

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN PALORA

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

ABRIL, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consorcio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

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.....	15
2.4.	Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón	16
III.	RESULTADOS.....	19
3.1.	Levantamiento de información.....	19
3.2.	Regiones y Dominios Fisiográficos.....	20
3.2.1.	Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	21
3.2.2.	Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real	22
3.2.3.	Dominio Fisiográfico Medio Aluvial de Sierra	22
3.2.4.	Dominio Fisiográfico Zona Subandina	23
3.2.5.	Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina.....	23
3.2.6.	Dominio Fisiográfico Medio Aluvial Amazónico	24

3.3.	Contextos morfológicos	25
3.3.1.	Paisajes glaciares	25
3.3.2.	Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	26
3.3.3.	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	26
3.3.4.	Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real).....	26
3.3.5.	Medio Aluvial de Sierra	27
3.3.6.	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.....	27
3.3.7.	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes.....	27
3.3.8.	Medio Aluvial Amazónico	27
3.4.	Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón	28
3.5.	Descripción de geoformas	35
3.5.1.	Fluvial	35
3.5.1.1.	Valle fluvial, llanura de inundación (F1)	35
3.5.1.2.	Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2)	35
3.5.1.3.	Valle en V (E1)	36
3.5.1.4.	Barranco (E2)	36
3.5.1.5.	Garganta (E3)	37
3.5.1.6.	Encañonamiento (E4)	37
3.5.1.7.	Cauces abandonados, meandros abandonados (C1)	38
3.5.1.8.	Terraza media (Tm)	38
3.5.1.9.	Terraza alta (Ta)	38
3.5.1.10.	Terraza colgada (Tc)	39
3.5.1.11.	Vertiente o abrupto de terraza (Tv)	39
3.5.1.12.	Terrazas escalonadas (Te).....	40
3.5.1.13.	Terrazas indiferenciadas (Ti)	40
3.5.1.14.	Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2).....	40
3.5.1.15.	Abrupto de cono de esparcimiento (Co4).....	41
3.5.1.16.	Testigo de cono de esparcimiento (CoT).....	41
3.5.1.17.	Superficie de cono de deyección (Cd1)	42
3.5.1.18.	Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)	42
3.5.1.19.	Abrupto de cono de deyección disectado (Cd3)	42
3.5.1.20.	Testigo de cono de deyección (Cdt)	43
3.5.2.	Laderas	43
3.5.2.1.	Vertiente rectilínea (Lr1).....	43
3.5.2.2.	Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2).....	43
3.5.2.3.	Vertiente abrupta (La1)	44

3.5.2.4.	Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)	44
3.5.2.5.	Vertiente heterogénea (Lh1)	45
3.5.2.6.	Coluvión antiguo (Col2)	46
3.5.2.7.	Macrocoluvión (Col3).....	46
3.5.2.8.	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)	47
3.5.2.9.	Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)	47
3.5.3.	Glaciar y periglaciar	47
3.5.3.1.	Circo glaciar (Gf1)	47
3.5.3.2.	Cubeta glaciar (Gf2).....	47
3.5.3.3.	Vertiente de valle glaciar (Gf4).....	48
3.5.3.4.	Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques (Gp5)	48
3.5.4.	Estructural.....	48
3.5.4.1.	Superficie de mesa o meseta (Eh1).....	48
3.5.4.2.	Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2).....	48
3.5.4.3.	Cornisa de mesa o meseta (Eh3)	49
3.5.4.4.	Vertiente de mesa o meseta (Eh4).....	49
3.5.4.5.	Superficie de cuesta (Ei1)	49
3.5.4.6.	Frente de cuesta (Ei3)	50
3.5.4.7.	Vertiente de cuesta (Ei4)	50
3.5.4.8.	Superficie de chevron (Ei5)	50
3.5.4.9.	Frente de chevron (Ei6).....	50
3.5.4.10.	Vertiente de chevron (Ei7)	51
3.5.4.11.	Restos de superficie estructural (Esr)	51
3.5.5.	Tectónico-erosivo	51
3.5.5.1.	Relieve colinado medio (Rt4).....	51
3.5.5.2.	Relieve colinado alto (Rt5).....	52
3.5.5.3.	Relieve colinado muy alto (Rt6).....	52
3.5.5.4.	Relieve montañoso (Rt7)	52
3.5.6.	Poligénicas.....	53
3.5.6.1.	Coluvio-aluvial reciente (Coa1).....	53
3.5.6.2.	Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)	53
3.5.6.3.	Superficie inclinada (Si2).....	54
3.5.6.4.	Cerro testigo (Rr4).....	54
3.5.6.5.	Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)	55
3.5.6.6.	Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)	55
IV.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	56
V.	BIBLIOGRAFÍA	59

5.1.	Referencias generales	59
5.2.	Bibliografía citada	60

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 Palora	18
Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Palora	20
Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Palora	25
Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón	28
Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón	32

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	15
Figura 2.3. Insumos de base de generación de los MDT en el cantón Palora	17
Figura 3.1. Localización de recorridos y fichas de campo del cantón Palora	19
Figura 3.2. Distribución geográfica de los diferentes dominios fisiográficos presentes en el cantón Palora	21

LISTA DE FOTOS

Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector localidad de Mera y Centro Amazonas	35
Foto 3. Terraza baja y cauce actual. Sector Shell	36
Foto 4. Valle en V. Sector Centro Santa Cruz	37
Foto 5. Terraza alta. Sector localidad de Mera	38
Foto 6. Terraza colgada. Sector localidad de Mera	39
Foto 7. Superficie de cono de esparcimiento disectado. El río Pastaza en el sector Shell	40
Foto 8. Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Centro Santa Cruz	41
Foto 9. Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Abitagua	45
Foto 10. Cornisa de mesa o meseta. Sector Centro Llushín	49
Foto 11. Relieve montañoso. Sector localidad de Mera	53
Foto 12. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Nunbaime	54
Foto 13. Cerro testigo. Sector Shiran Pastaza	54

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:

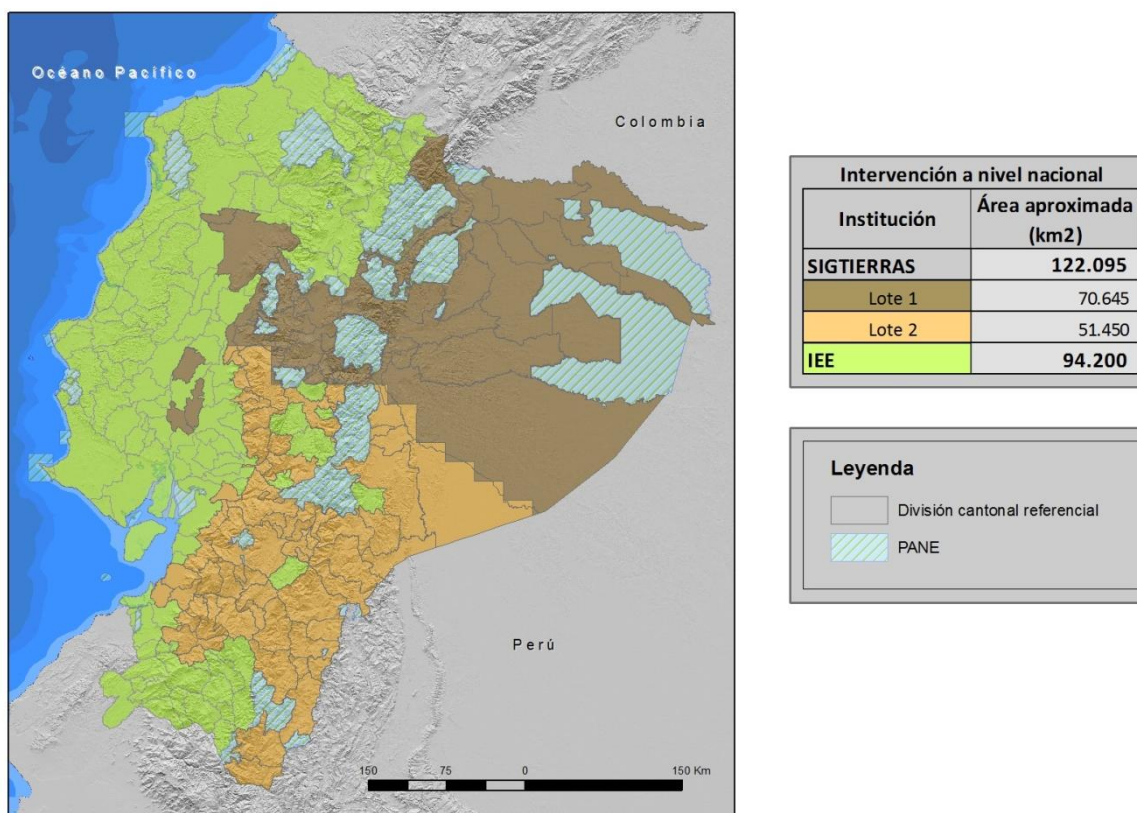
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

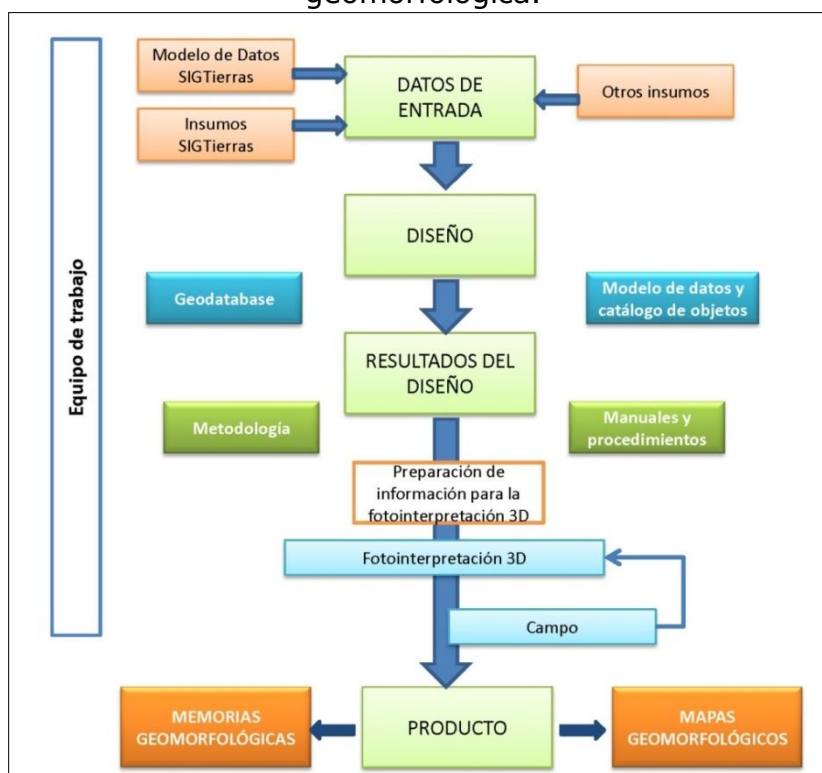
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

- 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 100 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
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	Rv10

		alto	
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

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
POLIGÉNICAS	Coluvio aluvial	Coluvio-aluvial reciente	Coa1
	Superficies de erosión y planicies intermontanas	Planicie intermontana	SP3
	Superficies horizontales	Superficie horizontal disectada	Sh3
	Superficies inclinadas	Abrupto de superficie inclinada	Si4
	Altas superficies	Superficie alta disectada	Sa2
	Relieves residuales	Cerro testigo	Rr4
	Aristas, divisorias e interfluvios	Interfluvio de cimas redondeadas	Ar1
Sustrato diverso	Macizo rocoso	Sdv1	
OTRAS	-	Superficie intervenida	O5

