

MEMORIA TÉCNICA

CANTÓN ALAUSÍ

PROYECTO:

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

GEOMORFOLOGÍA

SEPTIEMBRE, 2015

PERSONAL PARTICIPANTE

Unidad MAGAP-PRAT, SIGTIERRAS:

José Duque
Sandra González
Xavier Andrade
Óscar Garzón

Consortio TRACASA-NIPSA:

Responsables:

Joaquín del Val
Idurre Barinagarrementería

Memoria:

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

Fotointérpretes:

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

FISCALIZACIÓN realizada por la Asociación ACOTECNIC – INGEOMATICA

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. | El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador | 2 |
| 1.2. | Objetivos | 3 |
| 1.2.1. | Objetivos generales del proyecto | 3 |
| 1.2.2. | Objetivos del estudio geomorfológico | 3 |
| 1.3. | Antecedentes de este estudio | 4 |
| II. | METODOLOGÍA | 5 |
| 2.1. | Características del producto esperado | 5 |
| 2.2. | Etapas metodológicas..... | 5 |
| 2.2.1. | Recopilación de información | 6 |
| 2.2.1.1. | Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes | 6 |
| 2.2.1.2. | Insumos complementarios | 6 |
| 2.2.2. | Fotointerpretación | 7 |
| 2.2.2.1. | <i>Software</i> empleado | 9 |
| 2.2.3. | Fase de campo | 9 |
| 2.2.3.1. | Criterios para la validación en campo | 9 |
| 2.2.3.2. | Validación y adquisición de datos de campo | 9 |
| 2.2.4. | Integración de datos y adecuación cartográfica final | 10 |
| 2.2.5. | Mapa y leyenda | 10 |
| 2.2.5.1. | Explicación de la leyenda | 10 |
| 2.2.5.2. | Esquemas: Relieve y Paisaje (Contextos Morfológicos), Esquema Geológico y Pendientes | 13 |
| 2.3. | Control de calidad..... | 14 |
| 2.4. | Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón | 15 |
| III. | RESULTADOS..... | 17 |
| 3.1. | Levantamiento de información..... | 17 |
| 3.2. | Regiones y Dominios Fisiográficos..... | 18 |
| 3.2.1. | Dominio Fisiográfico Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | 19 |
| 3.2.2. | Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental | 20 |
| 3.2.3. | Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real | 21 |
| 3.2.4. | Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de cuencas interandinas | 21 |
| 3.2.5. | Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de cuencas interandinas | 22 |
| 3.2.6. | Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra | 22 |

| | |
|--|----|
| 3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero | 23 |
| 3.3. Contextos Morfológicos..... | 24 |
| 3.3.1. Paisajes glaciares | 25 |
| 3.3.2. Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas | 26 |
| 3.3.3. Relieves de los márgenes de las cimas frías | 26 |
| 3.3.4. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)..... | 27 |
| 3.3.5. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)..... | 27 |
| 3.3.6. Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)..... | 28 |
| 3.3.7. Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) | 28 |
| 3.3.8. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) | 28 |
| 3.3.9. Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte | 29 |
| 3.3.10. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional) | 30 |
| 3.3.11. Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos..... | 30 |
| 3.3.12. Medio aluvial de Sierra..... | 31 |
| 3.3.13. Medio aluvial costero | 31 |
| 3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón | 32 |
| 3.5. Descripción de geoformas | 43 |
| 3.5.1. Fluvial | 43 |
| 3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1) | 43 |
| 3.5.1.2. Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) (F2) | 43 |
| 3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)..... | 43 |
| 3.5.1.4. Valle en V (E1) | 44 |
| 3.5.1.5. Barranco (E2) | 45 |
| 3.5.1.6. Garganta (E3) | 47 |
| 3.5.1.7. Encañonamiento (E4)..... | 47 |
| 3.5.1.8. Terraza media (Tm) | 48 |
| 3.5.1.9. Terraza colgada (Tc) | 48 |
| 3.5.1.10. Terrazas escalonadas (Te)..... | 49 |
| 3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti) | 50 |
| 3.5.1.12. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)..... | 50 |
| 3.5.1.13. Superficie de cono de deyección (Cd1) | 51 |
| 3.5.1.14. Abrupto de cono de deyección (Cd2) | 52 |

| | |
|---|----|
| 3.5.2. Laderas | 52 |
| 3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)..... | 52 |
| 3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)..... | 54 |
| 3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos..... | 55 |
| 3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4) | 55 |
| 3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1)..... | 56 |
| 3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2) | 58 |
| 3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1) | 59 |
| 3.5.2.8. Vertiente rocosa (Lh3)..... | 60 |
| 3.5.2.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4) | 61 |
| 3.5.2.10. Morfología abollada (Lh5)..... | 62 |
| 3.5.2.11. Escarpe de deslizamiento (Lh6) | 62 |
| 3.5.2.12. Coluvión reciente (Col1) | 64 |
| 3.5.2.13. Coluvión antiguo (Col2) | 65 |
| 3.5.2.14. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1) | 66 |
| 3.5.2.15. Glacis de esparcimiento (Pd1)..... | 67 |
| 3.5.2.16. Testigo de glacis de esparcimiento | 67 |
| 3.5.3. Glaciar y periglaciar | 68 |
| 3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1) | 68 |
| 3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)..... | 69 |
| 3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3) | 69 |
| 3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)..... | 69 |
| 3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)..... | 70 |
| 3.5.3.6. Horn (Gf6)..... | 70 |
| 3.5.3.7. Rocas aborregadas (Gf7) | 70 |
| 3.5.3.8. Laguna glaciar (Gf8) | 71 |
| 3.5.3.9. Morrena de fondo (Gd1) | 71 |
| 3.5.3.10. Morrena lateral (Gd2)..... | 71 |
| 3.5.3.11. Depósito glaciar modelado por acción fluvial (Gd6)..... | 71 |
| 3.5.3.12. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciar (Gp2)..... | 72 |
| 3.5.3.13. Afloramientos rocosos en ambiente periglaciar (Gp3) | 73 |
| 3.5.3.14. Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques (Gp5) | 73 |
| 3.5.4. Volcánico | 73 |
| 3.5.4.1. Superficie de meseta volcánica disectada (Rv2)..... | 74 |
| 3.5.4.2. Vertiente de meseta volcánica (Rv4) | 74 |
| 3.5.4.3. Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares (Rv5)..... | 75 |
| 3.5.4.4. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)..... | 76 |
| 3.5.4.5. Relieve volcánico colinado medio (Rv9) | 76 |
| 3.5.4.6. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)..... | 77 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.5.4.7. | Relieve volcánico colinado muy alto (Rv10)..... | 77 |
| 3.5.4.8. | Relieve volcánico montañoso (Rv12) | 78 |
| 3.5.4.9. | Superficie volcánica ondulada (RvSo) | 78 |
| 3.5.5. | Estructural..... | 79 |
| 3.5.5.1. | Restos de superficie estructural (Esr) | 79 |
| 3.5.5.2. | Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua (Ev3) | 79 |
| 3.5.6. | Tectónico-erosivo | 79 |
| 3.5.6.1. | Relieve colinado muy bajo (Rt2) | 79 |
| 3.5.6.2. | Relieve colinado bajo (Rt3) | 80 |
| 3.5.6.3. | Relieve colinado medio (Rt4)..... | 80 |
| 3.5.6.4. | Relieve colinado alto (Rt5) | 80 |
| 3.5.6.5. | Relieve colinado muy alto (Rt6)..... | 81 |
| 3.5.6.6. | Relieve montañoso (Rt7) | 81 |
| 3.5.7. | Poligénicas..... | 82 |
| 3.5.7.1. | Coluvio-aluvial reciente (Coa1)..... | 82 |
| 3.5.7.2. | Coluvio-aluvial antiguo (Coa2) | 83 |
| 3.5.7.3. | Superficie horizontal (Sh2) | 84 |
| 3.5.7.4. | Superficie horizontal disectada (Sh3) | 84 |
| 3.5.7.5. | Superficie inclinada (Si2)..... | 85 |
| 3.5.7.6. | Superficie inclinada disectada (Si3) | 87 |
| 3.5.7.7. | Abrupto de superficie inclinada (Si4) | 88 |
| 3.5.7.8. | Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1) | 89 |
| 3.5.7.9. | Interfluvio de cimas estrechas (Ar2) | 89 |
| 3.5.8. | Otras génesis | 90 |
| 3.5.8.1. | Superficie de relleno (O1)..... | 90 |
| 3.5.8.2. | Superficie intervenida (O5) | 90 |
| IV. | RESUMEN Y CONCLUSIONES | 91 |
| V. | BIBLIOGRAFÍA | 95 |
| 5.1. | Referencias generales | 95 |
| 5.2. | Bibliografía citada | 96 |

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 Alausí..... | 16 |
| Cuadro 3.1. Regiones y dominios fisiográficos presentes en el cantón Alausí..... | 19 |
| Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Alausí..... | 24 |
| Cuadro 3.3. Contextos morfológicos y geoformas presentes en el cantón..... | 32 |
| Cuadro 3.4. Formaciones geológicas y depósitos superficiales presentes en el cantón..... | 40 |

LISTA DE FIGURAS

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

LISTA DE FOTOS

| | |
|--|----|
| Foto 1. Valle indiferenciado. Sector Tali..... | 44 |
| Foto 2. Valle en V en el río Zula. Sector San Antonio..... | 45 |
| Fotos 3 y 4. Barranco. Sector cerro Tolontos..... | 46 |
| Foto 5. Encañonamiento. Sector Pampa..... | 48 |
| Fotos 6 y 7. Terraza colgada. Sector Laucay..... | 49 |
| Fotos 8 y 9. Terraza escalonada. Sector Chaguarpata..... | 49 |
| Fotos 10 y 11. Terraza indiferenciada. Sector Jushihuaycu..... | 50 |
| Fotos 12 y 13. Superficie de cono de esparcimiento disectado. Sector Dala..... | 51 |
| Fotos 14 y 15. Superficie de cono de deyección. Sector La Moya..... | 52 |
| Fotos 16 y 17. Vertiente rectilínea. Sector Cobshe..... | 54 |
| Fotos 18 y 19. Vertiente rectilínea con abruptos. Sector Cobshe Alto..... | 56 |
| Fotos 20 y 21. Vertiente abrupta. Sector Cumbillag..... | 57 |
| Fotos 22 y 23. Vertiente abrupta con fuerte disección. Sector Lugnas..... | 59 |
| Fotos 24 y 25. Vertiente heterogénea. Sector Huaylla Chico..... | 60 |
| Foto 26. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Sector El Porvenir..... | 62 |
| Fotos 27 y 28. Escarpe de deslizamiento. Sector Lugmas..... | 64 |
| Fotos 29 y 30. Coluvión reciente. Sector Simbabe..... | 65 |
| Fotos 31 y 32. Coluvión antiguo. Sector Tixán..... | 66 |
| Fotos 33 y 34. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Sector Chancho Pamba..... | 67 |
| Fotos 35 y 36. Glacis de esparcimiento. Sector Pagma..... | 67 |
| Foto 37. Depósito glaciar modelado por acción fluvial, Sector quebrada Pichig..... | 72 |
| Fotos 38 y 39. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario. Sector Yurupungu..... | 73 |
| Fotos 40 y 41. Superficie de meseta volcánica disectada. Sector Hualahuaycu..... | 74 |
| Fotos 42 y 43. Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares. Sector Hualahuaycu..... | 75 |
| Foto 44. Relieve volcánico colinado medio. Sector Yurupungu..... | 76 |
| Foto 45. Relieve volcánico montañoso. Sector Olimpo..... | 78 |
| Fotos 46 y 47. Relieve montañoso. Sector loma de San Nicolas..... | 82 |
| Fotos 48 y 49. Coluvio-aluvial reciente. Sector Pumachi..... | 83 |
| Fotos 50 y 51. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Corazón de Jesús..... | 84 |
| Foto 52. Superficie horizontal disectada. Sector Marcopamba..... | 85 |
| Fotos 53 y 54. Superficie inclinada. Sector Bactinas..... | 87 |
| Fotos 55 y 56. Abrupto de superficie inclinada. Sector Jimbitono..... | 88 |

