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7).....	43
3.5.4.2. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8).....	44
3.5.4.3. Relieve volcánico colinado medio (Rv9).....	44
3.5.4.4. Relieve volcánico colinado alto (Rv10).....	45
3.5.4.5. Superficie volcánica ondulada (RvSo).....	45
3.5.5. Estructural.....	46
3.5.5.1. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua (Ev3).....	46
3.5.6. Poligénicas.....	46
3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	46
3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2).....	46
3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2).....	47
3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3).....	48
3.5.6.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4).....	48
3.5.6.6. Superficie inclinada (Si2).....	49
3.5.6.7. Superficie inclinada disectada (Si3).....	49
3.5.6.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4).....	50
3.5.6.9. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1).....	50
3.5.6.10. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2).....	50
3.5.6.11. Afloramientos rocosos (Sdv3).....	51
3.5.7. Otras Génesis.....	51
3.5.7.1. Superficie de relleno (O1).....	51
3.5.7.2. Superficie intervenida (O5).....	51
IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES	52
V. BIBLIOGRAFÍA	55
5.1. Referencias generales	55
5.2. Bibliografía citada	56

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 Santiago de Píllaro	16
Cuadro 3.1. Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago de Píllaro	19
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Santiago de Píllaro	21
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	24
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	27

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

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Terraza baja y cauce actual del río Cutuchi, a la altura de la Laguna de Yambo. Vistas general y detalle de los materiales del depósito aluvial. Sector Tigualó Grande	30
Foto 3. Barranco sobre rocas de la Formación Latacunga. Sector La Unión	31
Fotos 4 y 5. Encañonamiento sobre el río Cutuchi. Vista panorámica y detalle del macizo rocoso (Formación Latacunga). Sector Chivo Loma	32
Foto 6. Terraza media del río Yanayacu. Sector Loma La Huasi.....	33
Foto 7. Terraza colgada sobre el cauce del río Pocahuaycu. Sector Loma Chuzalongu	34
Fotos 8 y 9. Cono de deyección disectado y detalle del depósito superficial. Sector Loma Rumi Ucu	35
Foto 10. Vertiente rectilínea sobre material de la Formación Latacunga. Sector Loma Yana Urcu	37
Fotos 11 y 12. Vertiente abrupta sobre Formación Latacunga. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Baquerizo Moreno	38
Fotos 13 y 14. Macrocoluvión. Vista panorámica (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Loma Shuglla Yura	40
Foto 15. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Loma Chitahuasi	41
Foto 16. Hondonadas pantanosas de origen glacial-periglacial. Sector quebrada Buey Potrero.....	43
Foto 17. Relieve volcánico colinado medio, sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Sector quebrada Buey Potrero.....	44
Foto 18. Relieve volcánico colinado alto, sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Sector Loma de Aro	45
Fotos 19 y 20. Coluvio-aluvial antiguo y detalle del depósito superficial. Sector Píllaro	47
Fotos 21 y 22. Superficie horizontal y detalle del macizo rocoso (Formación Cangahua). Sector quebrada Santo Domingo	48
Fotos 23 y 24. Abrupto de superficie horizontal y detalle del macizo rocoso (Formación Cangahua). Sector La Unión	49
Fotos 25 y 26. Superficie inclinada disectada (izquierda), sobre la Formación Pisayambo (derecha). Sector San Emilio.....	50

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

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

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

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

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

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



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

El Levantamiento de Cartografía Temática a Escala 1:25.000 de Ecuador (LCT) pretende generar, en un área de trabajo de 122.095 km², cartografía digital y bases de datos territoriales sobre: Geomorfología, Suelos y su Capacidad de uso, Dificultad de Labranza, Cobertura y uso de la tierra, Zonas homogéneas de cultivo y Sistemas Productivos. Para todo el territorio nacional se ha realizado la actualización de la cartografía existente de Peligros Volcánicos y se han elaborado cartografías de Accesibilidad a la Red Vial, a Infraestructuras de Acopio y Facilidades Agrícolas, a Centros Económicos Importantes y Zonas Homogéneas de Accesibilidad.

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

- i. LOTE 1, que ocupa una superficie de 70.645 km²; y,
- ii. LOTE 2, que ocupa una superficie de 51.450 km² y en ambos se incluyen las temáticas a nivel de territorio nacional.

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

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

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

En el área restante, se genera el MDT de dos formas: a) en zonas de cierta amplitud y continuidad (que, en total, representan unos 10.300 km²), se utilizan los fotogramas de los vuelos 1:60.000 del IGM y se procede a su aerotriangulación con el apoyo de la cartografía 1:50.000, finalizando mediante un proceso de correlación hasta obtener el MDT; b) en pequeñas zonas y pasillos sin MDT ni ortofotos (que suponen alrededor de 480 km²), se genera el MDT utilizando la información de las curvas de nivel de la cartografía 1:50.000 y otros MDT disponibles, de tal forma que queden en continuidad con el resto del territorio colindante.

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

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

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

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

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

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

En el esquema geológico del *layout* los polígonos menores a 70 ha aparecen con el color correspondiente a su edad geológica pero no se etiquetan ni se muestran en la leyenda de formaciones.

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

En la leyenda del mapa aparecen las distintas geoformas identificadas en el territorio que representa el mapa, ordenadas según génesis (grupos y, en su caso, subgrupos). A todas las geoformas se les asigna una clave identificativa única (de entre 2 y 4 caracteres), colores que ayuden a identificarlas en relación al grupo o subgrupo genético en el que se encuadran y, en el caso de geoformas que llevan depósitos superficiales asociados, una trama.

En el Anexo III se presenta un glosario de todas las geoformas contempladas en el proyecto.

El número de grupos genéticos considerados en el área de estudio del proyecto suponen un total de trece. Algunos de ellos presentan, además, subdivisiones que aglutinan geoformas con rasgos morfológicos similares o que obedecen a procesos formadores muy análogos. Los grupos y subgrupos considerados se presentan en el Cuadro 2.1. Las principales características de estos trece grupos genéticos se recogen en el Anexo IV (Atributos de las geoformas).

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas.

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
FLUVIAL	Valles fluviales y formas relacionadas con predominio de sedimentación	Valle fluvial, llanura de inundación	F1
	Encajamientos e incisiones fluviales	Barranco	E2
	Canales fluviales	Cauces y meandros ocasionalmente funcionales	C2
	Terrazas	Terraza media	Tm
	Conos de esparcimiento	Superficie de cono de esparcimiento disectado	Co2
	Conos de deyección	Superficie de cono de deyección disectado	Cd3
	Otras formas	<i>Badlands</i>	Fb1
FLUVIO-LACUSTRE	En valles-terrazas	Áreas endorreicas en llanuras aluviales y terrazas	Fl1
	En otros ambientes	Depresión lagunar	Fo1
LADERAS	Laderas rectilíneas	Vertiente rectilínea con salientes rocosos	Lr3
	Laderas abruptas	Vertiente abrupta con fuerte disección	La2
	Laderas heterogéneas y otras morfologías	Vertiente heterogénea con fuerte disección	Lh4
	Depósitos de ladera	Coluvión antiguo	Col2
	Piedemonte	Glacis de esparcimiento	Pd1
GLACIAR Y PERIGLACIAR	Formas glaciares	Circo glaciar	Gf1
	Depósitos glaciares	Morrena de fondo	Gd1
	Periglaciar	Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar	Gp3

Cuadro 2.1. Grupos genéticos y subgrupos en que se encuadran las geoformas (continuación).

GRUPO GENÉTICO (tipo general de modelado)	SUBGRUPO	EJEMPLOS DE GEOFORMAS	CLAVE
VOLCÁNICO	Antiguos edificios	Pitones o agujas volcánicas	Va2
	Conos inactivos	Cono sin actividad volcánica actual e intenso retoque glaciar	Vci1
	Conos activos	Cono muy bien conservado con actividad volcánica actual y sin retoque glaciar	Vca3
	Formas asociadas a conos	Rampas de piedemonte de cono volcánico	Vc8
	Domos	Domo volcánico	Dom
	Relieves diversos	Relieve volcánico colinado alto	Rv10
MARINO	Depósitos actuales	Playa marina	Mac1
KÁRSTICO	-	Dolina, campo de dolinas	Kt6
METEORIZACIÓN	-	Colinas en media naranja	Met1
EÓLICO	-	Campo de dunas	Eod2
ESTRUCTURAL	Capas horizontales	Superficie de mesa o meseta	Eh1
	Capas inclinadas	Frente de cuesta	Ei3
	Capas subverticales	Barra o cresta estructural	Esv
	Capas plegadas	Superficies y planos estructurales originados en capas plegadas	Epl
	Superficies residuales	Restos de superficie estructural	Esr
	En materiales volcánicos	Niveles estructurales sobre lavas endurecidas	Ev1
TECTÓNICO-EROSIVO	-	Relieve colinado medio	Rt4
POLIGÉNICAS	Coluvio aluvial	Coluvio-aluvial reciente	Coa1
	Superficies de erosión y planicies intermontanas	Planicie intermontana	SP3
	Superficies horizontales	Superficie horizontal disectada	Sh3
	Superficies inclinadas	Abrupto de superficie inclinada	Si4
	Altas superficies	Superficie alta disectada	Sa2
	Relieves residuales	Cerro testigo	Rr4
	Aristas, divisorias e interfluvios	Interfluvio de cimas redondeadas	Ar1
Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1	
OTRAS	-	Superficie intervenida	O5

Fuente: CTN

2.2.5.2. Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes

En estos tres esquemas, a escala 1:250.000, se recoge información complementaria al mapa principal. Dicha información cartográfica se elabora, para su adecuada lectura y representación, mediante un proceso de generalización cartográfica.

El esquema de *Relieve y Paisaje* presenta los Contextos Morfológicos identificados en el área del mapa. En el Anexo IV (Atributos de las geoformas, epígrafe 1) se explica el sistema de jerarquía de relieve adoptado, en el que los Contextos Morfológicos representan uno de los niveles u órdenes contemplados, así como la relación de todos ellos y su inclusión en los diferentes Dominios Fisiográficos y Regiones.