Fuente: CTN

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

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

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

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

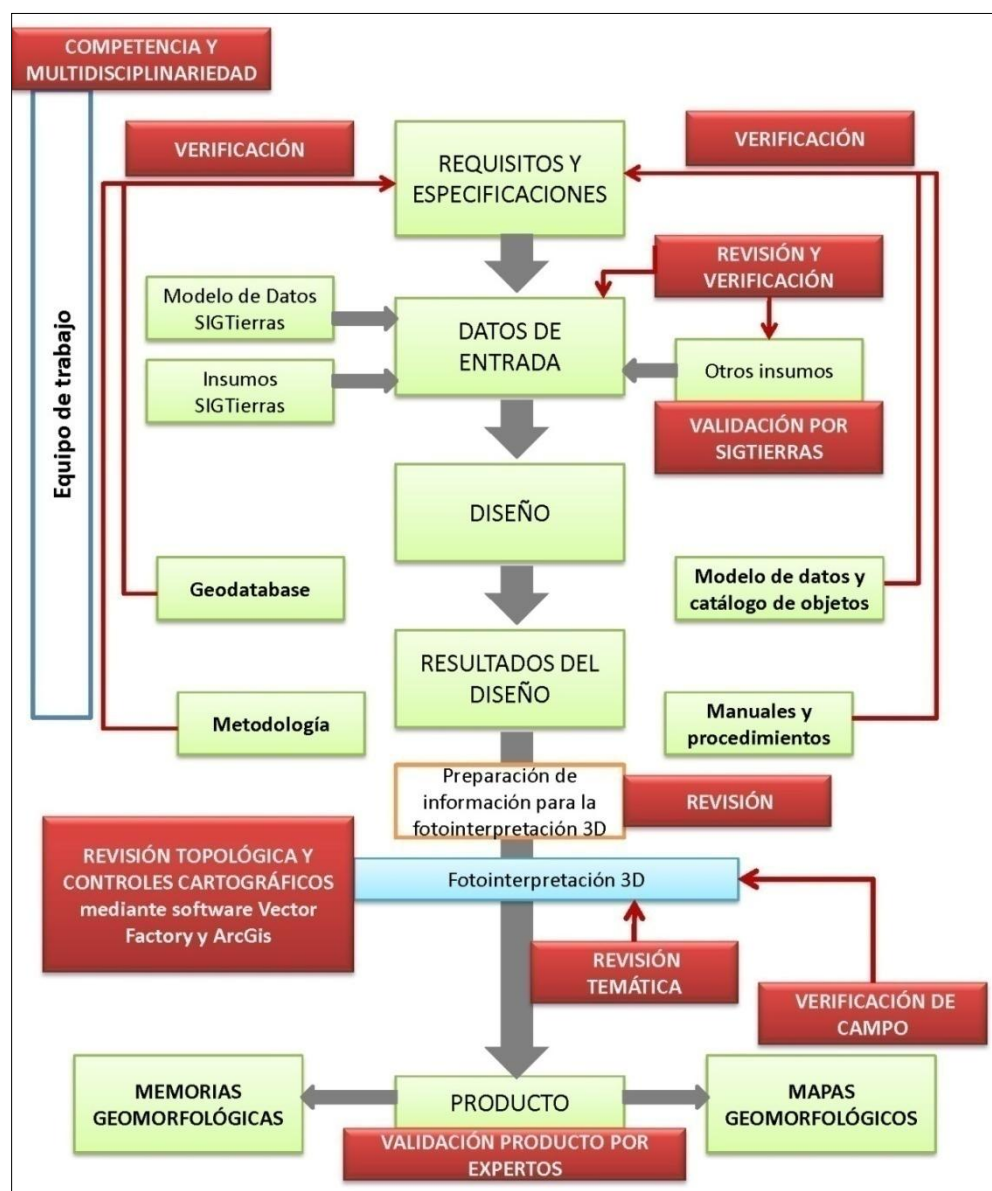
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

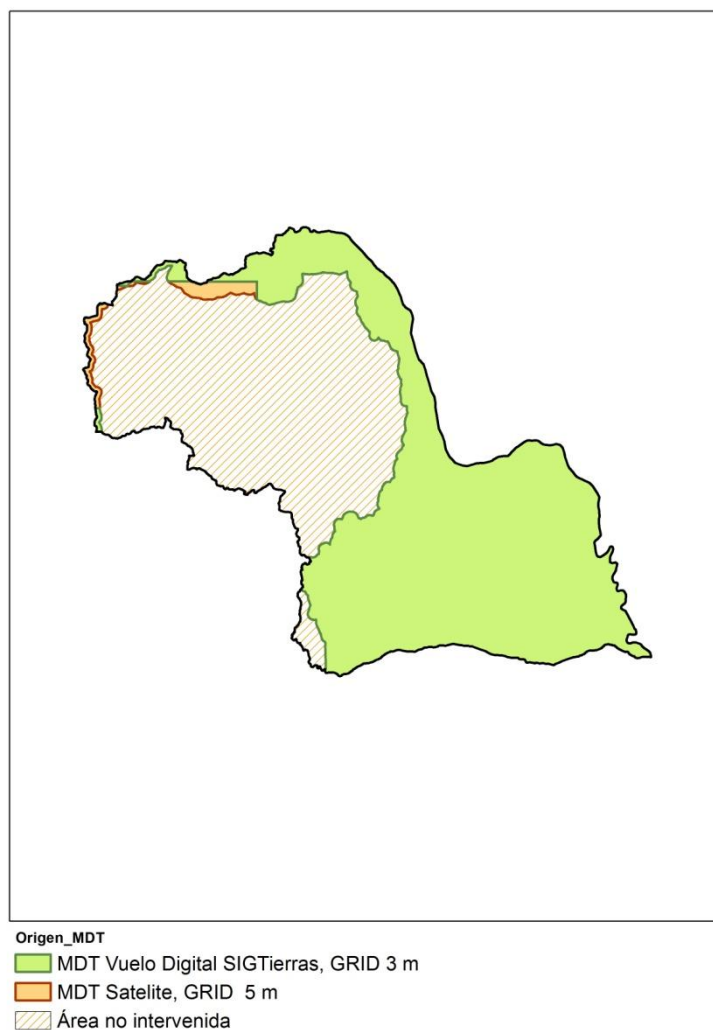
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



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), 1980. Hoja Geológica: Baños (Hoja 88), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Puyo (Hoja 103), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Pastaza, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *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 Palora.

Código	Cartas Topográficas
ÑIV_D1	Baños
ÑIV_D2	Mera
ÑIV_D3	Palitahua
ÑIV_D4	Shell
ÑIV_F2	Numbaime
ÑIV_F4	Pablo Sexto
OIV_C3	Veracruz
OIV_E1	Palora
OIV_E3	Nueva Huamboya

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

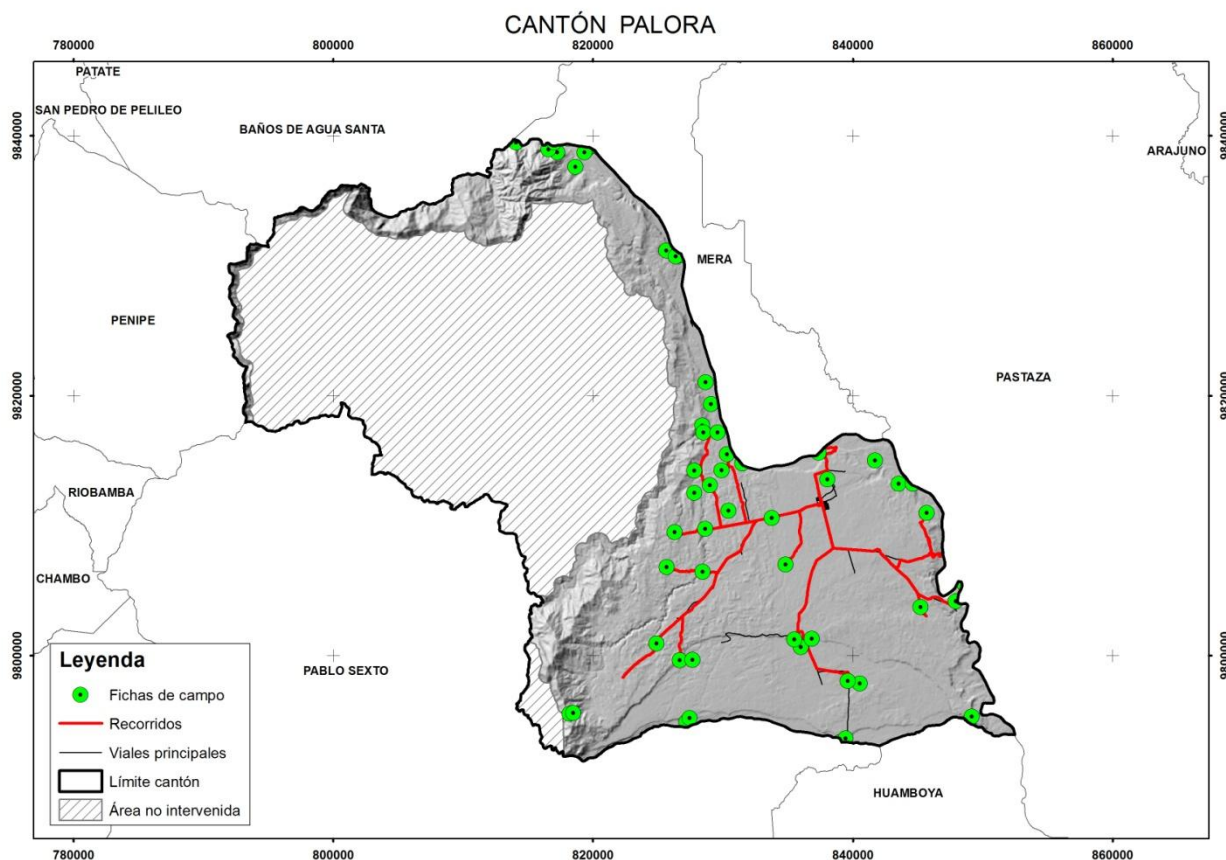
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Palora se realizó entre los días 8 y 9 de junio y del 5 al 7 de agosto de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el cantón. Finalmente se levantaron 46 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 Palora.



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 Palora tiene 1.450 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 792 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay) y/o al área de intervención del Instituto Espacial Ecuatoriano. Todas las cifras porcentuales, parciales y totales que se presentan en esta memoria corresponden exclusivamente al área de intervención de este estudio.