Fotos 57 y 58. Superficie de relleno. Sector Huapucas.....90

I. INTRODUCCIÓN

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

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

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

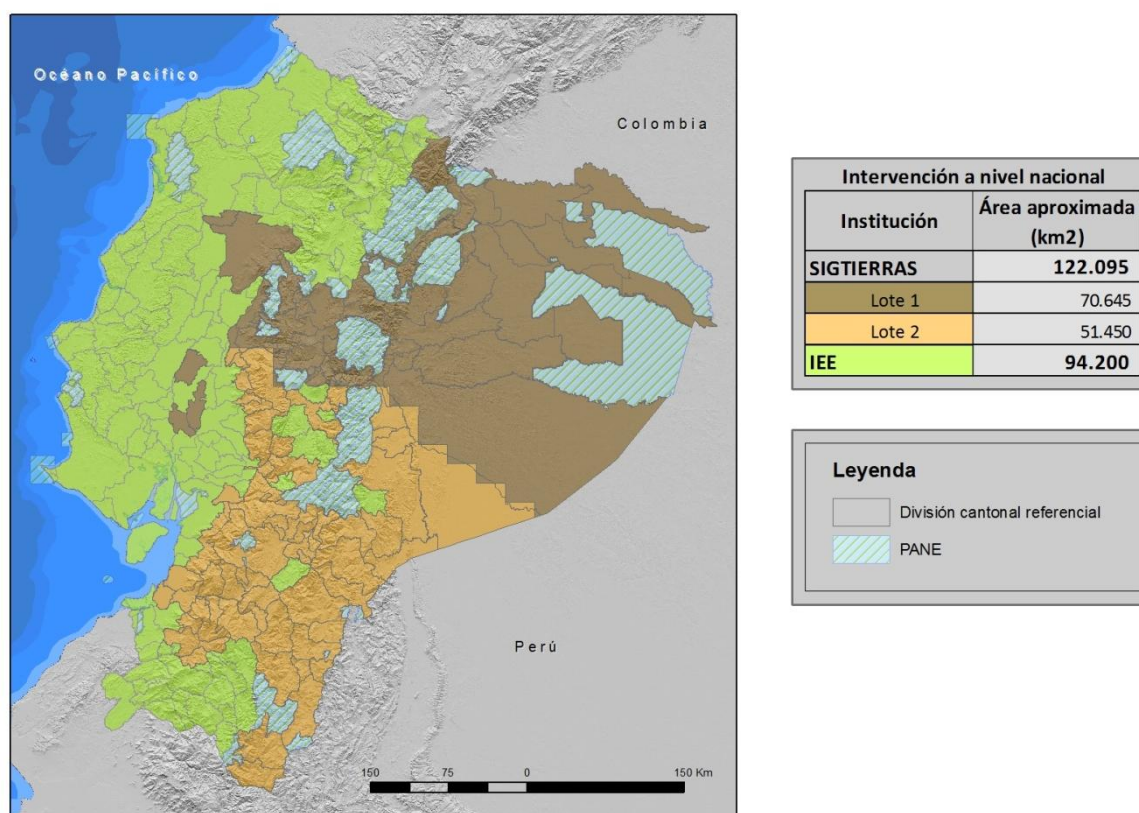
- Fotografía aérea y ortofotografía a nivel nacional.
- Levantamiento de información de barrido predial, con participación de los GAD Municipales, en 58 cantones.
- Elaboración de cartografía temática en coordinación con otras iniciativas gubernamentales.
- Actualización de la metodología y aplicación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

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

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

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

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



Fuente: CTN

1.1. El Proyecto de Cartografía Temática de Ecuador

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

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

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

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

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivos generales del proyecto

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

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

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

1.2.2. Objetivos del estudio geomorfológico

Los objetivos específicos de la Cartografía Geomorfológica son:

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

1.3. Antecedentes de este estudio

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

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

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

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

II. METODOLOGÍA

2.1. Características del producto esperado

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

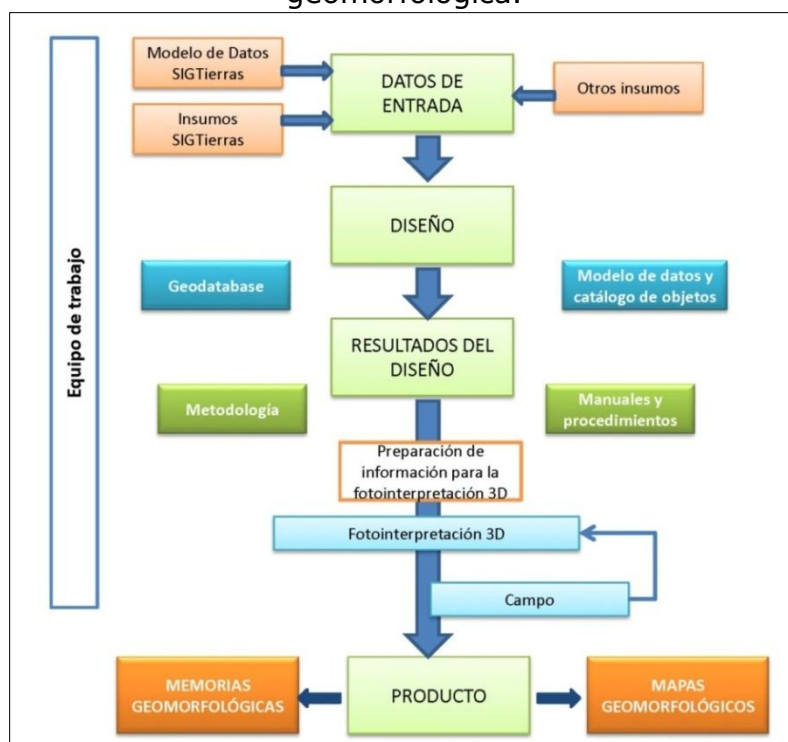
Como parámetros y unidades específicas de trabajo se establecen las siguientes:

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

2.2. Etapas metodológicas

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

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



Fuente: CTN

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

2.2.1. Recopilación de información

Esta fase comprende:

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

2.2.1.1. Insumos básicos: MDT, ortofotos y otras imágenes

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

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

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

2.2.1.2. Insumos complementarios

Los insumos complementarios, básicamente, son:

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

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

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

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

2.2.2. Fotointerpretación

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

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

El proceso de fotointerpretación cubre las siguientes etapas:

- Identificación y delimitación de las diferentes geoformas, o unidades geomorfológicas, existentes en el área, en base a las características del relieve, los modelos de drenaje y la información proporcionada por los diferentes insumos. La delimitación de las geoformas se realiza mediante digitalización de polígonos identificados como geoformas, a escala 1:10.000, con líneas que aparezcan suavizadas, a partir del modelo tridimensional utilizado.
- Asignación de atributos en cada geoforma delimitada, con ayuda del software implementado.

La asignación de atributos a cada una de las geoformas delimitadas permite caracterizarlas a través de una serie de rangos o variables específicos de cada atributo, definidas previamente. Los atributos considerados son los siguientes:

- Nombre de la geoforma.
- Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico (atributos relacionados con las unidades jerárquicas de relieve en que se encuadra la geoforma).
- Génesis (grupo genético, o tipo de modelado, al que pertenece cada tipo de geoforma).
- Formación geológica y litología.
- Forma de la cima, forma de la vertiente y forma del valle (atributos morfológicos).
- Desnivel relativo, longitud de vertiente y pendiente (atributos morfométricos).
- Forma de drenaje y densidad de drenaje (atributos relacionados con el drenaje superficial).

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

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

- Región
- Dominio Fisiográfico
- Contexto Morfológico

La fotointerpretación finaliza con:

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

2.2.2.1. Software empleado

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

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

2.2.3. Fase de campo

2.2.3.1. Criterios para la validación en campo

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

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

2.2.3.2. Validación y adquisición de datos de campo

En campo, la actividad contempla:

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

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

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

2.2.4. Integración de datos y adecuación cartográfica final

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

2.2.5. Mapa y leyenda

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

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

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

2.2.5.1. Explicación de la leyenda

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN

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

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

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

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

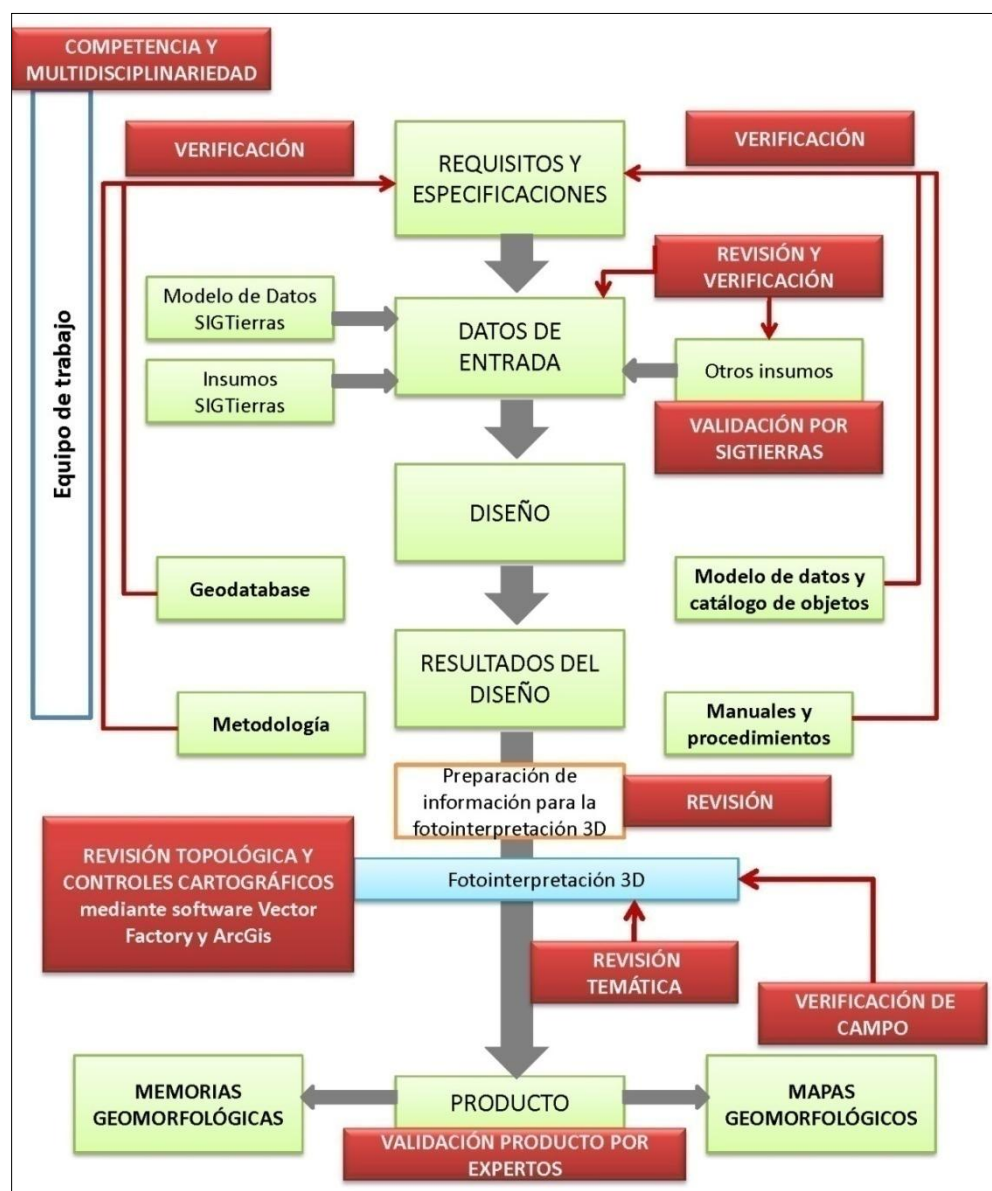
El término "formación" está utilizado en sentido amplio e incluye tanto a rocas del sustrato ("*bedrock*", en terminología anglosajona) como a formaciones o depósitos superficiales, habitualmente del Cuaternario. En el Anexo IV (epígrafe 3, Atributos geológicos: formación geológica y litología) se explica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