En el *Esquema Geológico* aparecen las distintas formaciones geológicas del mapa, con la asignación de un símbolo que las identifica, coloreadas según edades. Los símbolos empleados para cada una de las formaciones geológicas o depósitos superficiales no tienen carácter oficial, aunque para ello se ha tenido en cuenta la simbología utilizada en publicaciones de amplio reconocimiento y uso: hojas geológicas 1:100.000 y 1:250.000 publicadas por el INIGEMM u organismos predecesores y Léxico estratigráfico del Ecuador (Bristow y Hoffstetter, 1977). Especialmente para depósitos superficiales y otros grupos litológicos que no tienen reconocimiento de formación, así como para ciertas formaciones geológicas, se ha acordado la adopción de códigos propios, siguiendo criterios análogos a los utilizados en dichos trabajos de referencia. Por otro lado cabe aclarar que las edades han sido asignadas conforme lo determina la cartografía 1:100.000 y por ende los cuerpos intrusivos posteriormente datados por la CODIGEM-BGS (a diferentes escalas y años de edición), constan sin edad en el esquema geológico.

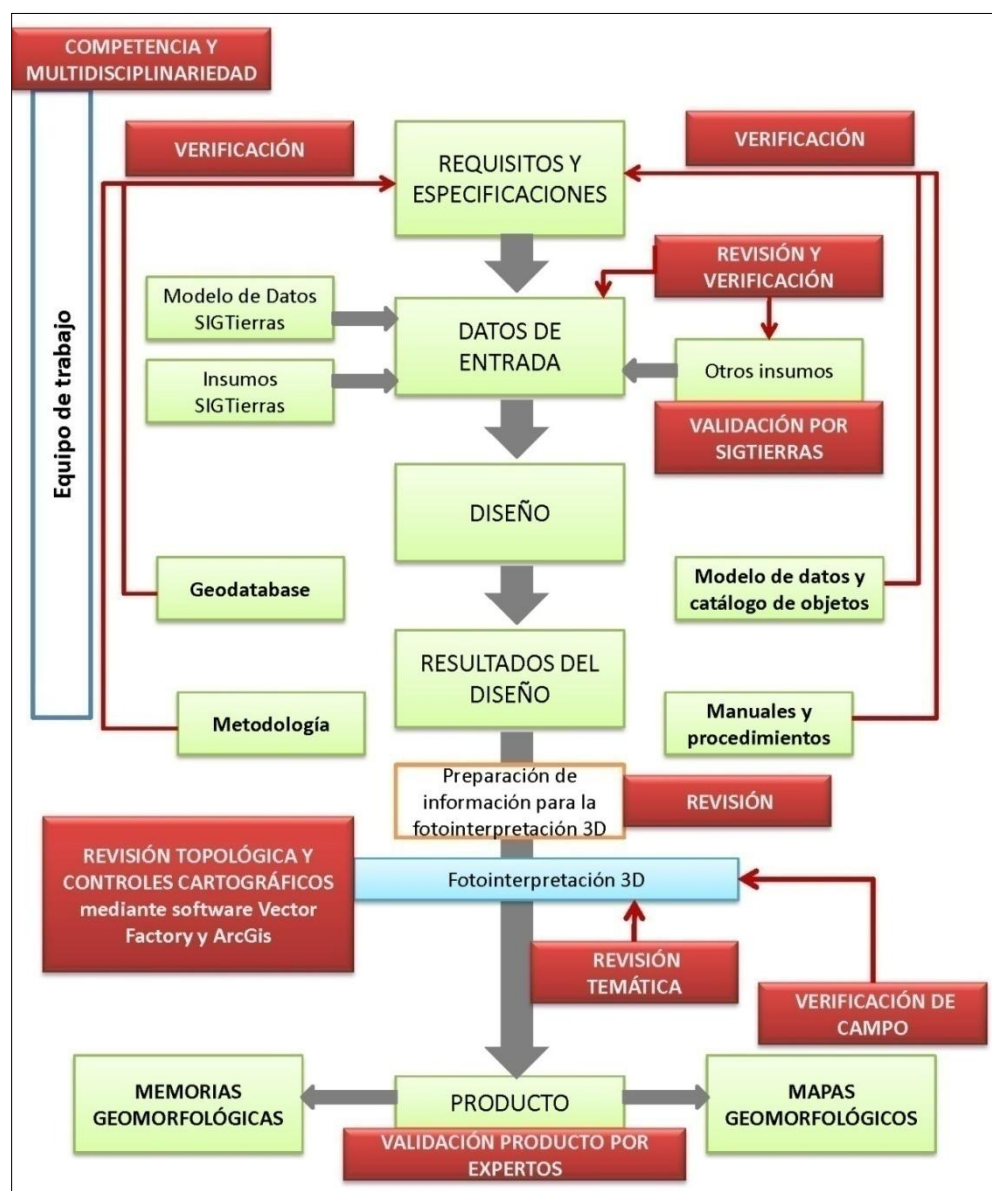
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

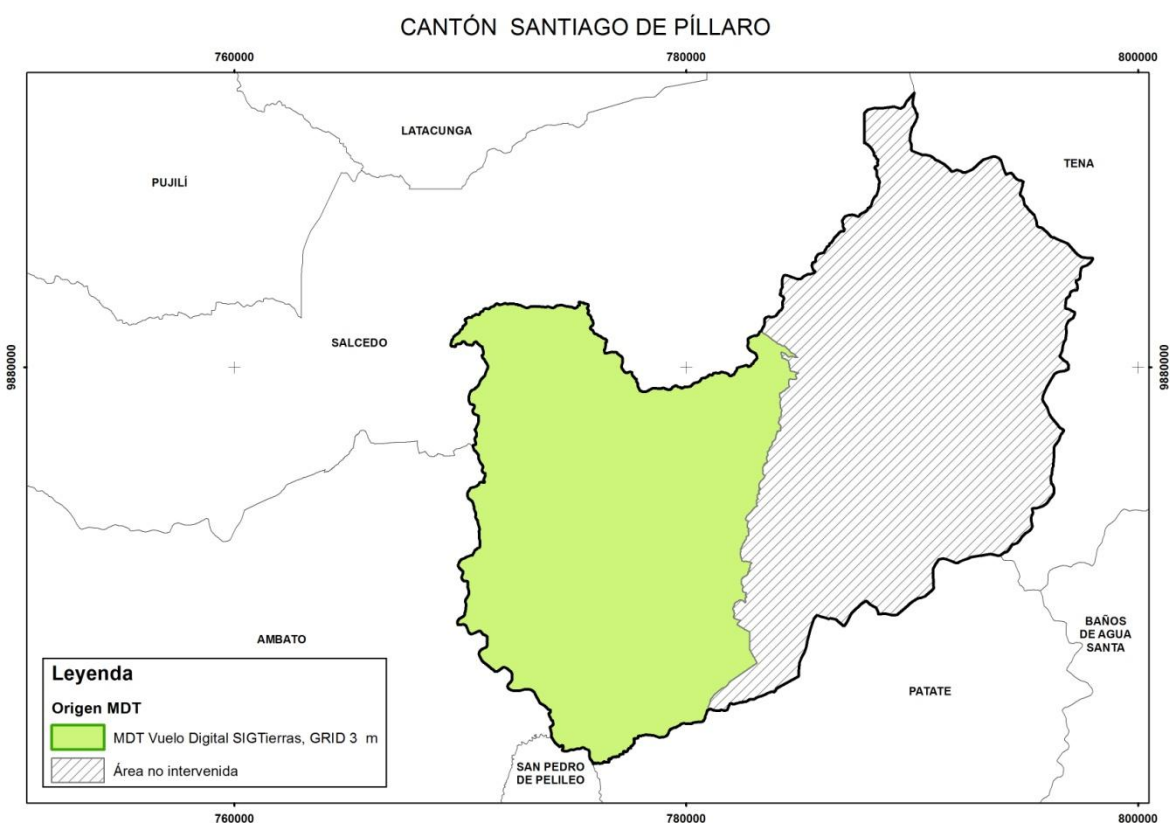
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



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), 1978. Hoja Geológica: Ambato (Hoja 68), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: S. J. De Poaló (Hoja 87), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 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 Santiago de Píllaro.

Código	Cartas Topográficas
ÑIII_F3	Laguna de Antejos
ÑIV_A2	Salcedo
ÑIV_B1	San José de Poaló
ÑIV_A4	Ambato
ÑIV_B3	Sucre

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

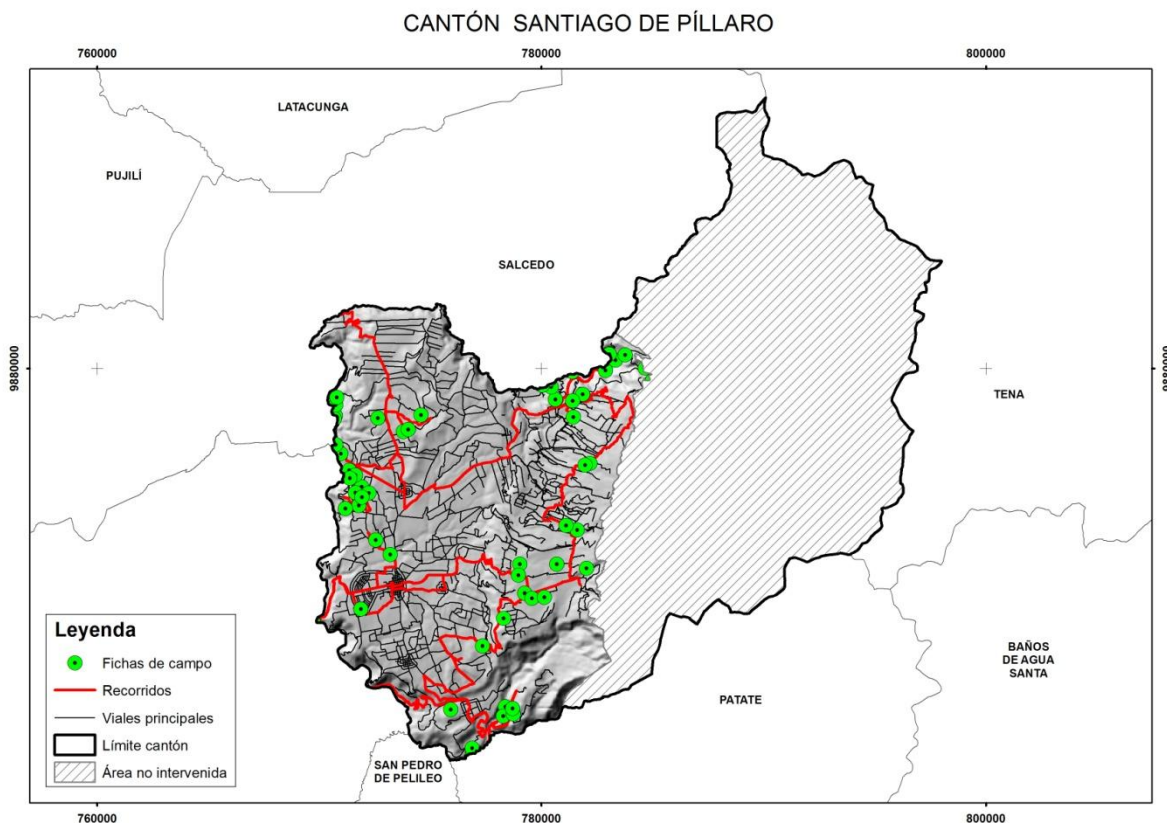
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Santiago de Píllaro se realizó entre los días 5 y 6 de junio de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 51 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 Santiago de Píllaro.