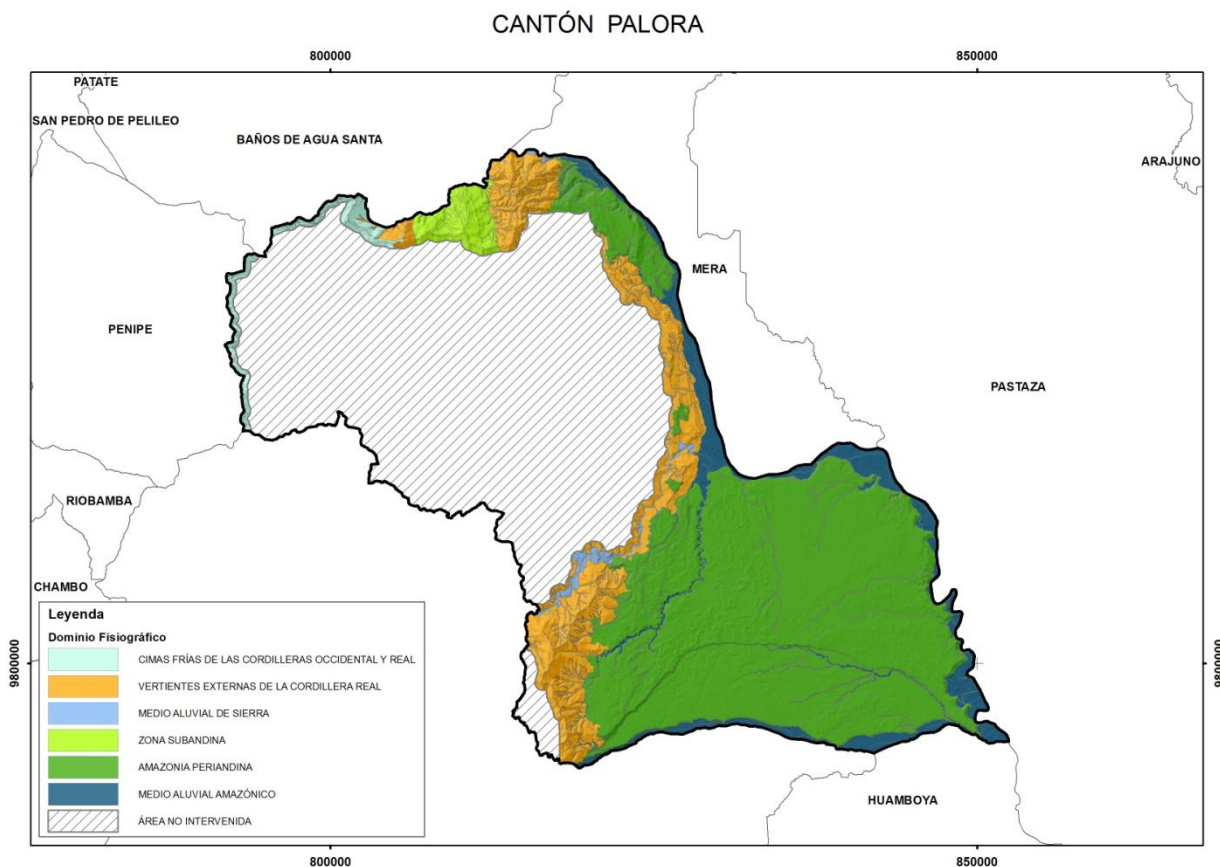
El cantón se encuentra incluido en la región Sierra y en la región Amazonía y en cada una de estas regiones se diferencian tres dominios fisiográficos. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Regiones y Dominios Fisiográficos presentes en el cantón Palora.

REGIÓN	DOMINIO FISIOGRÁFICO	Superficie (*)	Porcentaje (*)
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	19 km ²	2,4%
	Vertientes externas de la Cordillera Real	143 km ²	18,1%
	Medio Aluvial de Sierra	8 km ²	1%
AMAZONÍA	Zona Subandina	24 km ²	3%
	Amazonía Periandina	516 km ²	65,2%
	Medio Aluvial Amazónico	82 km ²	10,3%

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

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



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

Las Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real aparecen con una notable fragmentación geográfica, desde la frontera colombiana hasta el Sur de Amaluza, en la frontera peruana. Las tierras más frías dibujan dos fajas paralelas con sentido meridiano que coronan las dos cordilleras Andinas, occidental y oriental.

En el cantón Palora, este dominio con escasa representación, se ubica principalmente en el extremo noroccidental, en torno a la Cordillera de las Flautas, con alturas que oscilan entre los 2.800 y los 4.200 msnm. Morfológicamente se manifiesta por paisajes glaciares y por paisajes de páramo con modelado periglacial que se desarrollan sobre filitas, esquistos, gneises y granitos anatóxicos de la Serie Llanganates, de edad paleozoica. Además de esta Formación de edad paleozoica, en el dominio aparecen intercalaciones de depósitos glaciares asociados a la morfología glaciar y periglacial típica de este dominio fisiográfico.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

Por su posición escalonada entre 1.200 y 3.500 msnm, este conjunto de vertientes escaparon a la fase glacial y han sido modeladas casi exclusivamente por la erosión hídrica de carácter lineal. El dominio se desarrolla sobre formaciones metamórficas y cuerpos intrusivos.

Los modelados, sobre las rocas metamórficas, se caracterizan por una disección aguda, irregular y asimétrica, que se ve influenciada por:

- Las direcciones estructurales del conjunto. Su expresión en el relieve se caracteriza sobre todo por alineamientos muy visibles de crestas agudas en sentido N-S y por una disimetría de las vertientes oriental y occidental
- La naturaleza de las facies dominantes. Los materiales más blandos (esquistos y filitas) dieron lugar a formas en "hueco": valles alargados, corredores más o menos deprimidos, mientras que los estratos más resistentes (gneises y sobre todo cuarcitas), arman los principales relieves: barras rocosas, relieves resistentes a la erosión, etc.

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

En el cantón Palora, este dominio se dispone en el extremo nororiental y desde la región central del área de estudio hacia el extremo suroccidental del cantón, con alturas que oscilan entre los 800 y 2.900 msnm y está representado por relieves escarpados desarrollados sobre rocas metamórficas con cobertura piroclástica. En el extremo noroccidental, el dominio se desarrolla sobre la Serie Llanganates, de edad paleozoica, mientras que inmediatamente al este lo hace sobre los granitos de Abitagua y más hacia el sur se desarrolla sobre los materiales de la Formación Tena, sobre el Grupo Margajitas y sobre la Formación Arajuno.

3.2.3. Dominio Fisiográfico Medio Aluvial de Sierra

Este dominio es el de menor extensión y está representado principalmente por los sistemas fluviales del río Chulla Llushin, con dirección preferencial SO-NE donde los valles fluviales se tornan gargantas al cambiar de litología de la Formación Pumbuiza a la Formación Tena dejando atrás llanuras de inundación y terrazas. En la zona del norte se sitúa del río Encanto en su unión con el río Pastaza con dirección O-E. El río Pastaza en el Medio aluvial de Sierra se caracteriza por geoformas de terraza baja y cauce actual y terrazas de diferentes tipologías (terrazas medias, altas, etc...), ambas de poca extensión y estrechas. Estas geoformas a su paso de este dominio al dominio del Medio aluvial amazónico, aguas abajo, van aumentando su extensión y anchura.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Zona Subandina

El dominio fisiográfico Zona Subandina está representado por relieves montañosos y submontañosos o por formas estructurales, escalonados hasta los 2.500 metros de altitud, en los que se apoya la vertiente amazónica, de N a S. Los modelados se distinguen según la influencia de las estructuras o la disección, dependiendo de la litología: las rocas duras originan mesetas, cuevas y crestas, mientras que las rocas blandas originan altas colinas asimétricas.

Este dominio está fuertemente condicionado por la estructura geológica, ya que corresponde con el levantamiento anticlinal Napo y los corredores, depresiones y estribaciones adyacentes o interiores. Al norte da origen a la Cordillera del Napo, entre los ríos San Miguel y Anzú, mientras que hacia el sur la expresión morfológica más característica está representada por las Cordilleras del Cutucú y del Cóndor. La presencia de calizas se traduce, en ocasiones, en formas kársticas, como lapiazes, simas y redes subterráneas.

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

Se dispone en el extremo norte del cantón, con alturas que oscilan entre los 1.200 y los 2.300 msnm. La Cordillera del Cutucú, diversos corredores y depresiones, junto con las estribaciones orientales subandinas, son las expresiones morfológicas más características del mismo en el territorio cantonal. Se desarrolla sobre los materiales paleozoicos de la Formación Pumuiza y de la Serie Llanganates.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Amazonía Periandina

Se puede dividir, a grandes rasgos, en dos sistemas bien diferenciados: i) Piedemontes; y ii) Colinas periandinas.

Los piedemontes están formados por grandes conos de esparcimiento localizados bajo los relieves andinos y subandinos orientales. Estos conos, de edades comprendidas entre el Plioceno y el Holoceno, coinciden aproximadamente con las formaciones Mesa y Mera. Los paisajes de piedemontes se diferencian del resto de dominios amazónicos en dos características: i) carácter estructural y plano de las superficies cimeras; y ii) naturaleza ferralítica y color pardo de los suelos desarrollados. Mientras que los piedemontes próximos a la Cordillera se presentan con cobertura de cenizas volcánicas, los más alejados ya aparecen desprovistos de estas cenizas.

Las colinas periandinas, por su parte, están representadas por macizos colinados recubiertos por sedimentos de las llanuras de piedemonte y por las formaciones pantanosas de los complejos fluviales.

Representa el dominio fisiográfico más extenso, se dispone en el extremo noreste y en la región meridional del cantón, donde alcanza su mayor extensión, con alturas

que oscilan entre los 800 y 1.500 msnm. Los piedemontes proximales, con cobertura de cenizas volcánicas, y los piedemontes distales, sin cobertura, constituyen las principales expresiones morfológicas de este dominio. Se desarrolla sobre las arcillas y areniscas tobáceas con horizontes de conglomerados de la Formación Mera.

3.2.6. Dominio Fisiográfico Medio Aluvial Amazónico

Está directamente condicionado por la acción de ríos de la cuenca amazónica y sus depósitos asociados. Es un sistema muy variable en el tiempo, debido a la dinámica continua de los procesos de erosión y sedimentación; además, el sistema fluvial responde con relativa rapidez a los cambios climáticos, modificaciones de nivel de base (locales o globales), tectónica reciente y actividades humanas.

En el cantón Palora este dominio está sujeto a la acción y modelado de los ríos Pastaza y Amundalo con direcciones preferenciales N-S y SO-NE respectivamente y los ríos Palora y Nayanamaca, con dirección preferencial O-E. Estos cauces, conjuntamente con el tipo de material presente en el cantón, han provocado la aparición de terrazas y valles fluviales.

3.3. Contextos morfológicos

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

REGIÓN	DOMINIO FISIAGRÁFICO	CONTEXTO MORFOLÓGICO
SIERRA	Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real	Paisajes glaciares
		Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas
	Vertientes externas de la Cordillera Real	Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
		Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)
Medio Aluvial de Sierra	Medio Aluvial de Sierra	
AMAZONÍA	Zona Subandina	Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales
	Amazonía Periandina	Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes
	Medio Aluvial Amazónico	Medio Aluvial Amazónico

Fuente: CNT

3.3.1. Paisajes glaciares

En el cantón Palora este contexto se ubica a lo largo del borde noroccidental, al igual que el dominio fisiográfico de las cimas frías, con alturas que oscilan entre los 3.300 a 4.200 msnm. Presenta una pequeña superficie de aproximadamente 8 km².

Este contexto se extiende por las tierras altas de la Sierra central, posee modelados relativamente constantes y se caracteriza por relieves con huellas muy marcadas de origen glacial. En el cantón Palora se desarrolla sobre los materiales paleozoicos de la Serie Llanganates y sobre los depósitos glaciares que se han depositado sobre ellos.

Sus características son las mismas que las descritas para el dominio fisiográfico Cimas Frías de la Cordillera Occidental y Real.

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

Se extiende por las tierras altas de la Sierra central y la diferencia más notable con el contexto anterior es que posee modelados con huellas de origen glaciar poco marcadas.