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

2.3. Control de calidad

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

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



Fuente: CTN

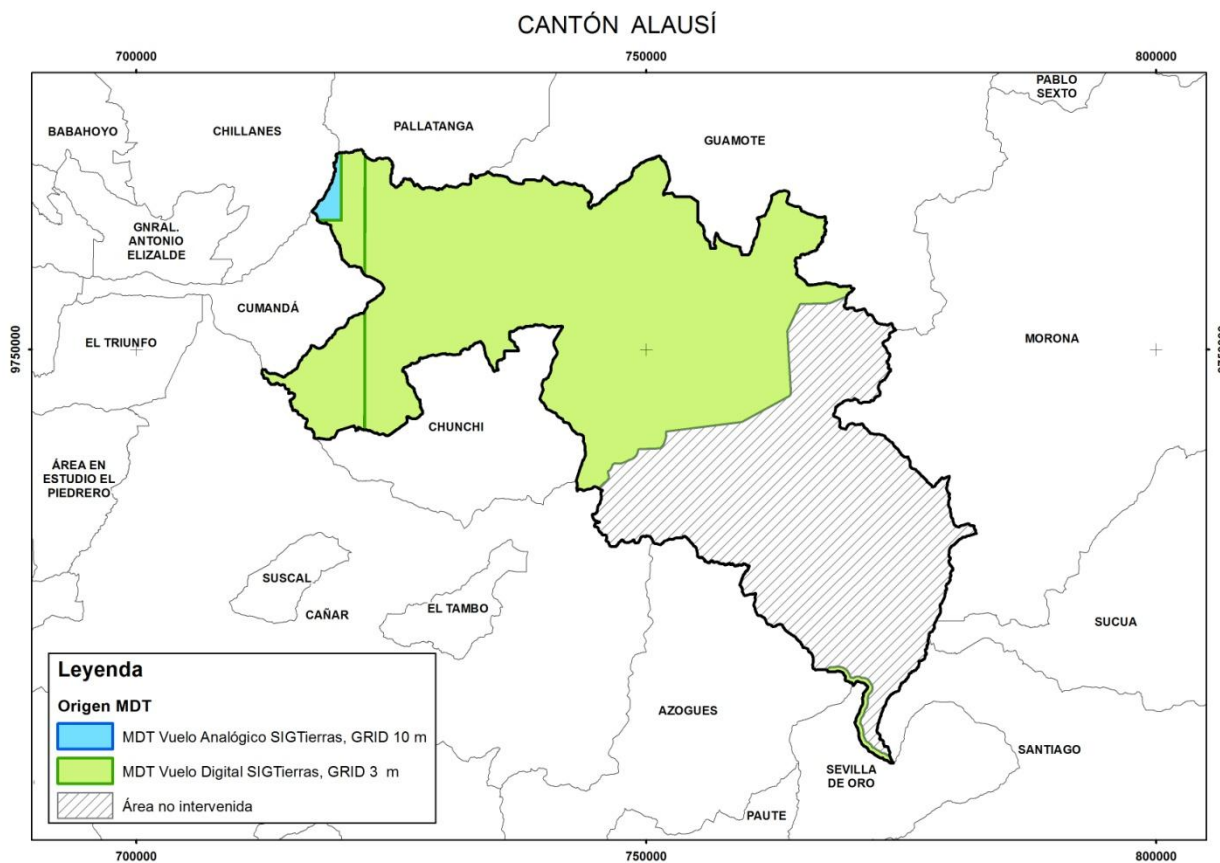
Estos hitos son los siguientes:

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

2.4. Insumos utilizados para la cartografía geomorfológica del cantón

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



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), 1979. Hoja Geológica: Bucay (Hoja 51), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1980. Hoja Geológica: Gualleturo (Hoja 52), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Alausí (Hoja 71), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.
- DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), 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 Morona Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1997 y 1998. Mapa Geológico de la Cordillera Occidental del Ecuador, esc. 1:200.000. (Publicado en 5 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minera-Metalúrgica; British Geological Survey), 1994. Geological and metal occurrence maps of the Cordillera Real Metamorphic Belt, Ecuador, esc. 1:500.000 (publicado en 2 hojas). *CODIGEM*. Quito.
- CODIGEM-BGS (Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero-Metalúrgica; British Geological Survey), 1993. Mapa Geológico del Ecuador, esc. 1:1.000.000. *CODIGEM*. Quito.

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

Cuadro 2.2. Índice de cartas topográficas utilizadas para el cantón Alausí.

| Código | Cartas Topográficas | Código | Cartas Topográficas |
|--------|---------------------|--------|---------------------------|
| NV_B2 | Matilde Esther | ÑV_A4 | Totoras |
| NV_B4 | Cumandá | ÑV_C1 | Juncal |
| NV_D2 | Suscal | ÑV_C2 | Huangra |
| ÑV_A1 | Tixán | ÑV_C4 | Taday (Cola de San Pablo) |
| ÑV_A2 | Palmira | ÑV_A3 | Alausí |

Fuente: IGM (Instituto Geográfico Militar)

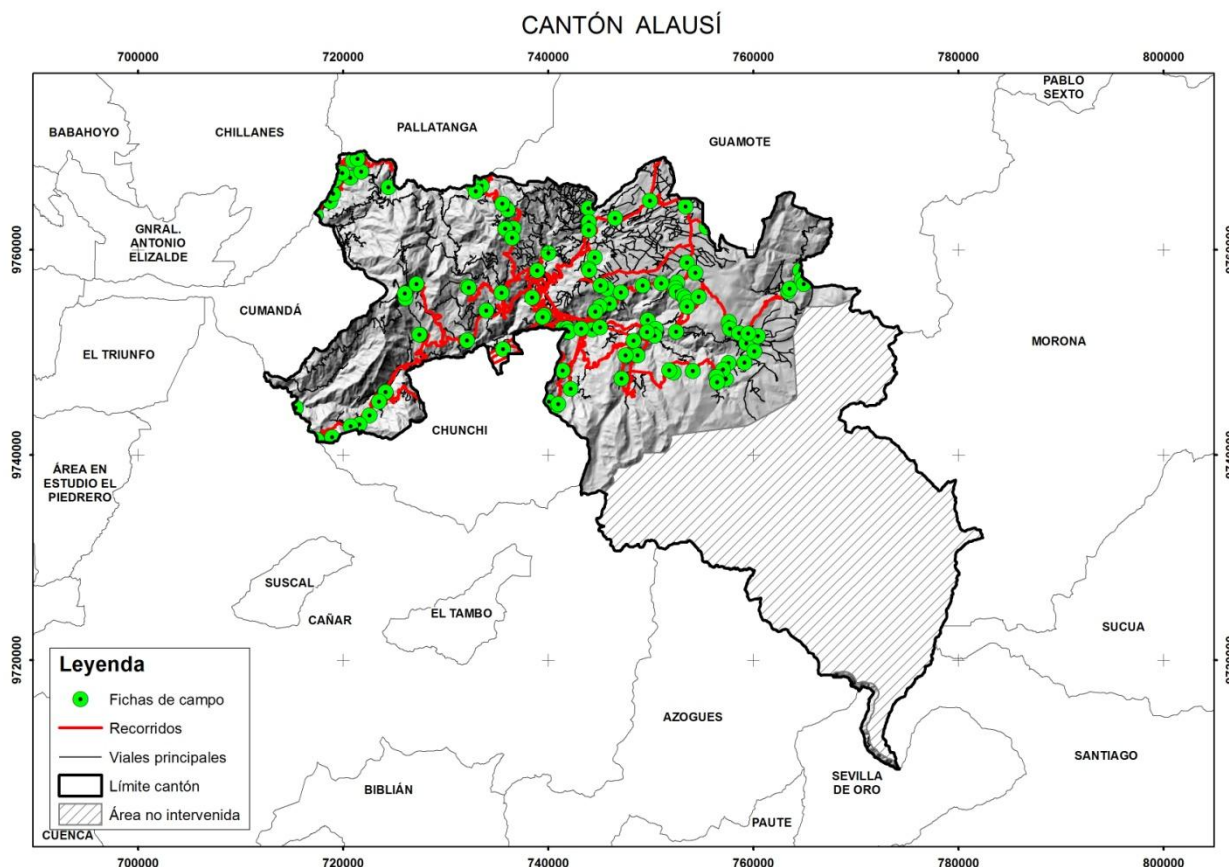
III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento de información

La comprobación de campo del cantón Alausí se realizó los días 22 al 27 de mayo, el 10 de julio y del 04 al 05 de noviembre de 2014, con varios recorridos previamente establecidos por todo el área de estudio. Finalmente se levantaron 110 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 Alausí.



Fuente: CTN

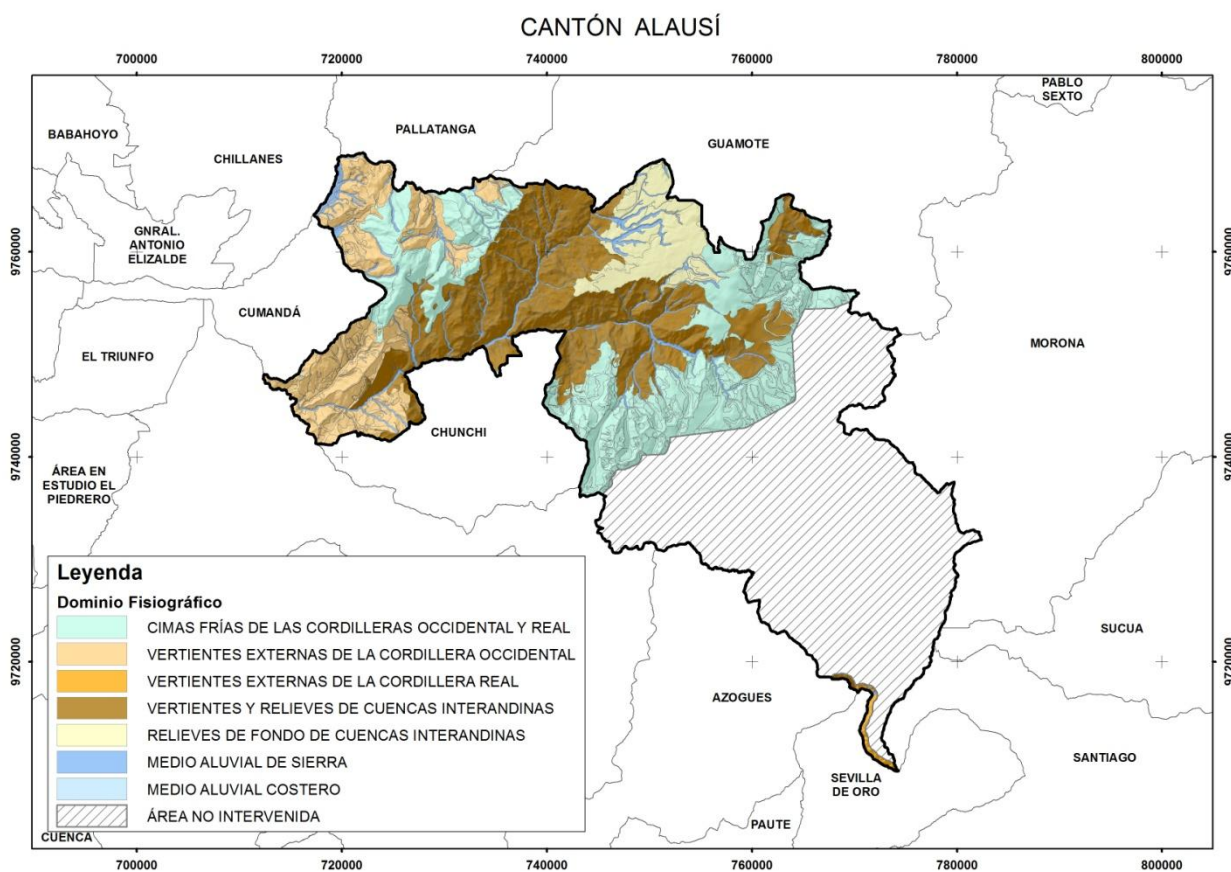
La definición y características de las diferentes Regiones, Dominios Fisiográficos y Contextos Morfológicos, que se explican en los siguientes apartados 3.2 y 3.3, están basadas en Winckell (1997).

3.2. Regiones y Dominios Fisiográficos

Territorialmente el cantón Alausí tiene 1.706 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.018 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 Costa, aunque esta última está representada muy escasamente. Su distribución geográfica se presenta en la Figura 3.2, y la extensión que ocupa cada uno de ellos en el cantón se muestra en el Cuadro 3.1.

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



Fuente: CTN

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

| REGIÓN | DOMINIO FISIOGRAFICO | Superficie (*) | Porcentaje (*) |
|--------|--|---------------------|-------------------|
| SIERRA | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | 344 km ² | 33,8% |
| | Vertientes externas de la Cordillera Occidental | 167 km ² | 16,4% |
| | Vertientes externas de la Cordillera Real | 5 km ² | 0,5% |
| | Vertientes y relieves de cuencas interandinas | 355 km ² | 34,9% |
| | Relieves de fondo de cuencas interandinas | 86 km ² | 8,4% |
| | Medio aluvial de Sierra | 61 km ² | 6% |
| COSTA | Medio aluvial costanero | <1 km ² | 0,01% |

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

Fuente: CTN

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

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

La altitud es el segundo punto en común a esos paisajes: alcanza los 6.310 msnm en el volcán Chimborazo, mientras que sus límites inferiores son todavía muy elevados: oscilan, como promedio, entre 3.300 y 3.400 msnm en la zona norte del país y entre 3.100 y 3.200 msnm hacia Amaluza, en el sur.

En el cantón Alausí estas dos franjas experimentan un pequeño cambio en su orientación, se redireccionan en sentido NE-SO. Además de los típicos paisajes glaciares que caracterizan este dominio, también se incluyen en él la franja periglacial que, de forma discontinua, los rodean –los páramos- y los relieves de sus márgenes, caracterizados por el marcado abrupto que da paso al medio interandino.