Fuente: CTN

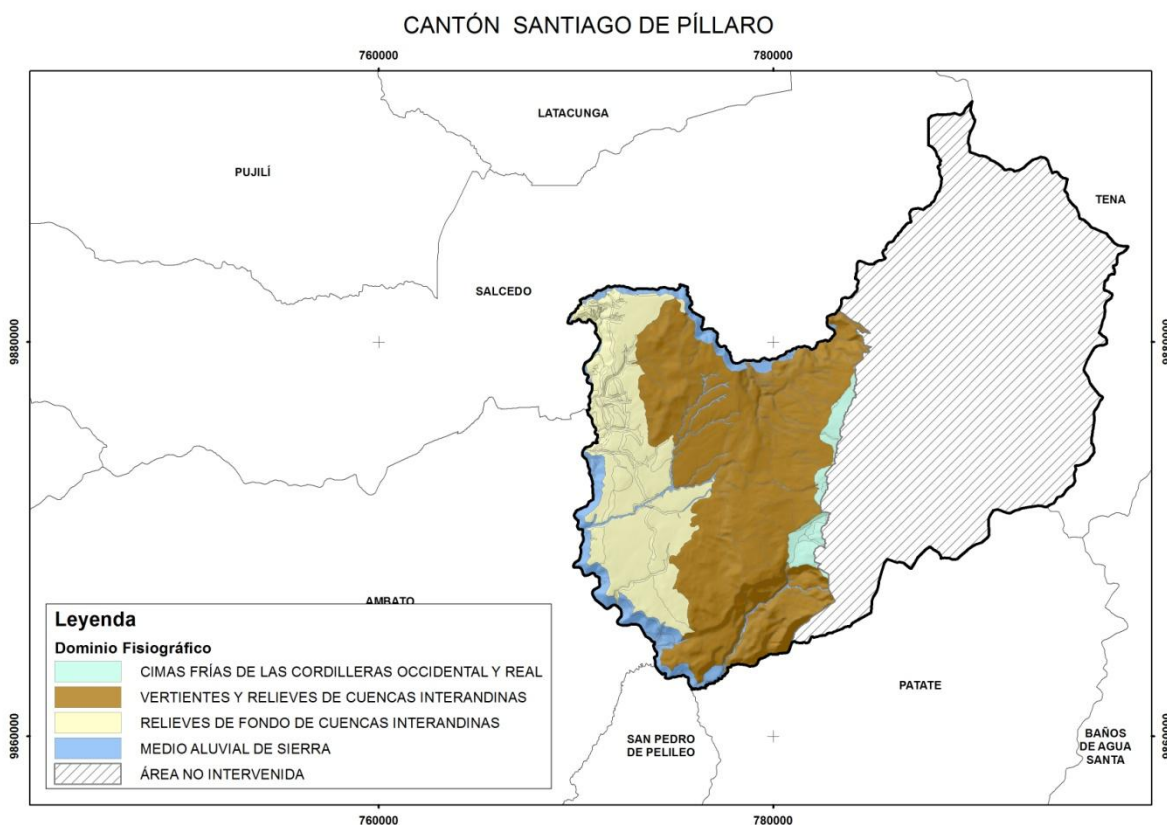
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Santiago de Píllaro tiene 444 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 221 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Llanganates) 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 enteramente, dentro de la cual se diferencian cuatro dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago de Píllaro.



Fuente: CTN

Cuadro 3.1. Región y dominios fisiográficos presentes en el cantón Santiago de Píllaro.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRAFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	13 km ²	5,8%
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	130 km ²	59%
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	58 km ²	26,2%
	Medio aluvial de Sierra	20 km ²	9%

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

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

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

El cantón Santiago de Píllaro se sitúa aproximadamente en el sector central de la Cordillera Real. En este punto, las Cimas Frías tienen su mayor representación en las cotas altas del Parque Nacional Llanganates, donde existen extensos páramos por encima de los 3.400 msnm. En el área de trabajo incluida dentro del cantón, dicho dominio ocupa menos del 6% de la superficie total de estudio. Se ubica concretamente en las zonas altas del sector oriental del mismo, en la frontera con el Parque Nacional Llanganates, y se manifiesta por paisajes de páramo con modelado periglacial.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas

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

Mientras que en las zonas más altas el dominio presenta, por lo general, pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores suelen aparecer con pendientes globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan.

El dominio fisiográfico Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas es el más importante del cantón, con unos 130 km². Ocupa más de la mitad de la superficie del área de estudio, y forma relieves de pendientes moderadas con cierto grado de disección, orientadas hacia el oeste.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de Cuencas Interandinas

Este dominio se opone muy claramente al otro -Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas- con el que conforma el conjunto del corredor interandino. Los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se muestran esencialmente como zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado. El origen de este dominio, netamente estructural, condiciona que la altitud a la que se sitúan dependa tanto de la amplitud del hundimiento tectónico como del espesor del posterior relleno de depósitos (lacustres, fluviales y volcánicos, principalmente).

Este dominio abarca unos 58 km² del área de estudio. Ocupa los relieves inferiores del cantón, y se caracteriza por paisajes de pendiente suave o media, con altitudes en torno a unos 2.800 msnm aproximadamente.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

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

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

En el cantón Santiago de Píllaro este dominio está representado principalmente por los sistemas fluviales del río Cutuchi, que recorre el cantón de norte a sur por su límite occidental, y del río Yanayacu, que discurre por el límite norte.

3.3. Contextos Morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas	Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)
	Relieves de fondo de Cuencas Interandinas	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos
	Medio aluvial de Sierra	Medio aluvial de Sierra

Fuente: CTN

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

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

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

En el cantón, este contexto abarca algo menos del 6% de la superficie total del mismo, ubicándose mayoritariamente en el extremo oriental del área de estudio, con alturas que en general superan los 3.500 msnm. Se pueden encontrar algunas geoformas características de este tipo de contextos, como hondonadas pantanosas de origen glaciario-periglaciario, depósito glaciario modelado por acción fluvial y morrenas. La principal litología aflorante en este contexto son las rocas volcánicas de la Formación Pisayambo.

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

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de, especialmente, la Sierra Central. Las máximas altitudes del contexto alcanzan los 3.200-3.300 msnm, con límites inferiores muy variables según las diferentes zonas. En su parte superior contacta directamente con las cimas frías, con formas suavemente onduladas y paisajes de páramo, por lo que con frecuencia supone una ruptura de pendiente con éstas.

Los modelados dominantes originan vertientes bien disectadas, de gran desnivel y pendientes fuertes. Sin embargo, en la región del borde oriental de la Cuenca de Ambato, se llegan a apreciar niveles y rellanos ligeramente inclinados hacia el corredor interandino, suavemente ondulados y con una disección no muy acentuada, cuya cota inferior se sitúa entre 2.800 y 3.100 msnm. Estas superficies se elevan progresivamente hacia el este hasta alcanzar, en algunos puntos, los 3.300-3.400 msnm. Su origen es estructural y se desarrollan sobre los materiales del propio relleno volcánico-sedimentario de la cuenca (Formación Latacunga, principalmente). Bajo estas superficies se adivina un abrupto de unos 250 metros, que podría corresponder a una grada tectónica o quizá a un pliegue monoclinial. A una altitud mayor, sobre los 3.200 msnm, se detecta un nuevo abrupto, más pequeño, posiblemente una réplica del anterior. En ese sentido, se observa como los materiales de relleno de la cuenca, esencialmente horizontales, adoptan cerca del abrupto principal un buzamiento mayor, lo cual es sinónimo de actividad tectónica reciente.

Dentro del cantón Santiago de Píllaro, este contexto morfológico ocupa toda la zona central y oriental, con un total de 130 km² aproximadamente. En esta zona se observan amplias extensiones cubiertas por depósitos coluviales, así como numerosas formas poligénicas. Las litologías rocosas más importantes corresponden a la Formación Pisayambo (secuencia de lavas andesíticas y basálticas con piroclastos) y la Formación Latacunga (secuencia volcánico-sedimentaria compuesta por tobas y arenas).

3.3.3. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos

Los fondos de cuencas interandinas del norte de la Sierra, a los que se refiere este contexto, constituyen los niveles más bajos del ámbito interandino, sólo disectados por las actuales incisiones fluviales. Son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial notablemente monótono. En

ellos se superponen las superficies típicas de relleno con los glaciares provenientes de algunos volcanes (partes distales de las "rampas de piedemonte de conos volcánicos"), los cuales están incluidos en el Sistema volcánico.

Los fondos de las cuencas que van desde Ibarra, al norte, hasta Riobamba, al sur (cuencas de Ibarra, Tumbaco-Guayllabamba, Latacunga, la propia cuenca de Riobamba) presentan zonas con superficies suavemente inclinadas, que constituyen las partes terminales de las rampas de piedemonte de los volcanes próximos, tal como también ocurre al pie de otros volcanes (Cuicocha, Quilotoa). Otros fondos de cuenca, en que predominan las zonas netamente llanas y sólo disectadas por algunas incisiones fluviales, se corresponden con episodios terminales de rellenos lacustres.