En el cantón, el contexto se ubica en el extremo más noroccidental, con una escasa extensión de 11 km² y alturas que oscilan entre los 2.800 a 3.400 msnm. Al igual que los paisajes glaciares se desarrolla sobre la Serie Llanganates, de edad paleozoica.

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

Este contexto se ubica en el extremo noreste del cantón, con alturas que oscilan entre los 1.100 a 2.200 msnm. Su extensión es de 29 km² aproximadamente y se desarrollan íntegramente sobre Granito de Abitagua.

Corresponden a las partes superiores de los batolitos graníticos: relieves encajantes de los bordes o flancos superiores de las depresiones, expuestos a los agentes meteóricos como el viento o las precipitaciones de tipo orográfico. Se desarrollan pendientes largas y fuertes de más del 70%, limitadas por crestas rectas y anchas; todo esto, siempre recubierto de proyecciones piroclásticas de cenizas.

Sus características son las mismas que las descritas para el dominio fisiográfico Vertientes Externas de la Cordillera Real.

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

Se localiza en el borde oriental desde el noreste, pasando por la región central del área de estudio hacia el extremo suroccidental del cantón, con alturas que oscilan entre los 1.800 a 2.900 msnm. Su extensión es de 115 km² aproximadamente, siendo el segundo contexto del cantón en extensión.

Presenta relieves con formas agudas, irregulares y asimétricas, producto de la disposición del sustrato rocoso: valles alargados, barras rocosas, pitones, etc., con pendientes fuertes y abruptas.

El sustrato está formado mayoritariamente por materiales de edad paleozoica como la Formación Pumbuiza y la Serie Llanganates y materiales de edad mesozoica como los correspondientes a la Formación Tena y al Grupo Margajitas.

3.3.5. Medio Aluvial de Sierra

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

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

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

El corredor de Cosanga es el que aparece en el área de estudio cantonal, desarrollándose en este caso sobre litologías de edad paleozoica como las incluidas en la Formación Pumbuiza y en la Serie Llanganates. En la salida de campo no se pudo tener acceso a las unidades geomorfológicas incluidas en este contexto y por tanto no se pudo comprobar la existencia de cenizas volcánicas en este contexto.

En el cantón Palora, este contexto se ubica en la zona norte, con alturas que oscilan entre los 900 a 2.100 msnm. Su extensión total se aproxima a los 24 km².

3.3.7. Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes

En el cantón Palora este contexto se dispone en el extremo noreste y en la región meridional del cantón, con alturas que oscilan entre los 800 a 1.500 msnm. Es el contexto más extenso, con una superficie aproximada de 516 Km².

Son un gran complejo de glaciares disectados, de más de 100 metros de espesor, meteorizados y con cubierta de cenizas. Son generados por coalescencia de los conos detríticos de los ríos Pastaza, Palora y Upano. Presenta numerosos encañonamientos de 100 metros de profundidad. Se presentan a una altura comprendida entre 800 y 1.500 msnm.

Sus características son las mismas que las descritas para el dominio fisiográfico Amazonía Periandina.

3.3.8. Medio Aluvial Amazónico

Este contexto es coincidente con el dominio fisiográfico del mismo nombre, cuyas características generales se han descrito en el apartado 3.2.6.

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	Km2 (Aprox.)
Paisajes glaciares	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Circo glaciar	2
		Cubeta glaciar	<1
		Vertiente de valle glaciar	5
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	1
Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	<1
		Vertiente heterogénea	9
		Coluvión antiguo	<1
	GLACIAR Y PERIGLACIAR	Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques	<1
POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas estrechas	2	
Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	3
		Terrazas indiferenciadas	<1
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea con fuerte disección	8
		Vertiente abrupta	1
		Vertiente abrupta con fuerte disección	8
		Coluvión antiguo	<1
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
		Relieve colinado alto	3
		Relieve colinado muy alto	3
		Relieve montañoso	1
	POLIGÉNICAS	Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	2

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km ² (Aprox.)
Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)	FLUVIAL	Barranco	5
		Terraza colgada	<1
		Testigo de cono de esparcimiento	2
		Superficie de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	13
		Vertiente rectilínea con fuerte disección	9
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente abrupta con fuerte disección	4
		Vertiente heterogénea	46
		Coluvión antiguo	2
		Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	<1
		Testigo de glacis de esparcimiento	<1
	ESTRUCTURAL	Superficie de mesa o meseta	2
		Superficie de mesa o meseta disectada	2
		Cornisa de mesa o meseta	1
		Vertiente de mesa o meseta	1
		Superficie de cuesta	5
		Frente de cuesta	2
		Vertiente de cuesta	2
		Superficie de chevron	<1
		Frente de chevron	<1
		Vertiente de chevron	<1
	Restos de superficie estructural	<1	
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	5
		Relieve colinado alto	6
		Relieve colinado muy alto	<1
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	2
Superficie inclinada		<1	
Cerro testigo		<1	
Interfluvio de cimas redondeadas		2	
Interfluvio de cimas estrechas		<1	

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km2 (Aprox.)
Medio aluvial de Sierra	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	2
		Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	1
		Barranco	<1
		Garganta	<1
		Terraza media	3
		Terraza alta	<1
		Terraza colgada	<1
		Vertiente o abrupto de terraza	<1
Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales	FLUVIAL	Valle en V	1
		Barranco	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	2
		Vertiente heterogénea	12
		Coluvión antiguo	1
		Macrocoluvión	2
	TECTÓNICO-EROSIVO	Relieve colinado medio	<1
		Relieve colinado alto	3
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	<1
		Interfluvio de cimas redondeadas	<1
		Interfluvio de cimas estrechas	1

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

CONTEXTO MORFOLÓGICO	GRUPO GENÉTICO	GEOFORMA	Km ² (Aprox.)
Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes	FLUVIAL	Barranco	<1
		Garganta	2
		Encañonamiento	1
		Superficie de cono de esparcimiento disectado	411
		Abrupto de cono de esparcimiento	13
		Testigo de cono de esparcimiento	75
		Superficie de cono de deyección	<1
		Superficie de cono de deyección disectado	<1
		Abrupto de cono de deyección disectado	<1
		Testigo de cono de deyección	<1
	LADERAS	Vertiente rectilínea	3
		Vertiente abrupta	<1
		Vertiente heterogénea	<1
		Coluvión antiguo	<1
		Macrocoluvión	<1
	ESTRUCTURAL	Restos de superficie estructural	<1
		POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial reciente
Coluvio-aluvial antiguo	6		
Medio aluvial Amazónico	FLUVIAL	Valle fluvial, llanura de inundación	31
		Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación)	31
		Barranco	<1
		Encañonamiento	3
		Cauces abandonados, meandros abandonados	<1
		Terraza media	9
		Terraza alta	2
		Vertiente o abrupto de terraza	1
		Terrazas indiferenciadas	1
	Terrazas escalonadas	<1	
	POLIGÉNICAS	Coluvio-aluvial antiguo	3
Cerro testigo		<1	

Fuente: CNT

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 (derrumbe)	Q _{dl3}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño	<1
Depósitos de ladera (coluvial)	Q _{dl4}	Cuaternario	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno	7
Depósitos coluvio aluviales	Q _{dca}	Cuaternario	Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques	11
Depósitos aluviales	Q _{da}	Cuaternario	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	66
Depósitos aluviales (cono de deyección)	Q _{da5}	Cuaternario	Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables	2
Depósitos aluviales (terrazas)	Q _{da8}	Cuaternario	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa	17
Depósitos glaciares	Q _{dg}	Cuaternario	Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (Till, tillita).	< 1

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

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km² (aprox.)
Formación Mera	Q _{Mr}	Cuaternario	Arcillas y areniscas tobáceas, con horizontes de conglomerados gruesos con estratificación cruzada	510
Volcánicos El Altar	P _{VAt}	Pleistoceno	Lavas intermedias y básicas de color verde claro a oscuro; tobas de grano medio, de color marrón a blanco, con fragmentos andesíticos y piedra pómez	<1
Formación Arajuno	Mio _{Ar}	Mioceno	Arenas y areniscas con tamaño de grano variable y color pardo; niveles de conglomerados con intercalaciones discontinuas de arcilla abigarrada	34
Grupo Margajitas	K _{Mj}	Cretácico	Esquistos calcáreos bituminosos, esquistos arcillosos, pizarras negras, areniscas cuarcíticas, lutitas negras	34
Formación Tena	K _{Te}	Cretácico	Arcillas de margosas a arenosas de colores abigarrados, principalmente pardo rojizos y rojos en superficie	21
Formación Napo	K _{Np}	Cretácico	Areniscas y lutitas con calizas subordinadas; caliza gris fosilífera; lutitas oscuras interestratificadas con escasas calizas grises parcialmente fosilíferas	<1
Granito de Abitagua	JG _{Ab}	Jurásico	Granito (monzogranito de biotita, de grano grueso y color rosado)	29
Serie Llanganates	PZ _{LI}	Paleozoico	Filitas, esquistos y gneises predominantes; granito anatéxico de Azafrán	40

FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL	SÍMBOLO	EDAD	LITOLOGÍA	km ² (aprox.)
Formación Pumbuiza	Pz _p	Paleozoico	Pizarras arcillosas, a veces gráficas; localmente, areniscas cuarcíticas de grano fino y conglomerados de matriz silíceas	21
Granito de Abitagua-Guacamayos	IN G-Gd _A	Sin asignación de edad	Granito, granodiorita	<1

Fuente: CNT, 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, Mio=Mioceno, K=Cretácico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial (dl=depósitos de ladera; dca=depósitos coluvio aluviales) o al nombre de la "formación geológica" (Ar=Arajuno; Np=Napo; Mr=Mera, etc.). Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, a lo largo de las fronteras oriental y meridional, siguiendo los ríos Pastaza y Palora, y en el contexto *Medio aluvial de Sierra*, en el sector suroccidental, en parte del cauce del río Chulla Llushín.

Esta geoforma es una franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. Los ríos mencionados anteriormente transportan y depositan materiales aluviales, formados por arenas, limos, arcillas y conglomerados. Se caracterizan generalmente por pendientes planas a suaves (de 0 a 12%) con formas de drenaje meándricas y un fondo de valle plano como se puede observar en la siguiente fotografía.



Fotos 1 y 2. Valle fluvial, llanura de inundación. Sector localidad de Mera (izquierda) 08/06/2014; y Sector Centro Amazonas (derecha). 05/08/2014.

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

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 y por tanto no aptas para el aprovechamiento agrícola.

Está constituida por depósitos aluviales y presenta pendientes de planas a muy suaves (de 0 a 5%), una forma de drenaje anostomosada y una forma de valle plana. Se sitúa en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, localizándose en los extremos sur y oriental del cantón, en los márgenes de los ríos Pastaza y Palora, además se presenta dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra* en las márgenes de los ríos Llushín y Chulla Llushín, en su confluencia con el río Pastaza.



Foto 3. Terraza baja y cauce actual. El río Pastaza en el sector Shell. 05/08/2014.

3.5.1.3. Valle en V (E1)

Esta geoforma se localiza en el extremo norte del cantón, en el cauce del río Encanto y en uno de sus afluentes, en las proximidades de su confluencia con el río Pastaza. Está dentro del contexto morfológico *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. Las dos vertientes laterales presentan fuertes pendientes (de 40 a 70%) y predomina la incisión vertical. Se desarrolla sobre la Formación Pumbuiza.