El ámbito de la morfología glaciar empieza a 4.300 msnm. Muestra magníficos conjuntos de circos y valles glaciares. Los primeros se localizan sobre los espinazos en relieve, cuyos flancos son recortados por una sucesión de anfiteatros de forma semicircular, con paredes verticales y fondo plano. Pero el paisaje dominante está constituido por valles de perfil en U. Los paisajes de páramo continúan a una altura

de entre 4.200 y 3.500 msnm, se trata de extensiones monótonas: relieves con vertientes heterogéneas o rectilíneas y cimas redondeadas de donde emergen afloramientos rocosos. Finalmente, se encuentran los relieves de los márgenes, cuyo límite altitudinal superior es de 3.900 msnm y el inferior se emplazaba en los 1.300 msnm. El modelado característico se compone de altos relieves con vertientes fuertes y abruptas de perfiles transversales rectilíneos, cóncavos o irregulares e interfluvios estrechos o levemente redondeados.

Estos modelados glaciares, periglaciares y en los márgenes, recubren una gran variedad de formaciones geológicas volcánicas: Unidad Alao Paute del Jurásico, Macuchi y Piñón de edad Cretácica, Alausí del Paleógeno y Tarqui datada del Pleistoceno.

Es el dominio fisiográfico más extenso dentro del cantón, ocupa aproximadamente 344 km² del total de la superficie estudiada. Se encuentra dominando la zona septentrional y, en mayor extensión, se emplaza en la zona central del cantón.

3.2.2. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Occidental

Entre las zonas más elevadas de la Cordillera Occidental, que se corresponden con el dominio fisiográfico de las Cimas frías, y el dominio Medio aluvial costero, ya perteneciente a la región Costa, se encuentra este dominio que, ocupando una anchura de entre 20 y 50 kilómetros, llega a alcanzar desniveles relativos de hasta 2.000 metros, lo que proporciona una idea de lo escarpado del mismo, formando verdaderas murallas, entalladas por estrechos desfiladeros al paso de los principales ejes hidrográficos.

Da lugar a morfologías muy variadas y con características diferentes en función del tipo de sustrato sobre el que se presenta y de la existencia o ausencia de cobertura piroclástica. Las vertientes sobre antiguas formaciones volcánicas, con o sin cobertura piroclástica, presentan una gran heterogeneidad y procesos morfodinámicos muy activos, ligados a una intensa erosión lineal. Sobre sustrato predominantemente granítico y granodiorítico, estas vertientes aparecen con un modelo de disección homogéneo, sin orientaciones preferentes, aunque en este cantón solo se encuentran en pequeñas extensiones generalmente en zonas deprimidas debido a la presencia de profundas arenizaciones y otras alteraciones. Un modelado general de fuerte componente estructural se presenta sobre las rocas volcánico-sedimentarias, sedimentarias y metamórficas que aparecen, especialmente, al norte del dominio.

Este dominio fisiográfico ocupa una superficie de 167 km² aproximadamente y se ubica en la zona occidental del cantón. Presenta una amplia variación de alturas, que oscilan entre los 600 y los 3.100 msnm. Presenta un importante relieve formado mayoritariamente por vertientes heterogéneas y rectilíneas, con una marcada red de drenaje, principalmente formada por la erosión de los barrancos. Aparecen tres contextos morfológicos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y

Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental).

3.2.3. Dominio Fisiográfico Vertientes externas de la Cordillera Real

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

En el cantón Alausí únicamente presenta un modelado representado por el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. En las rocas ígneas intrusivas, principalmente granitos y granodioritas, el relieve presenta una disección mucho más homogénea y regular, sin orientaciones preferentes. El cuerpo intrusivo que aparece en este dominio corresponde al Batolito de Amaluza (CODIGEM-BGS, 1994), de composición granodiorítica.

Este dominio se dispone en el extremo oriental del área de estudio, con alturas que oscilan entre los 1.900 y 2.200 msnm y está representado por vertientes y cubre una superficie de 5 km² aproximadamente, que equivalen al 0,5% del área de estudio.

3.2.4. Dominio Fisiográfico Vertientes y relieves de cuencas interandinas

Incluido dentro del estrecho corredor interandino, este dominio, fragmentado y discontinuo, incluye a las zonas más elevadas de dicho pasillo o depresión. Los relieves superiores del mismo llegan a contactar con el dominio de Cimas frías y los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas, en clara ruptura de pendiente con él. Los relieves inferiores, por su parte, enlazan con el Medio aluvial de Sierra.

En el cantón Alausí, este dominio hace referencia al valle Alausí-Chunchi. Este valle ubicado en la prolongación del límite externo de la Cordillera Occidental, sigue el cambio de orientación de la Sierra, al contacto con el tramo sur, orientado NE-SO. Coincide además con la desaparición de las dos fracturas paralelas meridianas que delimitan el valle interandino en toda la parte central de las cordilleras.

El valle Alausí-Chunchi es obra del río Pumachaca y Chanchán, estos ríos han generado una potente erosión lineal dando como resultado grandes vertientes desde rectilíneas a heterogéneas, en gran porcentaje coluvionadas. La fuerte erosión alcanza las formaciones del sustrato interandino representadas en este cantón por la Unidad Alao Paute (Jurásico) y Piñón (Cretácico) y de las primeras fases volcánicas y volcano-sedimentarias del relleno presentes como las formaciones Alausí (Paleógeno) y Tarqui (Pleistoceno).

Dentro del cantón Alausí este dominio se emplaza la zona centro norte. En las zonas más altas (que llegan a alcanzar los 3.900 msnm) el dominio presenta pendientes elevadas y pronunciada disección, las vertientes inferiores aparecen con pendientes

globalmente más suaves y una disección menos acusada; estas vertientes inferiores llegan a descender hasta límites muy variables, en función de la altitud del fondo de las cuencas con las que enlazan, en este cantón llegan a 1.100 msnm.

Este dominio se extiende por aproximadamente 355 km² de la superficie, equivalente al 34,9% del total del área interpretada. Se han desarrollado tres contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

3.2.5. Dominio Fisiográfico Relieves de fondo de cuencas interandinas

Este dominio es una continuación al descrito anteriormente (Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas) con el que conforma el conjunto del corredor interandino. En la mitad meridional del país los Relieves de fondo de Cuencas Interandinas se caracterizan por ocupar zonas de transición, sin cobertura de cenizas, entre las Vertientes de Cuencas Interandinas y el Medio aluvial de Sierra. Son esencialmente zonas entre horizontales y suavemente inclinadas, con un modelado superficial monótono, de plano a ligeramente ondulado, que constituyen alvéolos insertos en el medio montañoso andino. Se emplaza con una orientación SO-NE, heredado de los grandes accidentes tectónicos de la cordillera. Su origen estructural da a los cursos hídricos una alineación en este mismo sentido, formando de manera muy simplificada un drenaje subparalelo.

En el cantón Alausí este dominio corresponde al margen superior de las vertientes del valle de Alausí, pudiendo tratarse de un bloque tectónicamente levantado por la acción conjunta de las fallas sobre las cuales discurren los ríos Guasuntos y Chanchán o Alausí y que convergen en el sector de Sibambe. Este bloque se ubica a 1300 metros sobre el cauce del río Chanchán, lo que corrobora lo antes dicho.

Este dominio se presenta en la zona centro norte del cantón, ubicada altitudinalmente por encima de *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, con alturas comprendidas entre 4.000 y 3.200 msnm. En superficie llega a ocupar 86 km², equivalentes a 8,4% del total del área estudiada.

3.2.6. Dominio Fisiográfico Medio aluvial de Sierra

En general los cursos hídricos en el cantón Alausí se ubican por bajo de los 3.000 msnm, presentan ríos angostos y profundos con corte transversal en V, lo que deja en evidencia una activa erosión en profundidad. Este tipo de cortes surgen en condiciones de levantamiento continuo de la región.

Los principales sistemas fluviales se ven representados por los ríos: Guasuntos, Chanchán, Zula, Chimbo, Citado y muchas quebradas más. Estos drenajes generalmente presentan una dirección preferencial SSO. En los ríos Chimbo, San

Pablo y Guasuntos se han desarrollado pequeños sistemas de terrazas, lo que los diferencia de las redes de drenaje erosivo típicas en este cantón.

Las geoformas más representativas son valles en V, barrancos, encañonamientos, coluvio-aluviales y en menor porcentaje terrazas.

3.2.7. Dominio Fisiográfico Medio aluvial costero

Se consideran pertenecientes a este dominio, con carácter general, los valles fluviales-llanuras de inundación y sistemas de terrazas asociados; en este cantón únicamente se desarrollan terrazas medias asociadas a los valles fluviales-llanuras de inundación. Son típicas de este dominio las formas fluviales de incisión (barrancos, valles en V, gargantas) y ciertas formas poligénicas ligadas directamente al drenaje (coluvio-aluviales), pero no se desarrollan en este cantón.

Este dominio se emplaza en el extremo suroccidental del cantón Alausí, en el sector Naranja Pata. Está representado por un ramal del río Chanchán. En esta zona el río Chanchán se ensancha y forma un valle fluvial que desemboca en la región Costa.

3.3. Contextos Morfológicos

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

| REGIÓN | DOMINIO FISIOGRÁFICO | CONTEXTO MORFOLÓGICO |
|--------|--|--|
| SIERRA | Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real | Paisajes glaciares |
| | | Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas |
| | | Relieves de los márgenes de las cimas frías |
| | Vertientes externas de la Cordillera Occidental | 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 externas de la Cordillera Real | Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) |
| | Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas | Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) |
| | | Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte |
| | | Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) |

Cuadro 3.2. Contextos morfológicos presentes en el cantón Alausí. (Continuación)

| REGIÓN | DOMINIO FISIOGRAFICO | CONTEXTO MORFOLÓGICO |
|--------|---|--|
| SIERRA | Relieves de fondo de cuencas interandinas | Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos |
| | Medio aluvial de Sierra | Medio aluvial de Sierra |
| COSTA | Medio aluvial costero | Medio aluvial costero |

Fuente: CTN

3.3.1. Paisajes glaciares

Este contexto se presenta en las tierras más frías del dominio Cimas frías de las cordilleras Occidental y Real. Las morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, a las que a veces se llegan a superponer otras formas provenientes del periglaciario actual. Habiendo desaparecido casi totalmente los glaciares que las formaron, las magníficas formas glaciares, reconocibles fácilmente, que jalonan la mayor parte de las crestas andinas, hoy no son, evidentemente funcionales.

En el cantón Alausí este contexto se emplaza únicamente en la Cordillera Real, cuyas morfologías más características se corresponden con formas y depósitos glaciares, actuales y heredados, principalmente anchos valles glaciares con perfil transversal en U que nacen de circos glaciares cuya depresión con forma cóncava anida cubetas glaciares y/o lagunas glaciares. Se asocian a estos, depósitos morrénicos, que presentan en su composición till (depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino) o tillita.

El modelado característico dentro de este contexto se forma en los materiales metamórficos y volcánicos de la Unidad Alao Paute (Jurásico): metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles; y con mayor superficie (aproximadamente 52 km² dentro de este contexto morfológico), en la Formación Tarqui (Pleistoceno): tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Este contexto morfológico se encuentra dominando gran parte centro occidental del cantón Alausí, con alturas que descienden desde los 4.300 hasta los 3.500 msnm. La extensión de este contexto es de 81 km² y es equivalente a 8% del total del territorio estudiado. Dentro del dominio fisiográfico Cimas frías, es el de menor extensión en comparación con los otros dos contextos (*Paisajes de páramo con modelado periglaciario* y *huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*).

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

Los paisajes de este contexto se caracterizan por cimas suavemente onduladas y rebajadas, normalmente con cumbres e interfluvios anchos y redondeados; sus vertientes muestran pendientes moderadas y enlazan suavemente con hondonadas de carácter pantanoso. Guarda ciertos aspectos que se asemejan con los paisajes glaciares (valles ensanchados, acumulaciones morrénicas y circos) y otros rasgos de carácter volcánico, junto con las marcas de una posterior acción fluvial: erosión lineal por encajamiento de la red fluvial y captura de algunas de las depresiones pantanosas.

Este contexto se emplaza mayoritariamente en la zona central del cantón Alausí, abarca aproximadamente el 13% de la superficie total del mismo. Se ha desarrollado de manera adyacente al contexto *Paisajes glaciares* y se ubica a 100 metros por debajo de este, tal es así, que altitudinalmente se encuentra entre los 4.200 y 3.500 msnm. Geológicamente al igual que en el contexto antes descrito se presentan la Formación Tarqui y la Unidad Alao Paute.