En las inmediaciones del río Cutuchi, entre Salcedo y Ambato, el modelado consta de ondulaciones bastante pronunciadas, con incisiones de varias decenas de metros. Concretamente, el río Cutuchi muestra un encajamiento superior a 250 metros. Se han observado también basculamientos en los rellenos fluvio-lacustres recientes, indicios de una reactivación tectónica que podría explicar el fuerte encajamiento de la red fluvial sobre el fondo de la cuenca.

En el cantón, este contexto ocupa una superficie de 58 km², principalmente hacia el borde occidental. En él aflora ampliamente material volcánico-sedimentario de la Formación Latacunga. Sobre esta formación se depositaron, en el Cuaternario, importantes espesores de cenizas y material piroclástico de la Formación Cangahua, que actualmente ocupa una gran extensión dentro de este contexto morfológico.

3.3.4. Medio aluvial de Sierra

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

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	FLUVIAL	Barranco	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	10
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	1
		Coluvión antiguo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Morrena de fondo	<1
		Morrena lateral	<1
		Depósito glacial modelado por acción fluvial	<1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)	FLUVIAL	Barranco	3
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	17
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	18
		Vertiente abrupta	5
		Vertiente abrupta con fuerte disección	1
		Vertiente heterogénea	4
		Escarpe de deslizamiento	<1
		Coluvión antiguo	6
		Macrocoluvión	21
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado muy bajo	<1
		Relieve volcánico colinado bajo	<1
		Relieve volcánico colinado medio	7
		Relieve volcánico colinado alto	4
		Superficie volcánica ondulada	16
	ESTRUCTURAL	Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua	1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
		Superficie horizontal	2
		Superficie horizontal disectada	3
		Abrupto de superficie horizontal	<1
Superficie inclinada		3	
Superficie inclinada disectada		10	
Abrupto de superficie inclinada		3	
Interfluvio de cimas redondeadas		1	
Interfluvio de cimas estrechas	<1		

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	km ² (aprox.)
Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos	FLUVIAL	Valle indiferenciado	<1
		Barranco	1
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
		Testigo de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	<1
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	<1
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1
		Cono de derrubios	<1
		Talud de derrubios	3
		Testigo de glacis de esparcimiento	<1
	VOLCÁNICO	Relieve volcánico colinado medio	2
		Superficie volcánica ondulada	22
		Coluvio-aluvial antiguo	1
		Superficie horizontal	18
		Abrupto de superficie horizontal	<1
Superficie inclinada		2	
Interfluvio de cimas estrechas		<1	
Afloramientos rocosos	<1		
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1	
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Terraza baja y cauce actual (sobreeexcavación de cauce en llanura de inundación)	2
		Barranco	<1
		Encañonamiento	8
		Terraza media	<1
		Terraza alta	<1
		Terraza colgada	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	1
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	1
		Vertiente abrupta	2
		Coluvión reciente	<1
		Coluvión antiguo	<1
	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente	<1
		Coluvio-aluvial antiguo	2
		Afloramientos rocosos	<1
OTRAS GÉNESIS	Superficie intervenida	<1	

Fuente: CTN

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

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

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos de ladera	Q _{dl}	Cuaternario	Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas)	<1
Depósitos de ladera (derrubios antiguos)	Q _{dl2}	Cuaternario	Fragmentos rocosos de subangulares a angulares, con escasa matriz de finos	1
Depósitos de ladera (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	2
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	30
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	6
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	2
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	<1
Depósitos aluviales (terrazas de composición laharítica)	Q _{da7}	Cuaternario	Arenas, cantos y bloques de origen laharítico	1
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	1

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Depósitos glaciares	Q _{dg}	Cuaternario	Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino	<1
Depósitos fluvio glaciares	Q _{dfg}	Cuaternario	Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas	<1
Depósitos fluvio lacustres (depósitos lagunares)	Q _{df1}	Cuaternario	Depósitos detríticos (lutitas y limos predominantes)	<1
Depósitos superficiales	Q _{dsi}	Cuaternario	Depósitos superficiales indiferenciados	<1
Depósitos superficiales indiferenciados (escombros antiguos)	Q _{dsi1}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales de origen antrópico	<1
Formación Cangahua	Q _c	Cuaternario	Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos	34
Formación Latacunga	P _{La}	Pleistoceno	Aglomerado tobáceo, con pumita, material piroclástico diverso y arena	68
Formación Pisayambo	Pl _{Py}	Plioceno	Secuencia de lavas andesíticas basálticas y piroclastos (aglomerados con bloques de andesitas basálticas)	61
Formación Cuyuja-Grupo Llanganates	J _{Cy}	Jurásico	Esquistos predominantes, con filitas, pizarras y cuarcitas	<1

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, J=Jurásico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (C=Cangahua, La=Latacunga, Py=Pisayambo, Cy=Cuyuja, etc.).

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

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

Las franjas que rodean e incluyen al canal o canales fluviales, a menudo separados por islas pedregosas y que constituyen los lechos móviles de los ríos, cuando son mapeables se identifican mediante esta geoforma. Son parte de la propia llanura de inundación y están formadas por los acarrees de mayor grosor del río, con numerosos cantos y bloques de considerable tamaño y una baja proporción de elementos texturales más finos (arenas y limos, especialmente). Durante la fase de campo se pudo constatar que, en la composición del sedimento, normalmente suele predominar la fracción de arena-limo, en torno a la mitad del total, con una proporción variable de gravas y bloques. Esta geoforma presenta 2 km² de extensión y se ubica en las zonas periféricas del cantón, asociada a los lechos de los principales ríos de la zona (ríos Cutuchi, Yanayacu y Pocahuaycu). Se encuentra dentro de contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

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



Fotos 1 y 2. Terraza baja y cauce actual del río Cutuchi, a la altura de la Laguna de Yambo. Vistas general y detalle de los materiales del depósito aluvial. Sector Tigualo Grande. 05/06/2014.

3.5.1.2. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma es escasa, pues sólo se ha identificado asociada a un par de cauces (46 ha de superficie total) en torno a Loma El Gritón, unos 5 km al norte de la localidad de Píllaro. Se trata de pequeños valles de fondo plano, con ausencia de dinámica fluvial permanente.

Presentan pendientes muy suaves (de 2 a 5%) y forma de valle plana, recorrido por una red de drenaje de carácter subdendrítico. Esta geoforma aparece en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

3.5.1.3. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra repartida por todo el cantón, principalmente en las zonas con mayores pendientes, al este. Son formas de incisión fluvial, con pendientes transversales fuertes en general (de 40 a 70%), formas de valle en V y ausencia generalizada de suelos. La superficie conjunta de estas unidades suma unos 6 km², repartidos por todos los contextos morfológicos del cantón.

Más de la mitad de los barrancos identificados en el área de estudio se desarrollan sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Ello es debido a que esta formación está compuesta materiales de cierta resistencia a la erosión, lo que da lugar a relieves de pendientes más elevadas en general y permite que se forme un mayor número de barrancos que en otros sectores.



Foto 3. Barranco sobre rocas de la Formación Latacunga. Sector La Unión. 05/06/2014.

3.5.1.4. Encañonamiento (E4)

Aparecen importantes encañonamientos asociados a los cauces de los ríos más relevantes del cantón: Cutuchi, Yanayacu y Pocahuaycu. Tienen una extensión en conjunto de 8 km² en total, y se ha incluido dentro del *Medio aluvial de Sierra* por motivos de continuidad de este contexto morfológico aguas arriba.

Se trata de otra geoforma de incisión fluvial, con fuertes pendientes transversales y gran profundidad de encajamiento. En este caso, los desniveles de sus vertientes están comprendidos entre 200 y más de 300 metros, con pendientes muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%). Sus vertientes, de perfil rectilíneo, presentan longitudes que oscilan entre 250 y más de 500 metros. Estos valles muestran, además, perfiles tanto en V como de fondo plano.

El encañonamiento del río Cutuchi se desarrolla sobre material de las formaciones Pisayambo y Latacunga principalmente, mientras que el río Yanayacu, al norte, excava rocas de la Formación Latacunga únicamente. En el río Pocahuayacu, al sur, se observa otro encañonamiento, aunque de pequeñas proporciones y desarrollado sobre unas terrazas de composición laharítica.



Fotos 4 y 5. Encañonamiento sobre el río Cutuchi. Vista panorámica y detalle del macizo rocoso (Formación Latacunga). Sector Chivo Loma. 05/06/2014.

3.5.1.5. Terraza media (Tm)

Son superficies subhorizontales, aunque su pendiente se puede acentuar ligeramente por la presencia de incisiones que irregularizan el terreno. Se trata del primer nivel de terrazas por encima de los depósitos fluviales actuales y que representan, por tanto, la última llanura de inundación abandonada por la excavación vertical del cauce al que se asocian. En el cantón Santiago de Pillaro, las terrazas medias están poco representadas, con 86 ha de superficie total. Un grupo de éstas se ubica en un punto concreto del tramo sur del río Cutuchi, cerca de la confluencia con el río Pachanlica. Sin embargo, la mayor parte de ellas están localizadas en río Yanayacu, a la altura de Loma La Huasi.

Se asocian al contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra* y litológicamente están constituidas por bloques y gravas, de redondeados a subredondeados, empastados en una matriz areno-limosa. Presentan pendientes de muy suaves a suaves (de 2 a 12%).



Foto 6. Terraza media del río Yanayacu. Sector Loma La Huasi. 06/06/2014.

3.5.1.6. Terraza alta (Ta)

Aparecen por encima del anterior nivel de terrazas, aunque en este caso, tienen una menor representación geográfica que la terraza media (unas 32 ha). Se localizan asociadas al cauce del río Yanayacu, principalmente en la zona de confluencia con el río Cutuchi. Al igual que las terrazas medias, se incluyen dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Sin embargo, su litología difiere sensiblemente, pues las terrazas altas del río Yanayacu están formadas sobre material de composición laharítica, más que aluvial en sentido estricto. Presentan pendientes suaves (de 5 a 12%) en la gran mayoría de su superficie, aunque irregularizada por las incisiones que se han desarrollado sobre ellas.