3.5.1.4. Barranco (E2)

Se encuentra tanto en el extremo septentrional del cantón como a lo largo del extremo suroccidental. También se encuentran en una pequeña extensión en la región oriental, en la desembocadura del río Yavintza en el río Pastaza, que se emplaza dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*. Además se encuentran en casi todos los contextos morfológicos presentes en el cantón, siendo los más relevantes: el contextos Relieves escarpados donde pueden incidir sobre muchas de la litologías descritas para este contexto y el contexto morfológico Vertientes homogéneas sobre granitos donde se desarrollan sobre el Granito de Abitagua.

En los cursos altos de los ríos se desarrollan sobre materiales como el Granito de Abitagua, Serie Llanganates, Grupo Margajitas y la Formación Arajuno. En el caso de desarrollarse en cauces más bajos, los barrancos se desarrollan debido a que las formaciones son más erosionables, como en el caso de las formaciones Napo, Tena y Mera en el contexto *Piedemontes próximos*, sobre la Formación Mera en *Medio aluvial amazónico*, o las pizarras arcillosas de la Formación Pumbuiza en los contextos *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera real) y Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Presentan pendientes fuertes (de 40 a 70%) y formas de valle en V, excepto en el contexto *Relieves escarpados* que también presenta formas de valle planas y pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%) y escarpadas (de 100 a 150%).

3.5.1.5. Garganta (E3)

Se encuentran en el extremo oriental, en el cauce de varios afluentes del río Pastaza; en la zona central del sector sur del cantón, en el cauce y afluentes de los ríos Amundalo y Chulla Llushín; y hacia el noreste del cantón, en el río Antonio Yacu.

En el *Medio aluvial de Sierra*, las gargantas erosionan las arcillas de la Formación Tena, con pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desnivel relativo de 5 a 15 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con forma de vertiente rectilínea y forma de valle plana; mientras que en *Piedemontes próximos*, estas geoformas erosionan los materiales de las formaciones Arajuno y Mera, en pendientes fuerte (de 40 a 70%), con desnivel relativo de 15 a 50 metros, vertientes rectilíneas de cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 metros) y formas de valle planas o en V.

3.5.1.6. Encañonamiento (E4)

Esta geoforma se encuentra repartida hacia el oeste del cantón, en los ríos Amundalo y Huatatuca y hacia el extremo este, en el río Pushintza. Está dentro de los contextos morfológicos: *Medio aluvial de Sierra* y *Piedemontes próximos*, con cobertura de cenizas volcánicas recientes. En ambos contextos se presenta sobre la Formación Mera y en el segundo también sobre la Formación Tena.

Se caracteriza por pendientes muy fuertes (70 a 100%), desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas de vertiente rectilínea y formas de valle planas o en V.



Foto 4. Encañonamiento. Sector Centro Santa Cruz. 06/08/2014.

3.5.1.7. Cauces abandonados, meandros abandonados (C1)

Esta geoforma se sitúa en la región sureste del cantón Palora, en la margen derecha del río Pastaza, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*. Son segmentos fluviales curvilíneos, abandonados por el cambio de trazado del río en su evolución.

Constituidos por depósitos aluviales, se caracterizan por presentar pendientes muy suaves (de 2 a 5%), drenajes con formas meándricas y formas de valle planas.

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Es una superficie subhorizontal que presenta pendientes mayoritariamente muy suaves (de 2 a 5%) y se desarrolla en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*. Se sitúa justo por encima del nivel máximo de las aguas de los ríos adyacentes y en el cantón Palora se encuentra repartida en el extremo suroriental, en la margen derecha del río Pastaza y también en el sector central del cantón en las márgenes del río Culla Llushín antes de su confluencia con el río Pastaza. Su composición litológica está compuesta por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa.

3.5.1.9. Terraza alta (Ta)

Esta geoforma se encuentra por encima de la terraza media, localizándose en los extremos noreste y sureste, en la margen derecha del río Pastaza, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, y en la región central del cantón, en las márgenes del río Chulla Llushín, en el contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Se caracteriza por pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y está formada por depósitos aluviales de terraza.



Foto 5. Terraza alta. Sector localidad de Mera. 09/06/2014.

3.5.1.10. Terraza colgada (Tc)

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*.

En este caso está desconectada del valle fluvial (como se puede observar en la foto 6) y se compone de depósitos aluviales de terraza con pendientes suaves (de 5 a 12%).

Se sitúa en el extremo noreste, en la margen derecha del río Pastaza, dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra*; y en el este de la región central, en la confluencia de los ríos Chulla Llishín y Llushín, en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.



Foto 6. Terraza colgada. Sector localidad de Mera. 09/06/2014.

3.5.1.11. Vertiente o abrupto de terraza (Tv)

Esta geoforma se refiere al escarpe o escalón que forman las superficies de terraza descritas con anterioridad. Se localiza en los extremos noreste, sur y sureste, en la margen derecha de los ríos Pastaza y Palora, dentro del contexto morfológico *Medio aluvial amazónico*, y en la región central del cantón, en las márgenes del río Chulla Llushín, en el contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Su litología está constituida, al igual que en las terrazas, por depósitos aluviales de terraza, y las características varían según el contexto.

En el contexto *Medio aluvial de Sierra* las pendientes varían de medias hasta fuertes (de 12 a 70%) y el desnivel relativo está comprendido entre 5 y 100 metros. Las longitudes de vertiente son moderadamente largas (de 50 a 250 metros). En el *Medio aluvial amazónico*, las pendientes varían de medias hasta muy fuertes (de 12 a 100%), el desnivel relativo está comprendido entre 5 y más de 300 metros y las vertientes varían desde cortas hasta muy largas (de 15 a más de 500 metros). En ambos casos la forma de vertiente es rectilínea.

3.5.1.12. Terrazas escalonadas (Te)

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

Se encuentra en el extremo nororiental del cantón Palora, en los márgenes del río Pastaza, al noroeste de la localidad de Mera. Se sitúa íntegramente en el contexto morfológico *Medio aluvial amazónico* y se ha desarrollado sobre depósitos aluviales de terraza, presentando pendientes suaves (de 5 a 12%).

3.5.1.13. Terrazas indiferenciadas (Ti)

Bajo esta denominación también se incluyen las terrazas erosivas o terrazas rocosas, aunque en este caso las terrazas indiferenciadas tienen depósitos aluviales (terrazas) como sustrato.

Se localizan en el extremo sureste, en la margen del río Pastaza, con pendientes muy suaves (de 2 a 5%), dentro del contexto *Medio Aluvial Amazónico*.

3.5.1.14. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)

Esta geoforma ocupa prácticamente toda la región suroriental del cantón, encontrándose también en el noreste del cantón, en la margen derecha del río Pastaza a la altura de Shell. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

En este caso, corresponde a las zonas más llanas de un abanico aluvial procedente de los relieves circundantes de la Cordillera del Tiririco, en que la escorrentía superficial se muestra concentrada y se aprecia un cierto grado de incisión en dichas formas de drenaje.

Está desarrollado sobre la Formación Mera y presenta pendientes de muy suaves a medias (de 2 a 25%), un desnivel relativo de 25 a 50 metros, vertientes de longitud de muy corta a moderadamente larga (de menos de 15 a 250 metros) con formas rectilíneas e irregulares, formas de cima plana y formas de valle en V, en U o planas.



Foto 7. Superficie de cono de esparcimiento disectado. El río Pastaza en el sector Shell. 05/08/2014.

3.5.1.15. Abrupto de cono de esparcimiento (Co4)

Se sitúa en los sectores suroriental y nororiental del cantón. Se encuentra íntegramente dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Se constituye, al igual que la anterior geoforma, por la Formación Mera. Sus características son pendientes medias a muy fuertes (de 12 a 100%), desnivel relativo entre 25 y 200 metros, longitud de vertiente de corta a larga (de 15 a 500 metros) y formas rectilíneas.

Se puede observar la geoforma en la fotografía del apartado anterior, al igual que en esta fotografía se observa la geoforma anterior, dada su relación morfológica.



Foto 8. Abrupto de cono de esparcimiento. Sector Centro Santa Cruz. 06/08/2014.

3.5.1.16. Testigo de cono de esparcimiento (CoT)

Esta geoforma representa una parte aislada o separada de un cono de esparcimiento, o que ya no conserva la morfología en planta característica de los mismos. Se sitúa en el sector central del cantón, localizándose dentro de los contextos morfológicos: *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica* y *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Presenta diferentes grados de disección en superficie y sus características varían según el contexto en que se encuentre:

En los *Piedemontes próximos*, se desarrolla sobre las formaciones Napo y Mera, con pendientes de suaves a fuertes (de 5 a 70%), desniveles relativos comprendidos entre 5 y 200 metros, vertientes de cortas a muy largas (de 15 a más de 500 metros) con formas variadas (mixta, rectilínea, etc.) y formas de cima planas o redondeadas. En los *Relieves escarpados*, se desarrolla únicamente sobre la Formación Mera, aunque en el insumo geológico aparezca como Formación Arajuno, se ha decidido debido a la estructura de la geoforma, que su litología es la Formación Mera. Presenta pendientes de suaves hasta medias a fuertes (de 5 a 40%), desniveles relativos de 5 a 50 metros, vertientes irregulares de cortas a moderadamente largas (de 15 a 250 metros) y formas de cima agudas, planas o redondeadas.

3.5.1.17. Superficie de cono de deyección (Cd1)

Esta geoforma se localiza en el extremo noreste del cantón, en la margen del río Pastaza a la altura de Mera, en el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*; en una pequeña superficie hacia el noroeste en el contexto *Vertientes homogéneas* y en el sector central y occidental en la margen izquierda del río Chucha Llushín, dentro del contexto *Relieves escarpados*.

La superficie de cono de deyección está formada por limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables, características del mismo. Las características varían según su localización geográfica. Dentro del contexto *Piedemontes próximos*, las pendientes son suaves (de 5 a 12%), con desnivel de 25 a 50 metros y vertientes rectilíneas muy largas (más de 500 metros). En *Relieves escarpados*, las pendientes van de suave a media (de 5 a 25%), con desnivel relativo de 15 a 100 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) o muy largas (más de 500 metros) con forma convexa o rectilínea. Por último en las *Vertientes homogéneas* se desarrollan pendientes medias a fuertes (de 25 a 40%), con desnivel relativo de 15 a 25 metros y vertientes convexas moderadamente largas (de 50 a 250 metros).

3.5.1.18. Superficie de cono de deyección disectado (Cd3)

Se localiza en el extremo noreste del cantón, en la margen derecha del río Pastaza a la altura de la localidad de Mera, dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Está formado por depósitos aluviales de cono de deyección y presenta pendientes suaves (de 5 a 12%), las disecciones otorgan a esta geoforma un desnivel relativo de 15 a 25 metros y una longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas irregulares. Las formas de valle son en U y las formas de cima redondeadas.

3.5.1.19. Abrupto de cono de deyección disectado (Cd3)

Se trata de un escarpe o escalón que limita con una superficie de cono de deyección y que forma parte del mismo cuerpo sedimentario. Se localiza en el extremo noreste del cantón, en relación a la geoforma anterior, dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), con desnivel relativo de 15 a 50 metros, vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con formas rectilíneas. Se desarrolla sobre depósitos aluviales de cono de deyección.

3.5.1.20. Testigo de cono de deyección (Cdt)

Se localiza en el extremo noreste del cantón, al noroeste de la geoforma anterior, al final del río Santa Cruz. Está dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*.