3.3.3. Relieves de los márgenes de las cimas frías

Este contexto morfológico conforma el límite fisiográfico que separa las tierras frías de los Andes de los paisajes accidentados de las vertientes andinas exteriores, representadas por los dominios Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas. Este enlace representa un límite muy marcado en el primer caso, con las vertientes andinas exteriores, que tiene lugar en el extremo noroeste del cantón, ya que da origen a un abrupto de perfil rectilíneo y pendiente muy pronunciada. Ocupa una altitud general bastante homogénea que inicia cerca de 2.800-3000 metros para elevarse hasta las tierras frías altas hacia 3.200-3.400 metros. Muestra el mismo descenso hacia el sur que las zonas frías: entre 3.000 y 3.400 metros al oeste del Chimborazo (o incluso más como sucede en Alausí) y 2.800-3.200 hacia Cañar o Cuenca. Por otro lado, hacia el centro del cantón se observa una transición gradual.

El paisaje característico en este contexto morfológico se desarrolla principalmente en las formaciones Macuchi, Alausí, Piñón y Tarqui. Los relieves que dominan esta parte del cantón se componen de relieves de diversos tipos, vertientes fuertes y abruptas con perfiles transversales rectilíneos o heterogéneos y se asocian depósitos de ladera y coluviales.

Este contexto morfológico se encuentra representado en dos zonas del cantón Alausí: al noroccidente, se muestra como el límite entre los dominios fisiográficos Vertientes externas de la Cordillera Occidental y Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas entre los 3.600 y 1.300 msnm, y en la zona céntrica del cantón este contexto representa la terminación de las Cimas Frías y el comienzo de las Vertientes y relieves de Cuencas Interandinas. En esta zona este contexto se ubica entre los 3.900 y 3.000 msnm. Ocupa una superficie aproximada de 131 km² equivalente al 12,8% del total del área estudiada.

3.3.4. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Ocupa, al norte de la línea Babahoyo-Alausí, la práctica totalidad de la vertiente andina occidental. Su principal característica es la existencia de una cobertura piroclástica casi continua en todo el contexto, de entre 3 y más de 9 metros, que difumina las formas de relieve subyacentes, esta cobertura está representada por la Formación Alausí (Paleógeno). Esta cobertura sólo desaparece en los abruptos y paredes, así como en las formas recientes de incisión fluvial, donde aflora el sustrato volcánico antiguo perteneciente a la Formación Piñón (Cretácico).

Este contexto se ubica en la zona noroccidental del cantón, con una extensión de 29 km² aproximadamente y en altitud se encuentra entre los 3.100 y 1.100 msnm. El modelo principalmente se encuentra representado por vertientes de perfil rectilíneo y heterogéneo con cierto grado de disección, además de coluviones.

3.3.5. Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Este contexto se localiza en las zonas central y meridional de la vertiente occidental andina, desde el paralelo 2° sur hasta las inmediaciones de Zaruma, fuera de la influencia de los volcanes recientes. Su extensión es limitada, ya que se desarrolla por encima de los conos de esparcimiento de la vertiente occidental (dominio Piedemonte andino occidental, incluido en la región Costa) hasta el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* o, si este escarpe no existe, hasta los *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*. Su posición altitudinal presenta, por tanto, un amplio rango: desde poco más de 100 metros hasta cotas superiores a los 2.800 msnm.

En las partes bajas y medias de estas vertientes son frecuentes los modelados ligados a depósitos de ladera, a menudo condicionados por la existencia de alteritas localmente profundas (deslizamientos en la propia alterita, coluvionamientos, formas de solifluxión); por el contrario, en las zonas más altas predomina un modelado ligado a la disección. El sustrato rocoso lo componen los materiales volcánicos de la Formación Macuchi del Cretácico (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Se desarrolla en el extremo suroccidental del cantón, en la margen izquierda del río Chanchán (este río pertenece al Medio aluvial costero), enlazando en la cota superior con las *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*. Ocupa una superficie de aproximadamente 3 km² equivalente al 0,33% del total, este es uno de los contextos con menor extensión en el cantón Alausí. Presenta alturas variables, que oscilan entre los 600 y 1.500 msnm.

3.3.6. Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)

Se localiza en la parte central y sur de la vertiente andina occidental sin recubrimiento piroclástico, presentando grandes vertientes heterogéneas, con segmentos rectilíneas con pendientes fuertes o muy fuertes, rellanos estrechos con superficies onduladas y con un marcado modelado fluvial, tanto de incisión como de sedimentación.

No presenta, salvo muy puntualmente, cobertura piroclástica; las alteraciones, desarrolladas sobre sustratos de naturaleza muy diferente, son desiguales tanto en profundidad como en tipología.

El paisaje se ve caracterizado por vertientes rectilíneas, abruptas o heterogéneas divididas por interfluvios de cimas estrechas y redondeadas y disectadas por incisiones fluviales, barrancos. Se desarrollan geológicamente sobre las formaciones volcánicas como Macuchi, Yunguilla y Piñón. Dentro del cantón, este contexto morfológico llega a ocupar una superficie aproximada de 135 km² equivalente a 13,3% del total del área estudiada del cantón Alausí. Se encuentra distribuido en a lo largo del borde occidental del cantón. Se presenta con alturas comprendidas entre 3.100 y 700 msnm.

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

Este contexto se corresponde con las partes superiores del Batolito de Amaluza (CODIGEM-BGS, 1994), afectado en superficie por una alterita arenosa, que es fácilmente movilizada por escorrentía superficial en las zonas carentes de cobertura vegetal densa. No obstante, el recubrimiento piroclástico superficial, aun discontinuo y de reducido espesor, aporta una cierta protección a las arenas subyacentes.

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

Las geoformas identificadas y representativas son sobretodo diferentes tipos de vertientes. Así mismo depósitos coluviales asociados a estas laderas. El contexto ocupa el extremo suroriental del cantón Alausí, con una superficie de 5 km².

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

Este contexto se extiende a lo largo de la Sierra Norte, alcanzando el límite de las Cimas frías a altitudes de 3.400 a 3.600 msnm (reborde occidental de la cuenca de Tulcán), 3.300-3.400 msnm (al oriente de Quito) y a 3.200 msnm sobre la Cordillera Real de la cuenca de Riobamba. El límite inferior, con el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra*

Norte, se localiza de promedio a unos 3.000 msnm, aunque varía asimismo entre los 2.800 y los 3.200 msnm.

Su posición, inmediatamente por debajo de las tierras frías de la Sierra (dominio Cimas frías), origina una marcada discontinuidad y contraste con ellas, marcando una ruptura de pendiente muy clara, y un descenso hacia las cuencas abrupto y rápido. Siendo las geoformas más representativas vertientes heterogéneas y vertientes rectilíneas con abruptas. Presenta un modelado general disectado, con amplios desniveles representados por relieves volcánicos altos y muy altos con pendientes de fuertes a muy fuertes.

Se localiza en ambos rebordes de las cuencas centrales de Latacunga y Riobamba, prosiguiendo en forma más discontinua hasta el valle de Alausí, el cual presenta una profunda incisión con dirección NE-SO que entalla la Sierra central en dirección del ámbito costero.

Las vertientes superiores de las cuencas interandinas con cobertura piroclástica, que conforman este contexto, se extienden en dos zonas del cantón. En la zona oriental a lo largo de las vertientes de la Cordillera Occidental ubicadas en la margen derecha del río Chanchán y en una pequeña extensión en la loma Ventana, en esta zona se emplazan altitudinalmente a 3.600 y 1.800 msnm; y en la zona centro oriental a lo largo de la Cordillera Real en los sectores Lullín y Mandana con alturas comprendidas entre 3.700 y 4.000 msnm. Este contexto ocupa una superficie de 117 km² dentro del área de estudio.

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

Las cuencas de la Sierra volcánica norecuatoriana están drenadas por redes hidrográficas que presentan impresionantes gargantas, estrechas y profundas, como por ejemplo el gigantesco corte del río Chanchán, que baja de 2.600 m al sur de Alausí, hasta 1.300 m por debajo de Huigra. También conviene señalar que las entradas de estas incisiones constituyeron para las redes hidrográficas andinas, verdaderos niveles locales de base, en función de los cuales se desarrollaron la mayoría de los niveles escalonados en los pisos de las cuencas.

Este contexto se ubica entre los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Por tanto, las altitudes en que aparece varían entre los 3.000 msnm (con 200 m de variación, tanto por encima como por debajo) y los 1.500 a 2.800 msnm, como límite inferior, en función de los diferentes emplazamientos en que aparece.

Son frecuentes las vertientes heterogéneas, con segmentos en su interior de perfil rectilíneo, en las que se manifiestan intensos procesos erosivos actuales. También son comunes las altas colinas de cimas redondeadas, separadas por estrechas incisiones en V -que, al abrirse, se rellenan sus fondos con depósitos coluvio-aluviales-, junto con algunos retazos de terrazas. En el cantón Alausí estos relieves y vertientes están alineados en sentido NE-SO, siguiendo el cambio de orientación que

sufren las cordilleras al contacto con la zona meridional del país. Se ubican en la zona centro norte del cantón a ambos márgenes de los ríos Chanchán y Guasuntos. Con una superficie de aproximadamente 237 km² equivalente al 23,2% del total, este es el contexto más extenso en el cantón Alausí. Presenta alturas variables, que llegan a rondar los 1.400 msnm y hacia la Sierra alcanzan los 3.200 msnm.

Geológicamente en el cantón Alausí este contexto se constituye por un sustrato volcánico representado por la Unidad Alao Paute, formada por Metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles de edad Jurásica. La cobertura piroclástica está conformada por Lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente pertenecientes a la Formación Alausí. En menor porcentaje aparecen las formaciones volcánicas Macuchi, Tarqui y Cangahua. Existe además un alto porcentaje de depósitos coluviales.

3.3.10. Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional)

Da lugar al conjunto más elevado que se puede diferenciar en las cuencas interandinas de la Sierra Central. Aparece en las partes altas de los valles de los ríos Jubones, León y Paute, en el conjunto de relieves elevados de las cuencas de Cuenca-Azogues, Sigsig-Gualaceo, Azogues-Biblián y Cañar, así como en el valle de Girón-Santa Isabel.

Los modelados dominantes originan relieves montañosos y coluviones sobre Rocas metamórficas de edad Paleozoica. Este contexto morfológico tiene una mínima representación dentro del cantón Alausí. Se ubica en el extremo sur del cantón cerca del sector Cola de San Pablo. Llega a ocupar 1 km² de superficie aproximadamente, equivalente a 0,14% del total del área estudiada en el cantón.

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

En el cantón Alausí este contexto no tiene relación con los que se presentan en la zona más septentrional del valle interandino. Este contexto hace referencia a la margen oriental del valle de Alausí. Desde el punto de vista tectónico este contexto se encuentra levantado por la acción de un sistema de fallas, la del río Guasuntos E-O y del río Chanchán o Alausí NE-SO que convergen en el sector de Simbabe.

Al producirse este levantamiento, este contexto queda desligado del medio aluvial de Sierra. En este cantón este contexto se ubica a 1.300 metros sobre el cauce del río Chanchán. El paisaje responde principalmente a superficies volcánicas onduladas. Se forman sobre materiales volcánicos de la Formación Tarqui, de edad Pleistoceno y la Formación Alausí del Paleógeno.