3.5.1.7. Terraza colgada (Tc)

Se trata de una superficie de pendiente suave (de 5 a 12%), situada en torno a 100 metros sobre el río Pocahuaycu, al sur del área de estudio. Tiene una extensión aproximada de 67 ha, y pertenece en su totalidad al contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Estas terrazas se encuentran por encima de la terraza alta respecto al cauce principal y son, por tanto, anteriores. Constituyen los restos más altos de antiguas superficies de inundación que pueden reconocerse en la zona. Litológicamente están formadas también por conglomerados, limos, arenas y arcillas en diferente proporción, pero en este caso incorporan, además, abundante material volcánico de origen lahórico procedente del volcán Tungurahua, que debió ser depositado durante eventos en los que los lahares de dicho volcán inundaron la antigua llanura aluvial.



Foto 7. Terraza colgada sobre el cauce del río Pocahuaycu. Sector Loma Chuzalongu. 05/06/2014.

3.5.1.8. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma corresponde al escalón que suele limitar las superficies de terrazas, producido por la progresiva erosión del río conforme se va encajando sobre su propio lecho. En el cantón tienen una representación escasa, con una extensión de unas 15 ha. Se ubican principalmente en el extremo noroeste, asociadas un conjunto de terrazas altas descrito con anterioridad, lo que implica que tienen su misma litología, en este caso de composición laharítica. Se localizan, igualmente, en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracterizan por presentar pendientes de media-fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%). Los desniveles relativos oscilan entre 25 y 50 metros y las vertientes poseen longitudes moderadamente largas (de 50 a 250 m), con perfil rectilíneo en su mayoría.

3.5.1.9. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Existen algunas terrazas donde no ha podido diferenciarse su posición relativa respecto al modelo general de terrazas (media, alta, colgada) de un determinado sistema fluvial, quedando muy dudosa su adscripción a alguna de ellas. En estos casos, a estos rellanos de origen fluvial se les ha considerado bajo la denominación de terrazas indiferenciadas. En el cantón Santiago de Píllaro, este tipo de geoforma se ha encontrado únicamente al norte, en el sector de Loma Callehuana, asociada al sistema fluvial del río Yanayacu. Aparece colgada a más de 200 metros respecto al cauce principal.

La superficie total de esta terraza indiferenciada es muy pequeña, unas 11 ha, y se ha incluido dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Su pendiente es media, y está compuesta por material aluvial.

3.5.1.10. Superficie de cono de deyección (Cd1)

La mayor parte de estas geoformas se distribuyen por la margen izquierda del río Cutuchi, en su tramo más septentrional dentro del cantón, aunque también existen algunos conos de deyección aislados, en la región oriental del área de estudio.

Esta geoforma se corresponde con pequeños abanicos aluviales procedentes de los relieves circundantes. En el cantón se observan múltiples unidades de este tipo, aunque muy pequeñas, pues en conjunto suman unas 37 ha. Aparecen en todos los contextos morfológicos del cantón, y están formados por depósitos aluviales de cono de deyección, que constan de limo-arcillas y arenas, así como gravas y bloques en proporciones variables.

Se caracterizan por presentar pendientes desde suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), un desnivel relativo de 15 a 100 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros), de formas mixtas y convexas.

3.5.1.11. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Son un caso concreto de la geoforma anterior, en las cuales se observa una mayor disección sobre la superficie del cuerpo sedimentario. Aparecen en el extremo nororiental del área de estudio, en el sector de Loma Rumi Ucu. Aunque se trata de sólo dos conos de deyección disectados, juntos suman una superficie mayor que toda la unidad anterior (45 ha), pues son cuerpos de mayor tamaño. Aparecen en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presentan pendientes medias, un desnivel relativo de 100 a 200 metros y vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros), de perfil rectilíneo. Litológicamente, están formados por depósitos aluviales de cono de deyección. En esta área se ha podido comprobar *in situ* su composición, formada por gravas y bloques angulosos en una abundante matriz arenoso-limosa.



Fotos 8 y 9. Cono de deyección disectado y detalle del depósito superficial. Sector Loma Rumi Ucu. 05/06/2014

3.5.1.12. Testigo de cono de deyección (CdT)

Estas geoformas corresponden a aquellas partes de un cono de deyección previo que fueron separadas del mismo por procesos erosivos, los cuales destruyeron parcialmente el cuerpo principal, de manera que no es posible reconocer su morfología original. Este tipo de unidad es muy escasa en el cantón Santiago de Pillaro, pues se encuentra en un sólo punto (sector Loma Chitahuasi, límite noroccidental del área de estudio), donde abarca una superficie de sólo 4 ha. Se incluye dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Presenta una pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo de 50 a 100 metros y vertientes largas (de 250 a 500 metros), de forma mixta. Están formados por depósitos aluviales (cono de deyección).

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma aparece en numerosos puntos del área de estudio. Cubre un área total de 30 km², y se puede encontrar en todos los contextos morfológicos existentes en el cantón: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; iii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iv) *Medio aluvial de Sierra*. Es especialmente abundante en el segundo de los contextos citados.

Son laderas de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, con pendientes comprendidas entre el 5% y el 70%. En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* predominan las pendientes medias, mientras que en *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* aumentan ligeramente hasta medias a fuertes (de 25 a 40%). Por otro lado, en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* no hay un rango de pendientes que domine claramente sobre el resto.

Los mayores desniveles relativos se dan en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, donde superan los 300 metros, con vertientes de longitud muy larga. En *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* hay una variedad de desniveles mucho mayor, desde 5 hasta más de 300 metros, con un promedio centrado aproximadamente en el rango de 100 a 200 metros y una longitud de las vertientes muy larga. En *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* esta media disminuye, hasta situarse entre 25 y 50 metros, con vertientes moderadamente largas.

Las formaciones geológicas encontradas en estas geoformas a lo largo de los distintos contextos morfológicos son coherentes con la propia distribución litológica en el cantón. Así, se observa que las vertientes rectilíneas de los *Paisajes de páramo*

con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas se han desarrollado sobre la Formación Pisayambo. En *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, por el contrario, predominan las formaciones de relleno volcano-sedimentario, como Latacunga y Cangahua, mientras que *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* representa un punto intermedio entre los anteriores contextos, con presencia de todas las formaciones mencionadas. En términos absolutos, la unidad más abundante en las vertientes rectilíneas es la Formación Latacunga, seguida de la Formación Pisayambo.



Foto 10. Vertiente rectilínea sobre material de la Formación Latacunga. Sector Loma Yana Urcu. 05/06/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma se deriva de la anterior, con la diferencia de un desarrollo mucho más acentuado de la disección superficial producida por los drenajes. Se presenta fundamentalmente en el sector nororiental del área de estudio, y suma en total unos 21 km². Aunque tiene representación en todos los contextos morfológicos identificados en el cantón, casi el 90% del total de su superficie aparece en *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, debido a su ubicación geográfica.

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 medias (de 12 a 25%) en la mayoría de los casos, aunque en existen algunos casos con pendiente mayor (de 40 a 70%). El desnivel relativo predominante supera los 300 metros y longitud mayoritaria de la vertiente es muy larga (más de 500 m).

La principal litología sobre la que se desarrollan estas geoformas corresponde a la Formación Pisayambo.

3.5.2.3. Vertiente abrupta (La1)

Esta geoforma se encuentra distribuida por el sector meridional del cantón Santiago de Pillaro, con un área total de unos 6 km². Son laderas escasamente disectadas, con pendiente generalmente superior al 70%. La mayor parte de estas unidades aparecen en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presentan importantes desniveles, de 100 a 300 metros, y longitudes de vertiente largas (de 250 a 500 m), con formas rectilíneas.

La litología principal de las vertientes abruptas corresponde a la Formación Pisayambo, seguida de la Formación Latacunga. Existen algunas de estas geoformas en la Formación Cangahua, pero son muy escasas. Si se tiene en cuenta que una vertiente abrupta requiere de una litología mínimamente competente, dicha distribución parece seguir un orden lógico, en función del grado de compactación de las rocas encontradas en estas formaciones.



Fotos 11 y 12. Vertiente abrupta sobre Formación Latacunga. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Baquerizo Moreno. 06/06/2014.

3.5.2.4. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Se encuentra en el sector de la cabecera del río Pocahuaycu, en la zona suroriental del área de estudio del cantón Santiago de Pillaro. Es una geoforma de escasa importancia, pues la superficie ocupada es inferior a 1 km² (87 ha), y se ha identificado exclusivamente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presenta pendientes escarpadas a muy escarpadas (de 100 a 200%), desnivel relativo superior a 300 metros, y vertientes de 250 a 500 metros de longitud, con formas predominantemente rectilíneas. Se disponen sobre los materiales de la Formación Pisayambo.

3.5.2.5. Vertiente heterogénea (Lh1)

Se encuentra en los extremos noroccidental y suroriental del área de estudio, con un área conjunta de casi 4 km². Aparece en el contexto morfológico *Vertientes y relieves*

superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y, en menor proporción, en Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.

Son laderas de perfil irregular, con pendientes comprendidas entre el 40% y el 100%. El desnivel relativo varía entre 50 y más de 300 metros, aunque en la mayoría de los casos se tiende al extremo superior de este intervalo. La longitud de la vertiente se sitúa entre 250 y más de 500 metros.

Se desarrollan sobre dos litologías principalmente, Formación Pisayambo y Formación Latacunga, en proporciones similares. En ambas formaciones existen intercalaciones de materiales de distinta resistencia, los cuales pueden dar lugar a los perfiles irregulares observados en este tipo de geoformas.

3.5.2.6. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Esta geoforma corresponde a la cicatriz que se genera en el terreno cuando se produce un deslizamiento. Es una unidad muy escasa en el área de estudio, ubicada únicamente en un punto de la zona de cabecera del río Pocahuaycu, al sureste. Su extensión es de apenas 13 ha, localizadas dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En dicho punto, la pendiente es muy importante (de 70 a 100%), así como el desnivel relativo, que supera los 300 metros, con una longitud total de la vertiente de 250 a 500 metros. El deslizamiento que dio origen a este escarpe tuvo lugar sobre rocas de la Formación Pisayambo.