Está formado por depósitos aluviales de cono de deyección, con pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%), desnivel relativo de 5 a 15 metros y de 25 a 50 metros, vertientes largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con forma mixta y forma de cima redondeada.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Este tipo de vertiente de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo presenta una escasa o nula disección, situándose desde la región más septentrional, a lo largo de todo el extremo oriental hasta la zona central, y en el extremo suroeste del cantón.

Se encuentra dentro de cuatro contextos morfológicos, con características diferentes: en el contexto *Corredor de Cosanga*, presenta pendientes de medias a fuertes hasta fuertes (de 25 a 70%), desnivel relativo de 100 a 300 metros y vertiente larga a muy larga (de 250 a más de 500 metros); en las *Estribaciones orientales subandinas*, se desarrollan vertientes rectilíneas moderadamente largas (de 50 a 250 metros) con pendientes fuertes (de 40 a 70%) y desnivel relativo de 25 a 50 metros; en los *Piedemontes próximos*, se dan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), con desnivel relativo de 25 a 200 metros y vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros); y los *Relieves escarpados* presentan pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desnivel relativo de 25 a 300 metros y longitud de vertiente de corta muy larga (de 15 a más de 500 metros).

Se desarrollan sobre un amplio abanico de formaciones geológicas: Fm. Pumbuiza, Serie Llanganates, Fm. Napo, Fm. Tena, Grupo Margajitas, Fm. Arajuno y Fm. Mera.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Se localizan en el extremo más septentrional y también en el extremo suroccidental del cantón Palora. Presentan un perfil longitudinal rectilíneo, en el que se aprecia una marcada disección. Sus características varían en función del contexto morfológico en el que se encuentran.

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se forman sobre la Serie Llanganates, con una pendiente fuerte (de 40 a 70 %), un desnivel relativo de 100 a 300 metros y vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) y muy largas (más de 500 metros); en los *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, la litología se compone de la Formación Arajuno, el Grupo Margajitas y la Serie Llanganates, con una pendiente media a fuerte (de 25 a 40 %), un desnivel relativo de 50 a 100

metros y más de 300 metros y vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 m); y en las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas* se dan pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100 %), con más de 300 metros de desnivel y vertientes de moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) sobre los Granitos de Abitagua.

3.5.2.3. Vertiente abrupta (La1)

Se localiza principalmente en el extremo septentrional del cantón Palora, y también hacia el sur por la frontera oriental, en la margen del río Pastaza y del río Llushín más hacia la región central.

Las pendientes son muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%) y la forma de vertiente es rectilínea. En el contexto *Piedemontes próximos*, se desarrolla en la Formación Mera, con desnivel relativo de 50 a 100 metros y en *Relieves escarpados* sobre la Formación Arajuno con desnivel relativo de 100 a 200 metros, en ambos contextos la longitud de vertiente es moderadamente larga (de 50 a 250 metros).

En las *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, se da un desnivel relativo de 50 a 100 metros y más de 300 metros y vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) sobre Granito de Abitagua.

3.5.2.4. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

Esta geoforma se encuentra en el extremo septentrional del cantón, en el este dentro del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, sobre una litología formada por Granitos de Abitagua y Granitos de Abitagua-Guacamayos, y hacia el oeste dentro del contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, sobre la litología de la Serie Llanganates.

Es una vertiente abrupta en la que se aprecia una marcada disección. Presenta pendientes de muy fuertes a escarpadas (de 70 a 150%), desniveles relativos de 50 a más de 300 metros y vertientes rectilíneas moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros).



Foto 9. Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Abitagua. 09/06/2014.

3.5.2.5. Vertiente heterogénea (Lh1)

En este cantón se reparten por la región más septentrional, en el sector central y oriental, y también en la mitad meridional, desde el centro-este en la confluencia de los ríos Llushín y Pastaza, en continuidad hacia el suroeste, llegando hasta el extremo suroccidental.

Se caracterizan por ser vertientes irregulares y según el contexto tienen diferentes características. En el contexto *Corredores*, la litología se compone de la Formación Pumbuiza y la Serie Llanganates, con pendiente media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo de 25 a 50 metros y de 100 a más de 300 metros y en el contexto *Relieves escarpados*, la litología está formada por la Formación Pumbuiza, Serie Llanganates, Grupo Margajitas, Formación Tena y Formación Arajuno, con pendientes de media a fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 25 a más de 300 metros; ambos contextos con longitud de vertiente moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros).

En el contexto *Paisajes de páramo*, las vertientes se desarrollan sobre la Serie Llanganates, con pendiente fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%), desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y vertiente de larga a muy larga (de 250 a más de 500 metros); y en *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, se dan pendientes de 12 a 25%, desniveles de 50 a 100 metros y vertientes largas (de 250 a 500 metros) sobre la Formación Tena.

3.5.2.6. Coluvión antiguo (Col2)

Están compuestos por depósitos coluviales de ladera, formados por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Esta geoforma se encuentra repartida por el borde septentrional del cantón, con mayor presencia en el extremo nororiental, también en el borde oriental en la margen del río Pastaza y en la región suroccidental. Se localiza en cinco de los contextos morfológicos presentes.

En el contexto *Corredores* se dan pendientes medias (de 12 a 25%), con desnivel relativo de 25 a 50 metros o de 100 a 300 metros y una vertiente irregular, cóncava o rectilínea moderadamente larga (de 50 a 250 metros) o muy larga (más de 500 metros). Mientras que en el contexto *Paisajes de páramo*, el desnivel relativo supera los 300 metros, las pendientes son fuertes (de 40 a 70%), las vertientes cóncavas y muy largas (más de 500 metros).

En los *Piedemontes próximos* y los *Relieves escarpados* la pendiente va de suave a media a fuerte (de 5 a 40%). El desnivel relativo de 15 a 100 metros o superior a 300 metros. Presenta formas de vertiente variadas.

En el contexto *Vertientes homogéneas* se dan pendientes de medias a fuertes (de 12 a 70%), un desnivel relativo de 15 a 25 metros, de 50 a 100 metros y de 200 a 300 metros y vertientes irregulares, cóncavas o convexas con longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros).

3.5.2.7. Macrocoluvión (Col3)

En este proyecto, de forma convencional, se consideran macrocoluviones a aquellos coluviones que cuentan con una superficie superior a 140 hectáreas.

En el cantón Palora se localizan en el extremo nororiental, en el borde más oriental, en la margen del río Pastaza dentro del contexto *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes*, y más hacia el noroeste, cercanos a la frontera, en el contexto *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales*.

Están formados por depósitos coluviales de ladera y se caracterizan por pendientes de medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), desniveles relativos de 50 a 200 metros y vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) con formas irregulares.

3.5.2.8. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Está formado por depósitos de derrumbe de ladera, en dos contextos distintos, pero en ambos casos provienen de litologías sedimentarias poco consolidadas. Esta geoforma se puede considerar un tipo particular de coluvión en el que el material depositado es consecuencia de un movimiento en masa a través de una superficie de rotura.

En el contexto *Piedemontes próximos*, presenta una pendiente fuerte (de 40 a 70%), con desnivel relativo de 50 a 100 metros y una vertiente convexa e irregular de longitud larga (de 250 a 500 metros). Mientras que en el contexto *Relieves escarpados* la pendiente es media (de 12 a 25%), el desnivel relativo de 25 a 50 metros y la vertiente convexa con longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros).

3.5.2.9. Testigo de glacis de esparcimiento (Pd4)

En este cantón se considera testigo de glacis a una pequeña superficie que no conserva completa la forma de glacis de esparcimiento del que procede.

Presenta pendiente media (de 12 a 25%), con un desnivel relativo de 50 a 100 metros y vertientes rectilíneas de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros). Se localiza en la región suroccidental, enlazando la vertiente oriental de la Cordillera Tiririco, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

3.5.3. Glaciar y periglaciar

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

En el cantón Palora los circos glaciares se encuentran ubicados a lo largo de todo el borde occidental del sector noroeste, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Están formados sobre la serie Llanganates y presentan características de pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y vertientes cóncavas moderadamente largas a largas (de 50 a 500 metros).

3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma se localiza a lo largo de todo el borde occidental del sector noroeste del cantón, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Sus características son pendientes suaves a medias (de 5 a 25%), desnivel relativo de 5 a 50 metros y de 100 a 200 metros y longitud de la vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros) con formas cóncavas.

3.5.3.3. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

En este caso se encuentran a lo largo de todo el borde occidental de la región noroeste del cantón, formando parte de la vertiente occidental de la Cordillera de Las Flautas, dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Están formadas sobre la serie Llanganates y los volcánicos El Altar. Presenta características de pendientes fuertes a muy fuertes (de 40 a 100%), desnivel relativo de 200 a más de 300 metros con vertientes muy largas (superior a 500 metros) y formas rectilíneas.

3.5.3.4. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques (Gp5)

Estas rocas se localizan en el borde más noroeste del cantón, distribuidas entre el Cerro Herraduras y el Cerro Candelaria. Se sitúa en el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Presenta pendientes de medias hasta fuertes (de 12 a 70%), desnivel relativo de 15 a 200 metros y vertientes de corta a muy larga (de 15 a más de 500 metros) con formas irregulares. La litología está compuesta por depósitos de ladera.

3.5.4. Estructural

3.5.4.1. Superficie de mesa o meseta (Eh1)

Esta geoforma es una superficie plana o ligeramente ondulada, con pendientes suaves (de 5 a 12%), elevada respecto al territorio circundante, y desarrollada sobre rocas con estratificación horizontal, con cuya geometría es coincidente. Se desarrolla sobre la Formación Arajuno, compuesta por arenas y areniscas con tamaño de grano variable y niveles de conglomerados.

Se localiza en el este de la región central, entre los ríos Llushín y Pastaza, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

3.5.4.2. Superficie de mesa o meseta disectada (Eh2)

Esta geoforma se encuentra en el este de la región central, entre los ríos Llushín y Pastaza, al norte de la geoforma anterior, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se desarrolla, al igual que la geoforma anterior, sobre la Formación Arajuno, con pendientes suaves (de 5 a 12%), desnivel relativo de 5 a 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas mixtas o cóncavas, formas de cima redondeadas y formas de valle en U.

3.5.4.3. Cornisa de mesa o meseta (Eh3)

Se localiza en el este del sector central, en relación a las geoformas anteriores y por tanto se desarrolla igualmente sobre la Formación Arajuno. Se desarrolla dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Presenta abruptos fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo de 25 a 200 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga a larga (de 50 a 500 metros) con forma rectilínea.



Foto 10. Cornisa de mesa o meseta. Sector Centro Llushín. 06/08/2014.

3.5.4.4. Vertiente de mesa o meseta (Eh4)

En este caso la vertiente de mesa o meseta tiene continuidad con la cornisa de mesa o meseta anterior. Por tanto, se localiza en el este del sector central, en relación a las geoformas anteriores y se desarrolla igualmente sobre la Formación Arajuno, dentro del mismo contexto morfológico.

Sus características son pendientes medias (de 12 a 25%), un desnivel relativo entre 25 y 100 metros y vertientes largas (de 250 a 500 metros) con formas convexas.

3.5.4.5. Superficie de cuesta (Ei1)

Las cuestas son representaciones de capas inclinadas, con buzamientos comprendidos entre 1 y 12° (del 2 al 25%). Se desarrollan, como en las superficies de mesa o meseta sobre la Formación Arajuno, compuesta por arenas y areniscas con tamaño de grano variable y niveles de conglomerados.