3.3.12. Medio aluvial de Sierra

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

3.3.13. Medio aluvial costero

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

3.4. Geoformas y formaciones geológicas presentes en el cantón

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

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|----------------------|----------------------------------|---|--------------------------|
| Paisajes glaciares | FLUVIAL | Barranco | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 18 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 4 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | | Vertiente heterogénea | 2 |
| | | Vertiente rocosa | <1 |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 |
| | | Coluvión reciente | <1 |
| | | Coluvión antiguo | 2 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar | 7 |
| | | Cubeta glaciar | 1 |
| | | Fondo de valle glaciar | 4 |
| | | Vertiente de valle glaciar | 21 |
| | | Horn | <1 |
| | | Rocas aborregadas | <1 |
| | | Laguna glaciar | <1 |
| | | Morrena de fondo | 1 |
| | | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | 2 |
| | | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario | 1 |
| | | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario | 3 |
| | | Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques | <1 |
| | | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente |
| | Superficie inclinada | | 3 |
| | Interfluvio de cimas redondeadas | | <1 |
| | Interfluvio de cimas estrechas | | 5 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|---|---|--|--------------------------|
| Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas | FLUVIAL | Barranco | <1 |
| | | Superficie de cono de deyección | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 37 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 14 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 3 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | | Vertiente heterogénea | 9 |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 |
| | | Coluvión reciente | 1 |
| | | Coluvión antiguo | <1 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | | Glacis de esparcimiento | 2 |
| | | Testigo de glacis de esparcimiento | <1 |
| | | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar |
| | Vertiente de valle glaciar | | <1 |
| | Valle glaciar colgado | | <1 |
| | Rocas aborregadas | | <1 |
| | Morrena lateral | | <1 |
| | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | | 6 |
| | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial | | 6 |
| | VOLCÁNICO | Relieve volcánico colinado muy bajo | <1 |
| | | Relieve volcánico colinado medio | 2 |
| | | Relieve volcánico colinado alto | 6 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado bajo | <1 |
| | | Relieve colinado medio | <1 |
| | | Relieve colinado alto | 9 |
| | | Relieve colinado muy alto | 21 |
| POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | 2 | |
| | Coluvio-aluvial antiguo | <1 | |
| | Superficie horizontal | <1 | |
| | Superficie inclinada | 2 | |
| | Superficie inclinada disectada | <1 | |
| POLIGÉNICAS | Interfluvio de cimas redondeadas | 7 | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|---|---|--|--------------------------|
| Relieves de los márgenes de las cimas frías | FLUVIAL | Barranco | 2 |
| | | Superficie de cono de deyección | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 13 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 27 |
| | | Vertiente rectilínea con salientes rocosos | 2 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 7 |
| | | Vertiente abrupta | 2 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 7 |
| | | Vertiente heterogénea | 8 |
| | | Vertiente rocosa | <1 |
| | | Escarpe de deslizamiento | 1 |
| | | Coluvión reciente | <1 |
| | | Coluvión antiguo | 4 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | 5 |
| | | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Circo glaciar |
| | Cubeta glaciar | | <1 |
| | Fondo de valle glaciar | | <1 |
| | Vertiente de valle glaciar | | <1 |
| | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | | <1 |
| | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario | | <1 |
| | Afloramientos rocosos en ambiente periglaciario | | <1 |
| | Rocas desmenuzadas por el hielo, campos y ríos de bloques | <1 | |
| | VOLCÁNICO | Relieve volcánico colinado medio | <1 |
| | | Superficie volcánica ondulada | 4 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado muy bajo | <1 |
| | | Relieve colinado medio | <1 |
| | | Relieve colinado muy alto | 3 |
| Relieve montañoso | | 32 | |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|--|--|--|--------------------------|
| Relieves de los márgenes de las cimas frías | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | <1 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | <1 |
| | | Superficie horizontal disectada | <1 |
| | | Superficie inclinada | 3 |
| | | Superficie inclinada disectada | <1 |
| | | Abrupto de superficie inclinada | 1 |
| | | Interfluvio de cimas redondeadas | 4 |
| | | Interfluvio de cimas estrechas | <1 |
| | OTRAS GÉNESIS | Superficie de relleno | <1 |
| Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) | FLUVIAL | Barranco | <1 |
| | | Terraza media | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 1 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 10 |
| | | Vertiente abrupta | 1 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 4 |
| | | Vertiente heterogénea | <1 |
| | | Coluvión antiguo | 11 |
| | POLIGÉNICAS | Superficie inclinada | <1 |
| | | Interfluvio de cimas redondeadas | <1 |
| Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) | FLUVIAL | Barranco | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | <1 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | <1 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 2 |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Superficie inclinada | <1 |
| | | Interfluvio de cimas redondeadas | <1 |
| | Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) | FLUVIAL | Barranco |
| Encañonamiento | | | 1 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|--|--|--|--------------------------|
| Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental) | LADERAS | Vertiente rectilínea | 14 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | 11 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 1 |
| | | Vertiente abrupta | 10 |
| | | Vertiente abrupta con fuerte disección | 14 |
| | | Vertiente heterogénea | 17 |
| | | Vertiente heterogénea con fuerte disección | 20 |
| | | Morfología abollada | 2 |
| | | Escarpe de deslizamiento | 5 |
| | | Coluvión reciente | 3 |
| | | Coluvión antiguo | 11 |
| | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | 9 | |
| | VOLCÁNICO | Relieve volcánico colinado alto | <1 |
| | | Relieve volcánico colinado muy alto | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | <1 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | 2 |
| | | Superficie inclinada | 4 |
| Superficie inclinada disectada | | 3 | |
| Interfluvio de cimas redondeadas | | 1 | |
| Interfluvio de cimas estrechas | | 1 | |
| Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real) | LADERAS | Vertiente rectilínea | <1 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 1 |
| | | Vertiente abrupta | 3 |
| | | Coluvión antiguo | <1 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Interfluvio de cimas redondeadas | <1 |
| Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) | FLUVIAL | Barranco | 2 |
| | | Superficie de cono de deyección | <1 |
| | | Abrupto de cono de deyección disectado | <1 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|---|-----------------------|---|--------------------------|
| Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) | LADERAS | Vertiente rectilínea | 13 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | <1 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 6 |
| | | Vertiente abrupta | 3 |
| | | Vertiente heterogénea | 30 |
| | | Escarpe de deslizamiento | <1 |
| | | Coluvión reciente | 1 |
| | | Coluvión antiguo | 19 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | 1 |
| | | Glacis de esparcimiento | 3 |
| | GLACIAR Y PERIGLACIAR | Depósito glaciar modelado por acción fluvial | <1 |
| | | Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglaciario | 3 |
| | VOLCÁNICO | Relieve volcánico colinado medio | 7 |
| | | Relieve volcánico montañoso | 11 |
| | | Superficie volcánica ondulada | <1 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado muy alto | 5 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | <1 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | <1 |
| | | Superficie inclinada | 2 |
| | | Superficie inclinada disectada | 1 |
| Abrupto de superficie inclinada | | <1 | |
| Interfluvio de cimas redondeadas | | 4 | |
| Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) | FLUVIAL | Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) | <1 |
| | | Valle indiferenciado | <1 |
| | | Valle en V | 2 |
| | | Barranco | 5 |
| | | Encañonamiento | <1 |
| | | Terraza colgada | <1 |
| | | Terrazas indiferenciadas | <1 |
| | | Superficie de cono de esparcimiento disectado | <1 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|---|-------------------|--|--------------------------|
| Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) | FLUVIAL | Superficie de cono de deyección | 2 |
| | | Abrupto de cono de deyección disectado | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 25 |
| | | Vertiente rectilínea con abruptos | 25 |
| | | Vertiente abrupta | 25 |
| | | Vertiente heterogénea | 49 |
| | | Vertiente rocosa | <1 |
| | | Escarpe de deslizamiento | 3 |
| | | Coluvión reciente | 3 |
| | | Coluvión antiguo | 30 |
| | | Depósitos de deslizamiento, masa deslizada | 13 |
| | VOLCÁNICO | Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares | 7 |
| | | Relieve volcánico colinado muy alto | 3 |
| | | Relieve volcánico montañoso | <1 |
| | | Superficie volcánica ondulada | 1 |
| | ESTRUCTURAL | Superficies de planas a ligeramente onduladas sobre cangahua | 4 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve colinado medio | <1 |
| | | Relieve colinado alto | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | 1 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | <1 |
| | | Superficie inclinada | 13 |
| | | Superficie inclinada disectada | 8 |
| | | Abrupto de superficie inclinada | 9 |
| Interfluvio de cimas redondeadas | | 4 | |
| Interfluvio de cimas estrechas | | <1 | |
| Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional) | LADERAS | Coluvión antiguo | 1 |
| | TECTÓNICO-EROSIVO | Relieve montañoso | <1 |

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

| CONTEXTO MORFOLÓGICO | GRUPO GENÉTICO | GEOFORMA | km ² (aprox.) |
|--|-------------------------|---|--------------------------------------|
| Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos | FLUVIAL | Valle indiferenciado | <1 |
| | LADERAS | Vertiente rectilínea | 4 |
| | | Vertiente rectilínea con fuerte disección | <1 |
| | | Vertiente abrupta | <1 |
| | VOLCÁNICO | Superficie de meseta volcánica disectada | 2 |
| | | Vertiente de meseta volcánica | 1 |
| | | Superficie volcánica ondulada | 76 |
| | ESTRUCTURAL | Restos de superficie estructural | <1 |
| | POLIGÉNICAS | Coluvio-aluvial reciente | <1 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | <1 |
| | | Superficie horizontal | <1 |
| | | Superficie inclinada | 2 |
| | Medio aluvial de Sierra | FLUVIAL | Valle fluvial, llanura de inundación |
| Terraza baja y cauce actual (sobreexcavación de cauce en llanura de inundación) | | | <1 |
| Valle indiferenciado | | | <1 |
| Valle en V | | | 18 |
| Barranco | | | 15 |
| Garganta | | | 1 |
| Encañonamiento | | | 3 |
| Terraza media | | | <1 |
| Terraza colgada | | | 2 |
| Terrazas escalonadas | | | <1 |
| Superficie de cono de deyección | | | <1 |
| LADERAS | | Vertiente abrupta | <1 |
| POLIGÉNICAS | | Coluvio-aluvial reciente | 7 |
| | | Coluvio-aluvial antiguo | 11 |
| OTRAS GÉNESIS | Superficie intervenida | 1 | |
| Medio aluvial costero | FLUVIAL | Valle fluvial, llanura de inundación | <1 |

Fuente: CTN

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

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

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|------------------|-------------|--|--------------------------------|
| Depósitos de ladera | Q _{dl} | Cuaternario | Gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas) | 5 |
| Depósitos de ladera (derrumbe) | Q _{dl3} | Cuaternario | Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño | 30 |
| 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 | 88 |
| Depósitos coluvio aluviales | Q _{dca} | Cuaternario | Limo-arcillas, arenas, gravas y bloques | 26 |
| Depósitos aluviales | Q _{da} | Cuaternario | Arenas, limos, arcillas y conglomerados | 3 |
| Depósitos aluviales (abanico aluvial) | Q _{da1} | Cuaternario | Limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales | <1 |
| Depósitos aluviales (cono de deyección) | Q _{da5} | Cuaternario | Limo-arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables | 3 |
| Depósitos aluviales (terrazas) | Q _{da8} | Cuaternario | Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa | 10 |

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|------------------|-------------|---|--------------------------------|
| Depósitos glaciares | Q _{dg} | Cuaternario | Till, tillita. Depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino | 10 |
| Depósitos fluvio glaciares | Q _{dfg} | Cuaternario | Bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas | 9 |
| Depósitos superficiales | Q _{dsi} | Cuaternario | Depósitos superficiales indiferenciados | 10 |
| Formación Cangahua | Q _c | Cuaternario | Ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos | 15 |
| Formación Tarqui | P _{Tq} | Pleistoceno | Tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava | 219 |
| Formación Alausí | Pg _{Al} | Paleógeno | Lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente | 201 |
| Formación Yunguilla | K _{Yg} | Cretácico | Limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas | 23 |
| Formación Macuchi | K _M | Cretácico | Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas | 102 |
| Formación Piñón | K _P | Cretácico | Rocas ígneas básicas (diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica), tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques | 103 |

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

| FORMACIÓN GEOLÓGICA O DEPÓSITO SUPERFICIAL | SÍMBOLO | EDAD | LITOLOGÍA | km² (aprox.) |
|---|-----------------|------------------------|---|--------------------------------|
| Unidad Alao Paute | J _{AP} | Jurásico | Metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles | 139 |
| Rocas metamórficas | ME | Paleozoico | Rocas metamórficas indiferenciadas | 2 |
| Tonalita | IN To | Sin asignación de edad | Tonalita | 15 |
| Granodiorita | IN Gd | Sin asignación de edad | Granodiorita | 3 |

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, Pg=Paleógeno, K=Cretácico, J=Jurásico, Pz=Paleozoico, mientras que los subíndices se refieren al tipo de depósito superficial en el caso de los materiales de edad Cuaternario (dl=depósitos de ladera, dca=depósitos coluvio aluviales, da= depósitos aluviales, etc.) o al nombre de la "formación geológica" (C= Cangahua, Tq= Tarqui, Al=Alausí, Yg=Yunguilla, etc.). Los símbolos que inician su denominación con ME hacen referencia a rocas metamórficas que, en los insumos, carecían de asignación de edad, aunque por su posición y otras características han sido consideradas de forma genérica como pertenecientes al Paleozoico. Los símbolos que inician su denominación con IN se refieren a cuerpos intrusivos sin asignación de edad.

3.5. Descripción de geoformas

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

3.5.1. Fluvial

3.5.1.1. Valle fluvial, llanura de inundación (F1)

Esta geoforma se encuentra en el borde occidental, asociada a los ríos Chimbo y Chanchán y en la zona centro-oeste, en las márgenes del río Guasuntos. Se localiza dentro de los contextos morfológicos *Medio aluvial de Sierra* y *Medio aluvial costero*.