3.5.2.7. Coluvión reciente (Col1)

Esta geoforma de ladera, con depósitos superficiales asociados, se encuentra principalmente en las inmediaciones de Loma El Gritón, cerca del límite noroccidental del área de estudio. Aparece ocupando partes medias y bajas de laderas, con una superficie total de 42 ha. Forma parte del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

La pendiente es media a fuerte (de 25 a 40%), con desnivel relativo promedio de 50 a 100 metros y una longitud de la vertiente de 50 a 250 metros. Su perfil es mayoritariamente irregular.

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.

3.5.2.8. Coluvión antiguo (Col2)

En esencia, esta unidad es igual a la anterior, si bien se la considera antigua por presentar una mayor disección, así como una cobertera vegetal más desarrollada. Estas características son indicativas de una mayor antigüedad relativa. Se encuentra

repartida por todo del cantón -excepto en el cuadrante suroccidental- con una superficie de 7 km² aproximadamente, formando numerosos cuerpos de pequeña extensión. Tiene representación en todos los contextos morfológicos del cantón, aunque su mayor presencia se da en *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presentan un amplio abanico de pendientes, desde el 5% hasta el 70%, aunque predominan las medias. Los desniveles son, igualmente, muy variables (desde 5 a más 300 metros) con longitudes que van desde 50 metros hasta más de 500 metros. Los coluviones muestran también perfiles variados (convexo, irregular, mixto, rectilíneo, etc.). Todas estas características morfométricas reflejan la existencia de coluviones de muy diversa forma y extensión.

3.5.2.9. Macrocoluvión (Col3)

Genética y morfológicamente se trata de un coluvión, sólo denominado así por presentar unas dimensiones mayores a 140 ha. Aparecen formando grandes extensiones de material coluvial -sobre todo al este de Píllaro- con una superficie total de 21 km². Pertenece al contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desniveles relativos de 50 a 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y forma de vertiente de carácter mixto o irregular.

Sus depósitos son similares a los de los coluviones comunes. En Loma Shuglla Yura, al este del área de estudio, se pudo comprobar la composición *in situ*, formada por un elevado porcentaje de bloques en una matriz de textura limosa.



Fotos 13 y 14. Macrocoluvión. Vista panorámica (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Loma Shuglla Yura. 06/06/2014.

3.5.2.10. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Los depósitos de deslizamiento corresponden a las masas de roca y suelo producidas por inestabilidades gravitatorias, situadas al pie de los correspondientes escarpes de deslizamiento (Lh6). A veces estos escarpes no son mapeables por su tamaño o han quedado obliterados por una erosión posterior al movimiento. En esos casos, ciertos indicios ayudan a reconocer tales depósitos de deslizamiento (anomalías en la red

drenaje y en la fisiografía local, con marcadas prominencias y rugosidades; geometría en planta de la masa deslizada que se adapta a concavidades situadas a mayor altura, etc.).

Estos depósitos se sitúan, mayoritariamente, en la zona occidental del cantón. Aparecen en tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra*. En total, ocupan un área conjunta de 2 km² aproximadamente.

Las pendientes de estos depósitos están comprendidas entre medias y fuertes (de 12 a 70%), con desniveles de 50 a 300 metros y longitudes desde moderadamente largas a muy largas. Las formas de la vertiente suele ser mixta (cóncavo-convexa).

Están compuestos por material de alteración y meteorización de las laderas y por fragmentos angulares rocosos de las formaciones de las que proceden. En este caso, parece que la Formación Latacunga da origen a la mayor parte de ellos.



Foto 15. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Loma Chitahuasi. 05/06/2014.

3.5.2.11. Cono de derrubios (Ld3)

Son cuerpos con forma de cono, formados por la acumulación de fragmentos rocosos transportados a través de un canal de alimentación. Dentro del área de estudio son escasos y de pequeño tamaño, con una superficie total de 22 ha. Se encuentran a lo largo del borde noroccidental del cantón, en torno al cauce del río Cutuchi. Pertenecen al contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Muestran pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel de 25 a 100 metros y vertientes de longitud moderadamente larga a larga (de 50 a 500 metros). Su perfil suele ser rectilíneo, en la mayoría de los casos.

3.5.2.12. Talud de derrubios (Ld4)

Es una geoforma similar a la anterior. En este caso, la capa de derrubios cubre una ladera -o parte de ella- de forma continua. Puede formarse por la coalescencia de varios conos de derrubios. Dentro del cantón, se sitúan en la misma zona que los conos de derrubios, a lo largo del borde noroeste, y ocupan una superficie de 3 km² aproximadamente. Se incluyen dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

La pendiente de estos depósitos es fuerte, con un desnivel medio de 100 a 200 metros. Muestran vertientes moderadamente largas, de perfil rectilíneo.

3.5.2.13. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

Corresponden a partes de un glacis de esparcimiento previo, separadas del mismo por procesos erosivos que eliminaron la mayor parte del cuerpo principal. El resultado son superficies aisladas, en las que la morfología del glacis original es difícil de reconocer. En el caso del cantón Santiago de Píllaro, se pueden encontrar en el sector septentrional del área estudiada, en dos puntos que juntos ocupan un área de 30 ha aproximadamente. Forman parte del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Presentan una pendiente suave (de 5 a 12%), un desnivel relativo comprendido entre 25 y 200 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) y formas de vertiente suavemente cóncavas o mixtas. Están formados por una delgada cobertera de depósitos de ladera.

3.5.3. Glaciar y periglacial

3.5.3.1. Morrena de fondo (Gd1)

Se trata de sedimentos glaciares formados por tillitas, los cuales aparecen rellenoando zonas antiguamente cubiertas por el hielo, como circos y fondos de valles glaciares. Se han observado, de forma puntual, en el sector oriental del área de estudio, en las cercanías de Loma Chirichoglla, con una superficie de 8 ha aproximadamente y una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%). Pertenece al contexto morfológico de *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.5.3.2. Morrena lateral (Gd2)

Tienen una génesis similar a la de la anterior geoforma, aunque en este caso se originan en los márgenes laterales de los glaciares. Dentro del cantón se han podido identificar en posición anexa a las morrenas de fondo anteriores. Su extensión es igualmente escasa, de sólo 16 ha aproximadamente, presentan una pendiente fuerte (de 40 a 70%) y están incluidas dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.5.3.3. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta unidad geomorfológica se ubica en el mismo valle que las morrenas descritas anteriormente, aproximadamente 1 km aguas abajo. Su extensión es algo menor a 1 km², y se sitúa en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Se trata de un antiguo depósito glaciar disectado y modelado por las aguas de la quebrada Buey Potrero, que atraviesan la geoforma. El depósito está compuesto por bloques heterométricos y gravas, empastados en una matriz de tipo limo-arenoso. Presenta pendientes suaves (de 5 a 12%).

3.5.3.4. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial (Gp2)

Estas áreas, endorreicas o de drenaje deficiente, presentan suelos esponjosos y montículos herbáceos en forma de almohadillas, de tamaño decimétrico. En el cantón, se pueden encontrar en una zona situada al oeste del depósito glaciar modelado por acción fluvial descrito anteriormente. Su superficie es de unas 67 ha, y se ubica dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, a una altitud de unos 3.400 metros.



Foto 16. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector quebrada Buey Potrero. 06/06/2014.

3.5.4. Volcánico

3.5.4.1. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Esta geoforma se sitúa en el sector nororiental del cantón, en la margen izquierda de la quebrada Sixi Hauyco. Se ubica en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

La unidad geomorfológica, de muy reducidas dimensiones (2 ha), está compuesta por lavas y piroclastos de la Formación Pisayambo. Presenta cimas redondeas con pendientes medias (de 12 a 25%) y desniveles relativos que no llegan a superar los 15 metros.

3.5.4.2. Relieve volcánico colinado bajo (Rv8)

Está situada en la misma zona que la geoforma anterior, en la margen izquierda de la quebrada Sixi Hauyco, así como en las cercanías de Loma Rumi Ucu, al norte del punto citado. Se ubica en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Su extensión es reducida, de sólo 35 ha. Presenta una pendiente media, desnivel relativo de 15 a 25 metros y una longitud de sus vertientes de 15 a 250 metros, con cimas de forma redondeada. Se desarrolla principalmente sobre la Formación Pisayambo.

3.5.4.3. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Aparece en varios enclaves alrededor de la zona central del área de estudio. En total suma una superficie de 9 km², y está incluido dentro de los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y, en menor proporción, en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Sus pendientes son medias en la mayoría de los casos, con desniveles comprendidos entre 25 y 100 metros. Las vertientes son, por lo general, moderadamente largas y de forma mixta, mientras que las cimas se presentan con formas redondeadas.

Se desarrolla sobre los sustratos volcánicos de las formaciones más importantes del área de estudio: Formación Pisayambo, Formación Latacunga y Formación Cangahua, aunque en la última aparece en menor cantidad.



Foto 17. Relieve volcánico colinado medio, sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Sector quebrada Buey Potrero. 06/06/2014.

3.5.4.4. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma tiende a aparecer hacia el sector nororiental y meridional del área de estudio, como unidades aisladas. Todas ellas suman unos 4 km² aproximadamente, y se incluyen dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se caracteriza por presentar elevaciones de hasta 200 metros de desnivel relativo. Sus pendientes son medias a fuertes (de 12 a 70%), cimas redondeadas y vertientes cóncavas o mixtas, con una longitud de vertiente que varía entre 250 a más de 500 metros. Geológicamente, se encuentra asociada a la Formación Pisayambo y la Formación Latacunga.



Foto 18. Relieve volcánico colinado alto, sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Sector Loma de Aro. 05/06/2014.

3.5.4.5. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Las superficies de este tipo son muy abundantes en la zona de estudio. Son, como su propio nombre indica, superficies de formas onduladas, desarrollada sobre materiales volcánicos en sentido amplio, sin implicación genética. Se pueden localizar en conjuntos extensos situados en el sector noroccidental, central y suroriental, que juntos suman más de 37 km². Aparecen en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, en proporciones similares.