Se encuentra situada hacia el noreste de la región central, formando un área más o menos continua en la misma dirección que el río Pastaza. Está dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Se caracteriza por desniveles relativos comprendidos entre 15 a 25 metros y entre 50 y 100 metros, vertientes de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros) y muy larga (más de 500 metros) y formas rectilíneas.

3.5.4.6. Frente de cuesta (Ei3)

Se sitúa en el límite este de la superficie de cuesta descrita anteriormente y dentro del mismo contexto morfológico que esta. Se localiza al oeste de la localidad de Centro Amazona y se desarrolla sobre la litología de la Formación Arajuno. Este abrupto, no siempre cartografiable, presenta una pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 25 a 100 metros y vertientes rectilíneas con longitudes de cortas a largas (de 15 a 500 metros).

3.5.4.7. Vertiente de cuesta (Ei4)

Esta geoforma es la ladera sobre la que culmina una superficie de cuesta. En este caso, ambas geoformas están separadas por un frente de cuesta, definido anteriormente, que se localiza por encima de esta vertiente de cuesta. Se localiza al noreste de la región central, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados*.

Sus características son pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%), un desnivel relativo de 15 a 100 metros y vertientes irregulares de longitud moderadamente larga a larga (de 50 a 500 metros).

3.5.4.8. Superficie de chevron (Ei5)

Esta geoforma se localiza en la región nororiental, en una ladera al sureste de la cuenca alta del río Cuscurrum. Está dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados*.

Es una superficie con una inclinación significativamente mayor que la superficie de cuesta, una pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), cuya geometría coincide con la de los estratos sobre los que se desarrolla, las arenas y areniscas con tamaño de grano variable y niveles de conglomerados de la Formación Arajuno. Presentan un desnivel relativo de 25 a 50 metros y una vertiente irregular larga (de 250 a 500 metros).

3.5.4.9. Frente de chevron (Ei6)

El frente de chevron es un abrupto de una superficie de chevron. Se localiza por tanto, en la región nororiental, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados*, desarrollado sobre la Formación Arajuno con una pendiente fuerte (de 40 a 70%), un desnivel relativo de 25 a 50 metros y una vertiente rectilínea moderadamente larga (de 50 a 250 metros).

3.5.4.10. Vertiente de chevron ((Ei7)

Esta geoforma es una ladera sobre la que culmina una superficie de chevron. Ambas geoformas están separadas por un frente de chevron, en este caso mapeable. Esta vertiente de chevron se localiza por encima de la geoforma anterior, en continuidad con ella. Por tanto, se localiza igualmente en la región nororiental, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se sitúa sobre la Formación Arajuno, al igual que el frente de chevron, presentando un desnivel relativo de 25 a 50 metros y una vertiente de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 metros), la cual en este caso es mixta.

3.5.4.11. Restos de superficie estructural (Esr)

Esta geoforma se sitúa en la región nororiental, en el suroeste de Mera, dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos* y en el este de la región central, en el contexto *Relieves escarpados*.

En el contexto *Piedemontes próximos* se desarrolla sobre la Formación Napo, con pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), desnivel relativo de 100 a 200 metros y más de 300 metros y vertiente irregular o rectilínea de larga a muy larga (de 250 a más de 500 metros). En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, la pendiente es media, el desnivel de 25 a 100 metros y se dan vertientes moderadamente largas (de 50 a 250 metros) y muy largas (más de 500 metros) sobre la Formación Arajuno.

3.5.5. Tectónico-erosivo

3.5.5.1. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se localiza en el sector nororiental en tres contextos morfológicos distintos: *i) Corredores, depresiones (Cosanga); ii) Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera real) y iii) Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera real)*.

En los contextos *Corredores* y *Vertientes homogéneas* se desarrolla esta geoforma con pendientes fuertes, con forma de valle en V sobre la Formación Pumbuiza y el Granito de Abitagua. Presenta, en su conjunto desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros.

En el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas* esta geoforma se desarrolla sobre el Grupo Margajitas y sobre las formaciones Tena y Arajuno, con pendiente de media a media a fuerte (de 12 a 40%), forma de cima redondeada y valles en V o en U. Las vertientes van de moderadamente largas hasta largas (de 50 a 500 metros), al igual que en el contexto *Vertientes homogéneas* y con forma irregular o rectilínea. Las vertientes en el contexto *Corredores*, son moderadamente largas (de 50 a 250 metros).

3.5.5.2. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma se encuentra tanto en el extremo noreste del cantón, en los contextos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales* hacia el oeste y en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* hacia el este, como en el extremo suroeste, en el contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Presenta un desnivel relativo de 100 a 200 metros y forma de cima redondeada. Las pendientes son generalmente de medias a fuertes (de 12 a 70%) y en ocasiones hasta muy fuertes (de 70 a 100%), vertientes de largas a muy largas (de 250 a más de 500 metros) mixtas e irregulares y formas de valle en V; en el caso del contexto *Vertientes homogéneas*, vertientes moderadamente largas a largas (de 50 a 250 metros) con forma mixta, irregular o rectilínea y formas de cima agudas en algunos casos.

Se desarrollan sobre Granito de Abitagua, Formación Pumbuiza, Serie Llanganates, Formación Tena y Grupo Margajitas.

3.5.5.3. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Se encuentra en dos contextos morfológicos distintos, por los que se distingue tanto en localización geográfica como en características.

En el extremo noreste del cantón, se encuentra la geoforma dentro del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, desarrollada sobre Granito de Abitagua, con pendientes de 25 a 100%, vertientes moderadamente largas a muy largas (de 50 a más de 500 metros) con formas mixtas, irregulares o rectilíneas y formas de cima agudas y de valle en V.

En la región suroeste del cantón, se encuentra en el contexto *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, sobre el Grupo Margajitas, con pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desnivel definido por la geoformas, vertientes rectilíneas largas (de 250 a 500 metros) y formas de cima redondeada y de valle en U. Los desniveles relativos, propios de la geoforma, varían entre 200 y 300 metros.

3.5.5.4. Relieve montañoso (Rt7)

Esta geoforma se localiza en el extremo noreste del cantón, dentro del contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se trata de una geoforma con los mismos patrones que las geoformas anteriores, diferenciándose en este caso que la disección, en conjunto, le permite alcanzar desniveles máximos en su interior de más de 300 metros. Se desarrolla sobre Granito de Abitagua y presenta pendientes fuertes (de 40 a 70%), vertientes rectilíneas de larga longitud (superior a 500 metros), formas de cima agudas y valles en V.



Foto 11. Relieve montañoso. Sector localidad de Mera. 09/06/2014.

3.5.6. Poligénicas

3.5.6.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Se encuentra en el extremo noreste del cantón, en el cauce de un afluente del río Pastaza, en el suroeste de Mera. Está dentro del contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* y se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%) y forma de valle en U.

La litología se corresponde con limo-arcillas, arenas, gravas y bloques, típicas de depósitos coluvio aluviales.

3.5.6.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma se sitúa repartida por todo el borde oriental de la mitad septentrional, y por toda la mitad meridional del cantón. Se localiza en cinco de los contextos morfológicos definidos para el cantón Palora.

Por contraposición con la geoforma coluvio-aluvial reciente, en éstos el grado de disección es alto y cuentan con una vegetación pionera bien desarrollada. Su litología corresponde a depósitos coluvio aluviales.

Dentro del contexto *Corredores* presenta pendientes suaves (de 5 a 12%) y media a fuerte (de 25 a 40%) con forma de valle en V; en *Medio Aluvial Amazónico* tiene pendiente de suave a media (de 5 a 25%) y valle en V o plano; dentro de *Paisajes de páramo* la pendiente es media a fuerte (de 25 a 40%) y la forma de valle plana; en los contextos *Piedemontes próximos* y *Relieves escarpados* tienen una pendiente de muy suave hasta media a fuerte (de 2 a 40%) con valles planos.



Foto 12. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Numbaime. 06/08/2014.

3.5.6.3. Superficie inclinada (Si2)

Esta geoforma se encuentra en el este del sector central del cantón, en la margen derecha del río Llushín antes de su confluencia con el río Pastaza, dentro del contexto morfológico *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Se presenta en la Formación Arajuno, con pendiente suave (de 5 a 12%), con desnivel relativo de 25 a 50 metros y vertientes rectilíneas de 250 a 500 metros.

3.5.6.4. Cerro testigo (Rr4)

Se encuentra en los contextos *Medio Aluvial Amazónico* y *Relieves escarpados*. Se desarrolla sobre las formaciones Arajuno y Mera.

En ambos contextos las características son pendientes fuertes (de 40 a 70%), un desnivel relativo de 25 a 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con forma mixta y forma de cima plana.



Foto 13. Cerro testigo. Sector Shiran Pastaza. 07/08/2014.

3.5.6.5. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Se encuentran en el extremo noreste en los contextos *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba)* y *vertientes bajas marginales* hacia el oeste del extremo y en *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* hacia el este; y en *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se localiza los interfluvios en el noreste del cantón, en el noreste de la región central y al suroeste del cantón.

Se presenta en los contextos *Corredores, depresiones (Cosanga)* y *Vertientes homogéneas*, sobre la Formación Pumbuiza, con pendiente media (de 12 a 25%), en Granito de Abitagua con pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y en *Relieves escarpados* en la Formación Pumbuiza, Serie Llanganates, Formación Tena, Grupo Margajitas y Formación Arajuno, con pendientes de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).

3.5.6.6. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

En este caso, la geoforma se caracteriza por la presencia de crestas o aristas agudas en su interior, y por tanto, forma de cima aguda. Se desarrollan en la Serie Llanganates y sobre Granito de Abitagua, con pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%)

Esta geoforma se reparte por todo el extremo septentrional del cantón, de oeste a este se localiza en cinco contextos morfológicos: a lo largo de todo el borde noroeste, dentro del contexto *Paisajes glaciares*, hacia el oeste se encuentran los contextos *Paisajes de páramo, Relieves escarpados, Corredores y Vertientes homogéneas*.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El cantón Palora cuenta con una superficie total de 1.450 km², de los que 792 km² forman parte de la zona de estudio del proyecto. Está situado principalmente en la región Amazonía, y parte en la región Sierra, del orden del 20% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 700 metros hasta un máximo de 4.200 metros.

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

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Presenta escasa representación en el territorio estudiado, apenas 20 km², ocupando una pequeña extensión en el extremo noroccidental del área de estudio. Este dominio fisiográfico contiene, en el territorio estudiado, dos contextos morfológicos, denominados *Paisajes Glaciares*; y *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: circo glaciar, cubeta glaciar, vertiente de valle glaciar y rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques. La mayoría del resto de las geoformas mapeadas discriminan distintos tipos de laderas y depósitos asociados a las mismas. Las formas poligénicas están representadas por coluvio-aluviales, que son formas mixtas producidas por depósitos aluviales y de ladera y las geoformas lineales que quedan en el relieve de las cimas.

2. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Representa un 3,6% del área estudiada en el cantón, unos 29 km². Este Dominio Fisiográfico, que se desarrolla principalmente sobre rocas metamórficas y cuerpos intrusivos, ha sido modelado por erosión hídrica de carácter lineal. En el territorio estudiado del cantón, presenta dos Contextos Morfológicos, denominados *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* y *Relieves escarpados sobre rocas metamórficas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*.