Esta geoforma suele presentar siempre un eje fluvial (canal) permanente y están ligados a sistemas y tramos fluviales de tamaño variable, pero siempre claramente representables a la escala cartográfica. Presenta pendiente muy suave (de 2 a 5%) con valles de fondo plano que dan lugar a formas de drenaje dendríticas y meándricas. Su litología son depósitos superficiales de tipo aluvial, formados por arenas, limos, arcillas y conglomerados.

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

Esta geoforma se localiza tanto en la zona centro-oeste, formando el cauce del río Guasuntos a la altura de la población de mismo nombre, como en el extremo sureste del cantón, formando el cauce del río Paute. Se localiza en los contextos morfológicos *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

Esta geoforma es una unidad que forma parte de la llanura de inundación. Se caracteriza por constituir una franja alrededor del canal o canales fluviales, sometida a continuos cambios, con un alto contenido de cantos y bloques y no apta para el aprovechamiento agrícola. Su litología son depósitos aluviales, constituida por arenas, limos, arcillas y conglomerados. Presenta pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12%) y forma del valle en U o plano.

3.5.1.3. Valle indiferenciado (F3)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, al norte en quebradas que vierten al río Chanchan, y al centro en un afluente del río Zula. Se localiza en tres contextos morfológicos: i) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos vulcano-sedimentarios y piroclásticos* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

Un valle indiferenciado es un valle de fondo plano o con una sección ligeramente en U, a veces con contrapendientes en su sección longitudinal. Su característica principal es la ausencia de dinámica fluvial permanente. Presentan un relleno aluvial en la que el agua percola y la escorrentía superficial presente juega un escaso papel.

Presenta anchuras variables, aunque generalmente inferiores a la de los valles fluviales (F1). Su litología son depósitos aluviales, formados por arenas, limos, arcillas y conglomerados. Presenta características de pendientes suaves (de 5 a 12%) y forma de valle plano.



Foto 1. Valle indiferenciado ligado al río Zula. Sector Tali. 24/05/2014.

3.5.1.4. Valle en V (E1)

Esta geoforma se encuentra repartida por toda la región oeste del cantón, formando parte de las quebradas en las cuencas altas de los ríos Chanchán y San Pablo, y también formando parte de los cauces de los ríos Zula, Chanchán y Sacramento. Forma parte de dos contextos morfológicos: *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra*.

Los valles con un perfil transversal en forma de V son típicos de los cursos altos de los ríos. La pendiente transversal en estos valles es generalmente fuerte (de 40 a 70%). Las dimensiones longitudinales son por lo general de orden kilométrico y anchuras reducidas (orden hectométrico).

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* tiene una mínima representación, ocupa un área entre 1 y 2 km². Se asocia con las formaciones Alausí y Cangahua.

Dentro del contexto *Medio aluvial de Sierra* es una de las geoformas más representativas (18 km² aproximadamente), debido a que la red de drenaje en este cantón tiene un comportamiento generalmente erosivo. La geología de la zona también contribuye al desarrollo de estos imponentes valles. En este contexto estos valles se desarrollan en las formaciones: Piñón, Macuchi, Alausí e inciden en depósitos de terrazas.



Foto 2. Valle en V en el río Zula. Sector San Antonio. 22/05/2014.

3.5.1.5. Barranco (E2)

Esta geoforma se encuentra repartida por toda la zona de estudio, a excepción de la zona sureste. Se localiza dentro de nueve contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, viii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y ix) *Medio aluvial de Sierra*.

Los barrancos al igual que los valles en V (E1) son típicos de los cursos altos de los ríos. Presentan en general forma de valle en V y pendiente fuerte a muy fuerte (de 40 a 100%), aunque pueden existir pendientes más bajas a estas, como se ha observado en campo donde las pendientes son erosivas aun siendo moderadas. La principal diferencia de esta geoforma dentro de cada geoforma es del tipo geológico.

En los contextos *Paisajes glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial* y *huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se presenta en la Unidad Alao Paute y Formación Tarqui. En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* los barrancos se desarrollan en las formaciones Piñón, Alausí y Tarqui.

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se presentan en la Formación Piñón (rocas ígneas básicas; diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica; tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques).

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estos barrancos aparecen en la Formación Macuchi del Cretácico (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

El contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* los barrancos erosionan una gran variedad de formaciones volcánicas como son las formaciones Piñón Macuchi y Yunguilla.

Dentro de los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se asocia con las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón y Alausí.

Por último en el contexto *Medio aluvial de Sierra* aparece en un número mayor de formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Macuchi, Yunguilla, Alausí, Tarqui y granodiorita.



Fotos 3 y 4. Barranco en la quebrada Llanguma, sector cerro Tolontos, y macizo de la Fm. Piñón, sector Quebrada Llanguna 23/05/2014.

3.5.1.6. Garganta (E3)

Esta geoforma se sitúa en el extremo noroccidental del cantón, en las quebradas San Juan y Quilluyacu, en el poblado Chaguarpata. Esta unidad morfológica forma parte del contexto *Medio aluvial de Sierra*.

Es una geoforma de carácter erosiva al igual que los barrancos y presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%) y desniveles comprendidos entre 25 y 50 metros. Los materiales erosionados por esta geoforma corresponden a la formación Yunguilla: limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas. Se caracteriza por vertientes de longitud corta (de 15 a 50 m) y formas rectilíneas con formas de valle en V.

3.5.1.7. Encañonamiento (E4)

Esta geoforma se sitúa tanto en el sector occidental del cantón, en el cauce de los ríos Citado y Maguazo, en la confluencia con el río Chimbo, en diversas quebradas y en el sector central del cantón, en el río Zula, al suroeste de Totoras. Esta geoforma forma parte de tres contextos morfológicos diferentes: i) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y iii) *Medio aluvial de Sierra*.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* esta geoforma presenta pendiente de 70 a 150%, desnivel relativo de 100 a 200 metros, vertiente de longitud moderadamente larga con perfil mayormente rectilíneo dando valles con forma de V. Estos encañonamientos se desarrollan en la Formación Macuchi.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se asocian a la Unidad Alao Paute. Presentan pendiente escarpa (de 100 a 150%), desnivel relativo de 100 a 200 metros, vertientes de perfil longitudinal cóncavo de 50 a 250 metros y forma de valle en V.

En el contexto *Medio aluvial de Sierra* aparece en las formaciones Piñón, Macuchi y Yunguilla. Presentan pendientes de fuerte a escarpada, desnivel de 100 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a 500 metros, valles en V con vertientes de perfil cóncavo o rectilíneo.

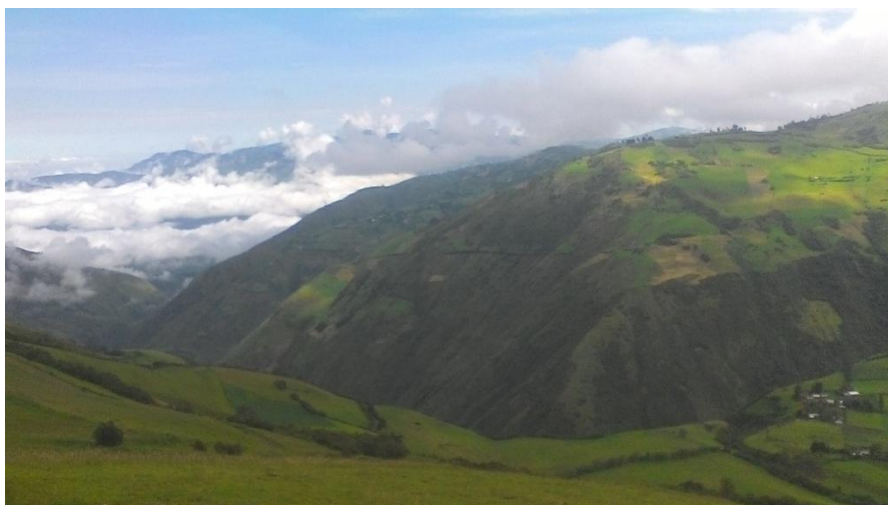


Foto 5. Encañonamiento río Maguazo sobre la Fm. Piñón. Sector Pampa.
23/05/2014.

3.5.1.8. Terraza media (Tm)

Esta geoforma se sitúa repartida por el extremo noroccidental del cantón, en las márgenes de los ríos San Pablo, Chimbo y Citado. Se localiza en los contextos morfológicos: i) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, ii) *Medio aluvial de Sierra* y iii) *Medio aluvial costero*.

Las terrazas son superficies casi planas de pendiente suave (de 5 a 12%) formadas depósitos aluviales compuestos por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. Son restos de antiguas superficies de inundación y, por tanto, se sitúan por encima del nivel máximo de las aguas de un río, como resultado de la incisión del mismo. Así pues, cuanto más alta, en cota absoluta, se encuentra una terraza, más antigua es. En este caso, es la terraza que queda inmediatamente por encima de la llanura de inundación.

3.5.1.9. Terraza colgada (Tc)

Estas geoformas se encuentran situadas en la zona noroccidental (ríos Chimbo y San Pablo) y central del cantón (río Zula). Se localiza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Medio aluvial de Sierra*.

Esta geoforma es de similares características que las terrazas medias, aunque en este caso se trata de terrazas más antiguas, en las que el sustrato aflora por debajo. La pendiente es muy suave a suave (de 2 a 12%) y su litología son depósitos aluviales de terraza y está compuesta por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa.

En el sector de Laucay se caracterizó un depósito constituido de limo (10%), arena (20%), grava (20%), bloques angulares (10%) y redondeados (40%).



Fotos 6 y 7. Terraza colgada del río Chimbo. Vista general (izquierda) y detalle de depósito superficial (derecha). Sector Laucay. 05/11/2014.

3.5.1.10. Terrazas escalonadas (Te)

Esta geoforma se sitúa en el sector noroccidental del cantón, en la margen del río Chimbo. Se localiza en el contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Esta geoforma corresponde a una serie de terrazas que, por su tamaño, no pueden individualizarse.

Su litología son depósitos aluviales de terraza y está compuesta por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. En este caso, las terrazas presentan pendientes medias (12 a 25%).



Fotos 8 y 9. Terraza escalonada del río Chimbo. Sector Chaguarpata. 05/11/2014.

3.5.1.11. Terrazas indiferenciadas (Ti)

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

Esta geoforma se sitúa en el sector suroccidental, cerca del poblado de Nisag, en las márgenes del río Guasuntos. Se localiza en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Geológicamente se desarrolla en depósitos aluviales de terraza y está compuesta por conglomerado, limo arenoso y arcilla limosa. Se caracterizan por pendientes suaves (5 a 12%). En campo se identificó un depósito compuesto de arcilla (5%), limo (15%), arena (35%), grava (20%) y bloque redondeado (25%).



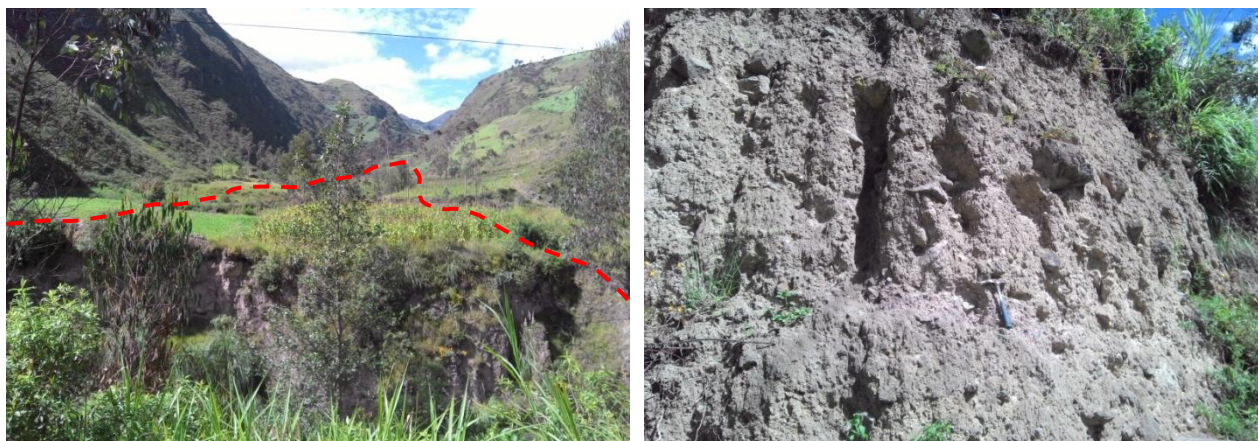
Fotos 10 y 11. Terraza indiferenciada del río Guasuntos. Vista general (izquierda) y detalle de depósito superficial (derecha). Sector Jushihuaycu. 24/05/2014.