Presenta pendientes suaves (5-12%). Los desniveles relativos son algo mayores en *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, de 200 a 300 metros, mientras que en *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* son de 100 a 200 metros. Las vertientes son de longitud muy larga (mayor a 500 m).

Se desarrollan preferentemente sobre los materiales de relleno de la cuenca, como la Formación Latacunga y la Formación Cangahua. Estas morfologías aparecen con frecuencia colgadas por encima del nivel medio del relleno de la cuenca de Ambato, como resultado de los movimientos tectónicos diferenciales que han tenido lugar en la zona de borde.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua (Ev3)

Son plataformas de pendiente suave desarrolladas sobre depósitos piroclásticos cuaternarios de la Formación Cangahua, principalmente constituidos por cenizas volcánicas y lapilli. Con frecuencia están incididas por barrancos que crean taludes y acantilados de muy fuerte inclinación. Se pueden localizar en torno a la quebrada Quildagua, en el sector norte del área de estudio, donde suman 1 km² de extensión total. Se incluyen dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

3.5.6. Poligénicas

3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa asociada a los cauces de los ríos Cutuchi y Yanayacu, con una superficie ligeramente inferior a 1 km². Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*, ya que de esta forma se mantiene la continuidad de este medio aguas arriba.

Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente rellenando 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.

Presentan pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%) y formas de valle en V o plano.

3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Tiene características muy similares a las de la anterior geoforma, aunque se les considera antiguos por presentar un cierto grado de disección y una vegetación pionera bien desarrollada.

Se reparte por numerosos puntos del cantón, aunque se advierte una incidencia algo menor en las cotas más altas. Su superficie total es de 4 km², y se localiza en los contextos morfológicos siguientes: i) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*; ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Presentan pendientes mayoritariamente suaves (de 5 a 12%) y formas de valle en V. Litológicamente son equivalentes a los coluvio-aluviales recientes. En las cercanías de la población de Píllaro se determinó una proporción casi equitativa entre bloques, gravas y limos. Asimismo, se pudo observar que el depósito se hallaba cubierto por una capa de cenizas de la Formación Cangahua, de unos 2 metros de espesor.



Fotos 19 y 20. Coluvio-aluvial antiguo y detalle del depósito superficial. Sector Píllaro. 05/06/2014.

3.5.6.3. Superficie horizontal (Sh2)

Se trata de una geoforma descriptiva, de difícil adscripción genética, que hace referencia a superficies de escasa o nula inclinación. Aunque se encuentra en varios puntos del área de estudio, es especialmente abundante en el sector suroeste, en torno a la localidad de Píllaro. Son unidades que, en conjunto, abarcan una superficie importante, de unos 21 km². Pertenecen a dos contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, siendo este último el más importante.

Las pendientes son muy bajas (de 2 a 5%) en general y están constituidas en su mayoría por material piroclástico de la Formación Cangahua, aunque existen algunos afloramientos menores de las formaciones Pisayambo y Latacunga. Algunas de estas superficies constituyeron en sí mismas parte del nivel de relleno de la cuenca de Ambato, aunque en la actualidad aparecen elevadas respecto a éste. Las superficies situadas cercanas a Píllaro parecen ligeramente elevadas respecto al fondo local de la cuenca, lo cual puede ser debido, al igual que en la superficie volcánica ondulada (RvSo), a procesos tectónicos recientes. Dichos procesos deben consistir en movimientos diferenciales entre bloques con una componente vertical importante, probablemente articulados a través de fallas normales de orientación submeridiana.



Fotos 21 y 22. Superficie horizontal y detalle del macizo rocoso (Formación Cangahua). Sector quebrada Santo Domingo. 06/06/2014.

3.5.6.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Es similar a la geoforma anteriormente descrita, aunque en este caso se aprecia un grado de incisión de moderado a fuerte en la escorrentía superficial concentrada. Aparece con menor frecuencia que la anterior unidad, contabilizando en total unos 3 km² de extensión, y se sitúa en torno a la región central del área de estudio. Se incluye dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%). En las incisiones se observan formas de valle en V y aparecen con desniveles relativos comprendidos entre 15 y 25 metros y vertientes rectilíneas de longitud moderada (de 50 a 250 m). Se originan sobre rocas volcánicas de la Formación Pisayambo y la Formación Latacunga.

3.5.6.5. Abrupto de superficie horizontal (Sh4)

Corresponde a la vertiente o ladera que, con pendiente sensiblemente más elevada, se desarrolla junto a las geoformas anteriores, la superficie horizontal (Sh2) y superficie horizontal disectada (Sh3), señalando su terminación. Se presenta en los mismos contextos morfológicos (*Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*) y sobre formaciones geológicas ya descritas en las superficies anteriores (Formación Latacunga y Formación Cangahua).

Presenta pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos comprendidos entre 5 y 100 metros y laderas rectilíneas de longitud moderadamente larga a larga (de 15 a 500 m).



Fotos 23 y 24. Abrupto de superficie horizontal y detalle del macizo rocoso (Formación Cangahua). Sector La Unión. 05/06/2014.

3.5.6.6. Superficie inclinada (Si2)

Este tipo de unidades se emplea para describir -sin implicaciones genéticas- superficies con una cierta inclinación, normalmente cuando existe dificultad para adscribirla a una geoforma más específica. En la zona de estudio, se encuentran repartidas por numerosos puntos a excepción de la región central. En conjunto totalizan una superficie de 5 km² aproximadamente, dentro de los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.*

Presenta generalmente pendientes medias (de 12 a 25%), con desniveles de 50 a 100 metros en la mayoría de los casos. La longitud de la vertiente suele ser muy larga, de perfil rectilíneo.

Se desarrollan sobre las litologías más representativas del área de estudio: Formación Pisayambo, Formación Latacunga y Formación Cangahua.

3.5.6.7. Superficie inclinada disectada (Si3)

Similar a la anterior geoforma (Superficie inclinada, Si2), pero con un grado de incisión de moderado a fuerte en las formas de drenaje que aparecen en ella. Se localiza aproximadamente en la zona central del área de estudio, entre las quebradas de Buey Potrero y Tablón Turo. Su extensión es considerable, de unos 10 km², en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).*

Presenta pendientes suaves a medias (de 5 a 25%). Sus disecciones muestran un desnivel relativo de 25 a 50 metros generalmente, con laderas moderadamente largas y rectilíneas. En este caso, se desarrollan solamente sobre la Formación Pisayambo.



Fotos 25 y 26. Superficie inclinada disectada (izquierda), sobre la Formación Pisayambo (derecha). Sector San Emilio. 06/06/2014

3.5.6.8. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Es una geoforma análoga al abrupto de superficie horizontal (Sh4), que en este caso limitaría los bordes de las superficies inclinadas (Si2) e inclinadas disectadas (Si3). Se encuentra limitando por el oeste a la unidad anterior, formando un escalón de orientación norte-sur, con un área de 3 km² aproximadamente. Se incluye dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se caracteriza por presentar pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desniveles relativos comprendidos mayoritariamente entre 100 y 300 metros y vertientes rectilíneas de longitud larga (de 250 a 500 m). Al igual que la superficie inclinada disectada a la que se asocia, se desarrolla sobre la Formación Pisayambo y Formación Latacunga.

3.5.6.9. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta unidad geomorfológica de escasa representación en el cantón (aproximadamente 1 km²) aparece en el sector noroccidental del área de estudio, en Loma Yana Urcu y Loma Jusín. Se trata de una geoforma de desarrollo lineal y estrecho, con perfil transversal redondeado, que ocupa las posiciones cimaras del relieve, de donde arrancan los diferentes tipos de ladera o vertientes. Se localiza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Presenta pendiente media (de 12 a 25%) y se desarrolla sobre materiales volcánicos de la Formación Pisayambo y la Formación Latacunga.

3.5.6.10. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma es muy escasa, pues sólo cuenta con 33 ha de extensión. Aparece en los extremos noroccidental y nororiental del área de trabajo, en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Presenta las mismas formaciones geológicas que la anterior geoforma, así como pendientes fuertes (de 40 a 70%).

3.5.6.11. Afloramientos rocosos (Sdv3)

Se trata de rocas que afloran en superficie, con escasa o nula presencia de suelo y sin rasgos morfológicos específicos. Dentro del cantón, su importancia es muy reducida, ya que ocupa sólo 21 ha de superficie. Se ha podido encontrar en dos puntos concretos del cantón: al noroeste, junto a la confluencia de los ríos Cutuchi y Yanayacu, y en el borde occidental, frente a Horno Loma. Se han incluido dentro de los contextos morfológicos *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Están formados por materiales de origen volcánico de la Formación Pisayambo y la Formación Latacunga.

3.5.7. Otras Génesis

3.5.7.1. Superficie de relleno (O1)

Se trata de superficies en las que se deposita material proveniente de los relieves circundantes y que presentan, por tanto, morfologías más o menos deprimidas. Se encuentran situadas en la zona nororiental (Cerro Rumi Uma y Loma San Juan), con 12 ha de superficie total, dentro del contexto morfológico Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte). Presentan pendiente plana (de 0 a 2%).

3.5.7.2. Superficie intervenida (O5)

Esta geoforma, de 9 ha de extensión, corresponde a canteras y vertederos. Se ubican en Loma Chuzalungu (al sur), Tigualó Chico (al noroeste) y en La Unión (4 km al norte de Píllaro). Se trata, por tanto, de una superficie antropizada.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Santiago de Píllaro tiene 444 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 221 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Llanganates). Está situado en la región Sierra, y presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 2.300 metros hasta un máximo de 3.900 metros.

En el cantón Santiago de Píllaro se pueden diferenciar cuatro dominios fisiográficos:

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta muy escasa extensión en el territorio estudiado, apenas 13 km², ocupando pequeñas zonas junto al límite oriental del área de estudio. La mayor parte del sustrato rocoso de este dominio fisiográfico corresponde a rocas volcánicas de la Formación Pisayambo. Contiene, en el territorio estudiado, un solo contexto morfológico, denominado *Paisajes de páramo con modelado glaciar y huellas glaciares poco marcadas*.