Las geoformas más abundantes en dicho Contexto son las relacionadas con la formación estructural, como las superficies de mesa o meseta, cuesta y chevron y el modelado de laderas, especialmente distintos tipos de vertientes rectilíneas y abruptas. Las geoformas fluviales están representadas por barrancos. Se han identificado asimismo diferentes geoformas poligénicas: coluvio-aluviales antiguos, interfluvios de cimas estrechas y redondeadas, principalmente y cerros testigo. También se han reconocido, dentro del grupo genético tectónico-erosivo, varios relieves colinados.

3. **Medio Aluvial de Sierra.** Con muy escasa extensión, unos 8 km², este dominio se corresponde con el Contexto Morfológico homónimo, ya que no presenta ninguna otra subdivisión. Todas sus geoformas son de génesis fluvial y, en el cantón, aparecen asociadas a los sistemas fluviales de los ríos Pastaza,

Encanto y Chulla Llushín. Las identificadas son: Valle fluvial-llanura de inundación, Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación del cauce en la llanura de inundación), valle en V, Barranco, Garganta, y diversos tipos de terrazas.

4. **Zona Subandina.** Tiene muy poca representación en el cantón, abarca solamente un 3% de la superficie estudiada. Se trata de un territorio integrado por relieves montañosos o submontañosos, fuertemente condicionado por la estructura geológica derivada del levantamiento Napo. En el cantón, este dominio tiene un único Contexto Morfológico: *Corredores, depresiones (Cosanga, Limón-Gualaquiza y Zumba) y vertientes bajas marginales.*

El contexto morfológico está ubicado en extremo septentrional del cantón, en la zona central de la zona de estudio en esta región, presenta una extensión de unos 24 km². Incluye geformas de modelado tectónico-erosivo, fluvial (muy reducidas en extensión), de laderas y poligénicas. Las que ocupan mayor superficie son, sin embargo, las del grupo genético laderas: vertiente heterogénea y rectilínea, coluvión antiguo y macrocoluvión.

5. **Amazonía Periandina.** Es el Dominio Fisiográfico más extenso del cantón, ocupando aproximadamente un 65% del total del territorio analizado y se ubica en la zona nororiental y en la mitad suroriental del mismo. Está representado por parte de los grandes conos de esparcimiento que conforman el piedemonte amazónico. En el cantón, este dominio está representado por el contexto morfológico *Piedemontes próximos, con cobertura de cenizas volcánicas recientes* es el de mayor extensión en el cantón, con una superficie de 516 km² y ocupa gran parte de su mitad oriental.

Las geformas de génesis fluvial, ligadas a los grandes conos de esparcimiento constituidos por la Formación Mera principalmente, son las grandes protagonistas de este contexto: superficies de cono de esparcimiento, superficies de cono de esparcimiento disectado (la geforma con mayor representación en el cantón), abruptos de cono de esparcimiento y testigos de cono de esparcimiento. Aparecen también, con escasa presencia, otras geformas de génesis fluvial (barrancos, gargantas, encañonamientos), de laderas (vertientes, macrocoluvión y depósitos de deslizamiento) y poligénicas (coluvio-aluviales antiguos y recientes, principalmente).

6. **Medio Aluvial Amazónico.** Ocupa cerca de un 10% del territorio objeto de estudio, asociado a la dinámica actual y pasada de los ríos Pastaza, Amundalo, Palora y Nayanamaca. Se corresponde con el contexto morfológico del mismo nombre, ya que este dominio fisiográfico no presenta ninguna otra subdivisión. Las geformas más características, de génesis fluvial, se corresponden con aquellas que representan sedimentación actual (valles fluviales-llanuras de inundación) o antiguos niveles de sedimentación fluvial (terrazas, de diferentes tipos). Complementariamente, se integran en este contexto geformas poligénicas (coluviales, recientes y antiguos) que conectan con el sistema fluvial actual.

Un aspecto significativo del cantón, que influye de manera directa sobre su geomorfología, es su gran variabilidad altitudinal. Presenta altitudes cercanas a los 4.000 msnm en la zona occidental, situadas por tanto en el dominio fisiográfico de *Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real*, donde se han desarrollado geoformas de génesis glaciario y periglaciario, y al mismo tiempo y como ejemplo de la gran diferencia de altitud existente en el cantón Palora, encontramos altitudes menores a 700 msnm en el sector suroriental, situado en pleno *Medio aluvial amazónico*.

Merece especial atención la superficie de cono de esparcimiento disectado de grandes dimensiones (30 Km de anchura únicamente dentro del cantón) que se distribuye por la zona sur. Estos grandes abanicos aluviales, coalescentes unos con otros, provienen de los sistemas fluviales andinos que vierten hacia la región amazónica y generalmente se desarrollan sobre la Formación Mera. Dichos conos presentan disección en algunos casos, lo que puede dar lugar a la aparición de encañonamientos y gargantas. También encontramos testigos de dicha superficie de cono de esparcimiento en sus inmediaciones.

Entre los grandes sistemas de abanico aluvial de la vertiente periandina y la región Amazonía, encontramos diferentes tipos de laderas y relieves colinados, en cuya base aparecen generalmente coluviones.

Se encuentran también buenos ejemplos de geomorfología estructural en los sectores norte y nororiental de la zona de estudio, como superficies de mesa o meseta y superficies y vertientes de cuesta, en este caso desarrolladas sobre la Formación Arajuno.

Finalmente en el sector suroriental, el *Medio aluvial amazónico* está representado por ríos importantes como el Pastaza y el Palora de trazado generalmente meandriforme, con abundantes barras e islas fluviales, que otorgan a los lechos fluviales una elevada movilidad.

V. BIBLIOGRAFÍA

5.1. Referencias generales

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2. Bibliografía citada

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

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

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

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Baños (Hoja 88), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Puyo (Hoja 103). Esc. 1:100.000. Quito.


DGGM-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Morona Santiago, esc. 1:250.000. *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-NVI_C1-61-0336	CGg-NVI_C1-61-0363	CGg-NVI_A4-65-0051
CGg-NVI_C1-61-0337	CGg-NVI_C1-61-0364	CGg-NVI_A4-65-0052
CGg-NVI_C1-61-0338	CGg-NVI_C1-61-0365	CGg-NVI_A4-65-0053
CGg-NVI_C1-61-0340	CGg-NVI_C1-61-0366	CGg-NVI_A4-65-0054
CGg-NVI_C1-61-0345	CGg-NVI_C1-61-0367	CGg-NVI_A4-65-0055
CGg-NVI_C1-61-0348	CGg-NVI_A3-61-0368	CGg-NVI_A4-65-0056
CGg-NVI_C1-61-0349	CGg-NVI_A3-61-0369	CGg-NVI_A4-65-0057
CGg-NVI_A3-61-0353	CGg-NVI_A3-61-0370	CGg-NVI_A4-65-0058
CGg-NVI_A3-61-0355	CGg-NVI_A3-61-0401	CGg-NVI_A4-65-0059
CGg-NVI_C1-61-0356	CGg-NVI_A3-61-0395	CGg-NVI_A4-65-0060
CGg-NVI_C1-61-0357	CGg-NVI_A4-61-0402	CGg-NVI_A4-65-0061
CGg-NVI_C1-61-0358	CGg-NVI_A3-61-0403	CGg-NVI_C2-60-0178
CGg-NVI_C1-61-0360	CGg-NVI_A4-65-0039	CGg-NVI_C2-60-0202
CGg-NVI_C1-61-0361	CGg-NVI_A4-65-0040	CGg-NVI_C2-60-0203
CGg-NVI_C1-61-0362	CGg-NVI_A4-65-0042	

ANEXO III. GLOSARIO DE GEOFORMAS

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

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

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

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

-A-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-B-

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

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

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

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

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

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

-C-

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

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

CAMPO DE REG: desierto pedregoso.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-D-

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

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

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

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

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

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

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

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

-E-

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

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

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

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

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

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

ESPINAZO: resalte morfológico rocoso, de desarrollo predominantemente lineal.

-F-

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

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

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

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

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

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

-G-

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

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

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

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

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

-H-

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

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

-I-

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

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

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

-K-

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

-L-

LAGUNA COLMATADA: depósito de antigua laguna.

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

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

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

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

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

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

-M-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-N-

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

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

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

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

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

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

-P-

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

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

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

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

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

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

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

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

-R-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

ROCAS EN CRESTAS Y CUCHILLAS: afloramientos rocosos en ambiente glaciar-periglacial, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta 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.

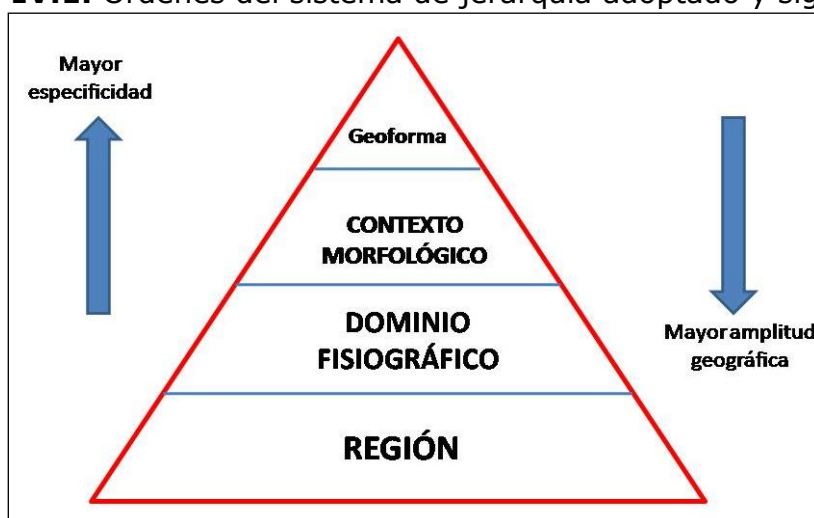
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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 glacial-periglacial) o sistema morfogenético (p.ej., volcánico, litoral, aluvial); su diferenciación también se establece, a menudo, en base a unidades tectónicas y estructurales (p.ej., vertientes externas de las cordilleras, paisajes estructurales, grandes sistemas de piedemonte). Representan, en definitiva, un tipo de características del relieve que se diferencian claramente del espacio adyacente y que se localizan en un marco geográfico definido, continuo y de considerable extensión, del orden de 10^3 a 10^4 km².

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

Contexto Morfológico: Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado

complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10^2 a 10^3 km². Agrupan siempre a distintas 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 FISIOGRÁFICO: CIMAS FRÍAS DE LAS CORDILLERAS OCCIDENTAL Y REAL	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Paisajes glaciares
	Paisajes de páramo con modelado periglaciario y huellas glaciares poco marcadas
	Paisajes de páramo con modelado eólico
	Relieves de los márgenes de las cimas frías
DOMINIO FISIOGRÁFICO: SISTEMA VOLCÁNICO	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Vestigios de edificios volcánicos muy destruidos, difícilmente identificables
	Construcciones de tipo estrato-volcán y formas asociadas
DOMINIO FISIOGRÁFICO: 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 FISIOGRÁFICO: RELIEVES DE FONDO DE CUENCAS INTERANDINAS	
CONTEXTOS MORFOLÓGICOS	Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcánico-sedimentarios y piroclásticos
	Relieves de fondo de cuencas interandinas sin cobertura piroclástica

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

Son las unidades básicas de mapeo. El tamaño mínimo para su representación es de 1 hectárea, con órdenes típicos de magnitud de entre 5 a 10 hectáreas hasta 10^2 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 periglaciar	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.