Se han podido identificar algunas geoformas, o unidades geomorfológicas, características de dicho contexto morfológico: Morrena de fondo, Morrena lateral y Depósito glaciar modelado por acción fluvial. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas corresponden a laderas rectilíneas y coluviones. En lo que se refiere a la génesis fluvial, aparecen exclusivamente formas de incisión, como son los barrancos.

2. **Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas.** Es el dominio mayoritario del cantón Santiago de Píllaro, con unos 130 km², y ocupa toda la mitad oriental del área de estudio. Este dominio fisiográfico se desarrolla principalmente sobre rocas volcánicas (Formación Pisayambo) y volcano-sedimentarias (Formación Latacunga). También existen importantes extensiones de depósitos de ladera de tipo coluvial. En el territorio estudiado del cantón, presenta un solo contexto morfológico, denominado *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Las geoformas más abundantes en dicho contexto son las relacionadas con el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas y macrocoluviones. Las geoformas fluviales están representadas esencialmente por barrancos. Se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas, de las cuales las más importantes son las superficies horizontales e inclinadas (con y sin disección), junto con los abruptos asociados. También se han reconocido, dentro del grupo genético volcánico, distintos tipos de relieves volcánicos colinados y, especialmente, superficies volcánicas onduladas. Existen geoformas de tipo estructural (Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre Cangahua) y glaciar y periglacial (Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial), pero son muy poco relevantes.

- 3. Relieves de fondo de Cuencas Interandinas.** Cuenta con una extensión significativa, unos 58 km². Se localiza en la zona occidental del cantón, formando una franja paralela al cauce del río Cutuchi. Está formado por rocas volcánicas y volcano-sedimentarias (Formación Latacunga y Formación Cangahua), que constituyen el relleno principal de la cuenca de Ambato. Dentro del área estudiada, presenta un único contexto morfológico, *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Las formas más habituales son de génesis volcánica, representada mayoritariamente por superficies volcánicas onduladas. Las geoformas de tipo poligénico son casi tan abundantes como las anteriores, en especial las superficies horizontales. Existen múltiples unidades de ladera, con predominio de las vertientes rectilíneas, así como formas de depósito tales como coluviones, taludes de derrubios, depósitos de deslizamiento, etc. Las geoformas fluviales más representativas son, de nuevo, los barrancos.

- 4. Medio aluvial de Sierra.** Con una extensión de 20 km², este dominio se corresponde con el contexto morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. La gran mayoría de sus geoformas son de génesis fluvial (Encañonamiento y Terraza baja y cauce actual, principalmente), y aparecen asociadas al sistema fluvial de los ríos Cutuchi, Yanayacu y Pocahuaycu. Se han incluido puntualmente algunas geoformas no fluviales, para evitar la fragmentación geográfica de los otros contextos morfológicos, así como mantener la continuidad de la red asociada al dominio fisiográfico *Medio aluvial de Sierra*. Son formas de ladera (vertientes) y poligénicas (coluvio-aluviales), esencialmente.

El cantón Santiago de Píllaro presenta un rango de altitudes muy considerable. En las cumbres altas predomina el modelado periglaciario asociado a los paisajes de páramo, con algunos ejemplos de geoformas de origen glaciario. Se trata, en algunos casos, de vestigios de las glaciaciones del Cuaternario, pues hoy día no se generan, por ejemplo, morrenas a las cotas a las que se han encontrado.

La mayor parte del área de estudio del cantón representa relieves de transición que salvan el fuerte desnivel existente entre las zonas altas y el fondo de la cuenca, que se acerca a los 2.000 metros. Como sería de esperar, en este dominio predominan las morfologías de ladera -especialmente las vertientes- orientadas hacia el oeste. Sin embargo, llama la atención la existencia de extensas zonas de rellano, subhorizontales o suavemente inclinadas hacia la cuenca. Muchas de estas superficies están formadas por las mismas litologías que sirvieron de relleno en la cuenca de Ambato, aunque actualmente aparecen colgadas respecto al nivel de la misma. En otros casos, están compuestas por materiales más antiguos del basamento, como la Formación Pisayambo, por lo que debieron tratarse de superficies erosivas relacionadas con el nivel somital de la cuenca. El ejemplo más relevante se da en torno al tramo septentrional del cauce del río Cutuchi, a su paso por el cantón de Santiago de Píllaro. En su margen izquierda, estos rellanos se sitúan hasta 250 metros más altos que en la orilla derecha, siendo sin embargo la misma superficie

originalmente. Estas diferencias se pueden explicar por los movimientos tectónicos recientes, probablemente a través de las fallas normales del borde de la cuenca, que hundieron los bloques del oeste respecto a los del este, produciendo el basculamiento y escalonamiento del relieve. Por encima existen más abruptos y rellanos, aunque de menor importancia, reflejo de la existencia de un posible sistema de fallas más que de una sola fractura.

Toda esta actividad tectónica repercute a su vez en la red fluvial. El levantamiento neto del fondo de la cuenca ha propiciado un fuerte encajamiento de los ríos que surcan el área, a veces de algunos centenares de metros. Los sistemas fluviales más desarrollados muestran frecuentemente grupos de terrazas cuaternarias, a veces colgadas un centenar de metros, que indican una incisión rápida de los ríos. El ejemplo más llamativo se observa en el tramo final del río Cutuchi, en el que este cauce ha excavado un encañonamiento de casi 300 metros de desnivel.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

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


DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1986. Hoja Geológica: S. J. De Poaló (Hoja 87), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

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

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

Latitud:

Altitud:

Ubicación

PROVINCIA

CANTON

PARROQUIA

2. Descripción

Contexto Morfológico

Geoforma Pendiente

Forma Cima Desnivel Relativo

Forma Vertiente Longitud Vertiente

Forma Valle Formación

Litología

Descripción Litología

A. Fotos Descripción Geoforma

3. Macizo Rocoso

Macizo Rocoso 1

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

Macizo Rocoso 2

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

Macizo Rocoso 3

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

A. Fotos Macizo Rocoso

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

B. Otros Aspectos Macizo rocoso

4. Depósitos Superficiales

Tipo Depósito Superficial

Composición Depósito Superficiales

Porcentaje

A. Fotos Depósitos superficiales

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

B. Otros Aspectos Depósito superficial

#. Observaciones Generales

Sincroniza con Geomorfología
 Guardar

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

CGg-ÑIV_A2-52-0157	CGg-ÑIV_A2-52-0180	CGg-ÑIV_B1-52-0223
CGg-ÑIV_A2-52-0158	CGg-ÑIV_A2-52-0183	CGg-ÑIV_B1-52-0224
CGg-ÑIV_A2-52-0160	CGg-ÑIV_A2-52-0184	CGg-ÑIV_A4-55-0177
CGg-ÑIV_A2-52-0161	CGg-ÑIV_B1-52-0193	CGg-ÑIV_A4-55-0178
CGg-ÑIV_A2-52-0163	CGg-ÑIV_B1-52-0195	CGg-ÑIV_A4-55-0179
CGg-ÑIV_A2-52-0165	CGg-ÑIV_B1-52-0196	CGg-ÑIV_A4-55-0211
CGg-ÑIV_A2-52-0166	CGg-ÑIV_B1-52-0198	CGg-ÑIV_A4-55-0223
CGg-ÑIV_A2-52-0167	CGg-ÑIV_B1-52-0199	CGg-ÑIV_B3-55-0216
CGg-ÑIV_A2-52-0168	CGg-ÑIV_B1-52-0202	CGg-ÑIV_B3-55-0219
CGg-ÑIV_A2-52-0169	CGg-ÑIV_B1-52-0203	CGg-ÑIV_B3-55-0220
CGg-ÑIV_A2-52-0173	CGg-ÑIV_B1-52-0213	CGg-ÑIV_B3-55-0221
CGg-ÑIV_A2-52-0174	CGg-ÑIV_B1-52-0215	CGg-ÑIV_B3-55-0222
CGg-ÑIV_A2-52-0175	CGg-ÑIV_B1-52-0216	CGg-ÑIV_B3-55-0230
CGg-ÑIV_A2-52-0176	CGg-ÑIV_B1-52-0217	CGg-ÑIV_B3-55-0231
CGg-ÑIV_A2-52-0177	CGg-ÑIV_B1-52-0218	CGg-ÑIV_B3-55-0232
CGg-ÑIV_A2-52-0178	CGg-ÑIV_B1-52-0221	CGg-ÑIV_B3-55-0234
CGg-ÑIV_A2-52-0179	CGg-ÑIV_B1-52-0222	CGg-ÑIV_A2-52-0316

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 monoclinas.

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 monoclinas.

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

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

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

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

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

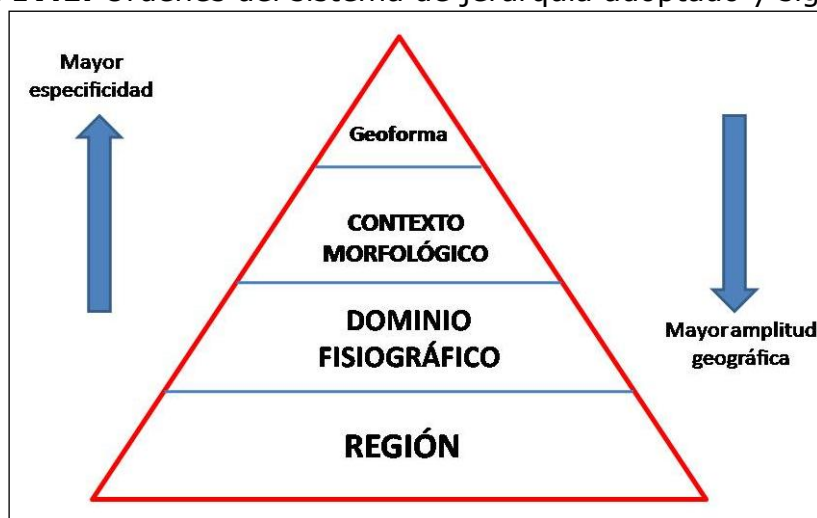
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

Región: Una Región, o sistema geoestructural, puede definirse como una gran unidad geomorfológica resultante de la evolución geológica y tectónica del área en que se encuadra, en la que se manifiestan características del medio físico comunes a todo el amplio territorio incluido en ella. Una Región, típicamente con una extensión del orden de 10^4 a 10^5 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 geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

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

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.