3.5.1.12. Superficie de cono de esparcimiento disectado (Co2)

Esta geoforma se localiza en la zona central del cantón, al suroeste de Guasuntos, en la margen izquierda del río Sevilla. Se emplaza íntegramente en el contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Esta superficie corresponde a las zonas más llanas de un abanico aluvial procedente de los relieves circundantes. Está conformado por depósitos de abanico aluvial formados por limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.

Se caracteriza por pendiente media (12 a 25%). Las disecciones presentan desnivel relativo de 5 a 15 metros, vertientes de longitud moderadamente larga (de 50 a 250 m) y de formas irregulares. También presenta valle en forma de V y formas redondeadas de cima. En el sector Dala Se caracterizó un depósito constituido de arcilla (10%), limo (20%), arena (25%), grava (25%) y bloques angulares (20%).



Fotos 12 y 13. Superficie de cono de esparcimiento disectado. Vista general (izquierda) y detalle de depósito superficial (derecha). Sector Dala. 24/05/2014.

3.5.1.13. Superficie de cono de deyección (Cd1)

La geoforma se localiza en el extremo septentrional, en el sector suroccidental y puntualmente en el sector central del cantón, junto a la localidad de Zula. Se localiza en cinco contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y v) *Medio aluvial de Sierra*.

Esta unidad geomorfológica está formada por depósitos aluviales de conos de deyección, que constan de limos, arcillas, arenas, gravas y bloques en proporciones variables. En general sus características son similares en todos contextos morfológicos en que se presenta. La pendiente varía de suave hasta fuerte (de 5 a 70%), presenta desnivel relativo de 25 a 200 metros, vertiente de longitud de 50 a 250 metros o mayor a 500 metros con formas rectilínea, cóncava, convexa o mixta. En el sector La Moya se identificó un depósito compuesto de arcilla (10%), limo (25%), arena (25%), grava (20%) y bloque redondeado (20%).



Fotos 14 y 15. Superficie de cono de deyección. Vista general (izquierda) y detalle de depósito superficial (derecha). Sector La Moya. 24/05/2014.

3.5.1.14. Abrupto de cono de deyección (Cd2)

Esta geoforma se encuentra ligada a la descrita anteriormente (Cd1) y corresponde al talud o escarpe de esas superficies. Esta geoforma se sitúa en la región más occidental del cantón, hacia el centro, sobre el cauce del río Alausí a su paso por la ciudad homónima, y al suroeste en la margen del río Guahualcón cerca de la localidad de Pinancay. Se encuentra dentro de los contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Su litología corresponde a depósitos superficiales (depósitos aluviales de cono de deyección), formada por limos, arcillas y arenas, gravas y bloques en proporciones variables. Se caracteriza por pendientes fuertes (de 40 a 70%), desnivel relativo de 25 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 m) con forma cóncava.

3.5.2. Laderas

3.5.2.1. Vertiente rectilínea (Lr1)

Esta geoforma corresponde a vertientes de perfil longitudinal predominantemente rectilíneo. Se encuentra repartida por toda la zona de estudio y se localiza dentro de diez de los contextos morfológicos presentes: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, viii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, ix) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, x) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras*

Central y Meridional) y xi) Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos.

En los contextos *Paisajes glaciares y Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se desarrolla mayoritariamente en la Unidad Alao Paute y Formación Tarqui. Presentan desnivel relativo de pocos metros hasta más de 300 metros y longitud de vertiente de 15 a más 500 metros.

Dentro de los contextos morfológicos *Relieves de los márgenes de las cimas frías, Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) y Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* predominan geológicamente las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Alausí y Tarqui. El desnivel relativo en esta geoforma se representa de 25 a más de 300 metros y longitud de vertiente desde muy corta a muy larga.

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estas vertientes se asocian geológicamente con la Formación Piñón (Cretácico), presenta desnivel relativo mayor a 300 metros y longitud de vertiente de más de 500 metros.

Por otro lado en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* esta geoforma se desarrolla en la Formación Macuchi (Cretácico), presenta desnivel relativo de 25 a 50 metros y longitud de vertiente moderadamente larga.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se desarrolla en las formaciones volcánicas Piñón y Macuchi o en la Formación Yunguilla, esta última sedimentaria. Presenta desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros).

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* estas vertientes presentan un desarrollo diversificado en cuanto a geología, tal es así, que se presenta en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Macuchi, Alausí y Cangahua. Presenta desnivel de 50 hasta más de 300 metros y longitud de vertiente desde moderadamente larga a muy larga.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional)* se desarrolla íntegramente en rocas metamórficas con desnivel relativo mayor a 300 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros.

Generalmente en todos los contextos se presenta pendiente que oscila de suave hasta fuerte (de 5 a 70%). En el sector de Cobshe Bajo se caracterizó un macizo rocoso de la Unidad Alao Paute formado por esquistos micáceos.



Fotos 16 y 17. Vertiente rectilínea en Unidad Alao Paute. Vista general (izquierda) y detalle de depósito superficial (derecha). Sector Cobshe. 26/05/2014.

3.5.2.2. Vertiente rectilínea con fuerte disección (Lr2)

Esta geoforma tiene similares características que las vertientes rectilíneas (Lr1), con la salvedad de que presenta una mayor disección. Esta geoforma se sitúa en la zona occidental y en el noreste del cantón. Se localiza dentro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y vii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Características morfológicas y morfométricas en cada contexto son muy similares, tal es así, que presenta pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), longitud de vertiente larga a muy larga y desnivel relativo de 50 a más de 300 metros. La principal diferencia se observa en las formaciones geológicas que se asocian a cada contexto.

En el contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma aparece en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón y Tarqui. En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* esta geoforma se asocia con las formaciones Piñón, Macuchi y Alausí. Dentro del contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se presenta en las formaciones Piñón y Alausí. Y en el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se presenta en la Formación Macuchi.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estas vertientes aparecen en las formaciones Macuchi y Yunguilla.

En los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* esta geoforma se desarrolla en la Formación Alausí.

3.5.2.3. Vertiente rectilínea con salientes rocosos

Esta geoforma se localiza en la zona centro oeste del cantón, al norte del cerro Cisarán. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Corresponde a vertientes de perfil rectilíneo en las que aparecen salientes rocosos que irregularizan la vertiente. Presentan una pendiente más o menos constante (de 40 a 70%) y una forma de vertiente rectilínea. La litología está constituida por la Formación Tarqui: tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava. Presenta desnivel relativo de más de 300 metros y longitud de vertiente muy larga (superior a 500 metros).

3.5.2.4. Vertiente rectilínea con abruptos (Lr4)

Esta geoforma se encuentra repartida por el sector occidental y en una pequeña localización del extremo sur del cantón. Se emplaza dentro de siete contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y vii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Son vertientes con un perfil longitudinal predominantemente rectilíneo, en las que se observa ciertas roturas de pendiente que dan origen a los abruptos. En todos los contextos presenta pendiente de media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%), desnivel relativo de 25 a más de 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga hasta muy larga (de 50 a más de 500 metros).

En cuanto a la geología, en los contextos pertenecientes al dominio fisiográfico Cimas Frías, como *Paisajes glaciares*, *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, y *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estas vertientes se asocian con la Unidad Alao Paute y la Formación Tarqui; en los *Relieves de los márgenes de las cimas frías* además se presenta la Formación Alausí.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se emplaza únicamente en la Formación Piñón (Cretácico) conformada de rocas ígneas básicas (diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica), tobas y capas delgadas de argilita y grauvacas; complejos de diques.

En los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* estas vertientes se desarrollan en la Unidad Alao Paute y la Formación Alausí; la Formación Piñón se asocia también con el último contexto mencionado.



Fotos 18 y 19. Vertiente rectilínea con abruptos. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso, (derecha). Unidad Alao Paute. Sector Cobshe Alto. 26/05/2014.

3.5.2.5. Vertiente abrupta (La1)

Se encuentra repartida por toda la zona occidental y en una pequeña extensión en el extremo sur del cantón. Se emplaza en todos los contextos descritos en el cantón Alausí, con excepción de dos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)* y *Medio aluvial costero*.

Se catalogan como vertientes abruptas cuando presentan una pendiente superior al 70%, independientemente de la forma de la vertiente. Su litología y características dependen del contexto morfológico en el que se encuentran.

En el contexto *Paisajes glaciares* estas vertientes se desarrollan en la Unidad Alao Paute (Jurásico), presenta perfil longitudinal cóncavo con desnivel relativo de 200 a 300 metros y longitud de vertiente larga (de 250 a 500 metros).

Dentro de los contextos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* se presenta en la Formación Alausí (Paleógeno). Se caracteriza por presentar perfil longitudinal cóncavo de 50 a 500 metros de longitud de vertiente y con un desnivel relativo de 100 a 300 metros.

En los contextos *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se desarrollan en las formaciones: Piñón

(Cretácico) y Alausí (Paleógeno). Presentan vertientes rectilíneas, convexas o cóncavas, desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de 50 hasta más de 500 metros.

En los contextos *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Medio aluvial de Sierra* esta geoforma se emplaza únicamente en la Formación Macuchi (Cretácico). Presenta desnivel relativo de 25 a 100 metros, longitud de vertiente de 50 a 250 metros y forma de vertiente de rectilíneo.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se presentan en las formaciones: Piñón y Macuchi. Se aprecian vertientes de perfil rectilíneo o cóncavo, desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y longitudes de vertiente de 50 hasta más de 500 metros.

En el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)* se asocia con granodioritas pertenecientes al batolito de Amaluzá (CODIGEM-BGS, 1994). Presenta desnivel relativo de 25 hasta más de 300 metros y longitud de vertiente de 50 a 500 metros con forma de vertiente rectilínea.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* está geoforma se encuentra en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Macuchi y Alausí. Presentan vertientes de perfil cóncavo o rectilíneo, con desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente de 50 hasta más de 500 metros.

En el sector Cumbillag se identificó un afloramiento de pórfidos andesíticos con fenocristales de plagioclasas de la Unidad Alao Paute.



Fotos 20 y 21. Vertiente abrupta. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Cumbillag. 24/05/2014.

3.5.2.6. Vertiente abrupta con fuerte disección (La2)

De similares características que la geoforma descrita anteriormente (La1), pero presenta mayor grado de disección. Se encuentra en los sectores noroccidental y suroccidental del cantón Alausí, emplazándose en cuatro contextos morfológicos: i) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; ii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; iii) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*; y iv) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Las vertientes comprenden las superficies inclinadas entre el punto más alto y el más bajo del relieve. Son abruptas cuando presentan una pendiente media superior al 70%, independientemente de la forma de la vertiente, y con fuerte disección cuando han sido muy incididas por la red fluvial actual. La litología varía en función del contexto morfológico en que se encuentra.

En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* la litología pertenece a la Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

Dentro de los *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* la geología está representada por las formaciones Piñón (rocas ígneas básicas -diabasa, basalto equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica-) y Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

En los *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estas vertientes aparecen en la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Por último en el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* la geología predominante corresponde a las formaciones Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas).

En todos los contextos se caracterizan por presentar pendientes muy fuertes (de 70 a 100%), desnivel relativo comprendido entre 100 y más de 300 metros y vertientes de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m) con forma rectilínea o cóncava.



Fotos 22 y 23. Vertiente abrupta con fuerte disección. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Formación Yunguilla. Sector Lugnas. 04/11/2014.

3.5.2.7. Vertiente heterogénea (Lh1)

Ladera de perfil mixto (cóncavo-convexo, rectilíneo-cóncavo, etc.) o irregular, escasamente disectada. Esta geoforma se reparte por todo la mitad occidental del cantón. Se localiza dentro de siete contextos morfológicos distintos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y vii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En el contexto *Paisajes glaciares* estas vertientes presentan pendientes de 25 a 40%, desnivel relativo de 50 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros con forma irregular. Se asocian con la Unidad Alao Paute, Formación Tarqui y depósitos glaciares.

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* la geología pertenece a la Unidad Alao Paute y la Formación Tarqui. Presenta pendiente de 12 a 70%, forma de vertiente irregular, desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y longitud de vertiente de 250 a más de 500 metros.

Dentro del contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* presenta vertiente de perfil irregular de 50 a más de 500 metros, desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y pendiente: de 25 a 70%. Se desarrolla en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Alausí y Tarqui.

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* la geología asociada a esta geoforma corresponde a la Formación Piñón (rocas ígneas básicas (diabasa, basalto

equigranular de grano fino, aglomerado basáltico, andesita basáltica)). Presenta pendiente de 40 a 70%, desnivel relativo de 200 a 300 metros y longitud de vertiente de más de 500 metros con forma irregular.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* presenta vertientes de perfil irregular o mixto de 250 a más de 500 metros, desnivel relativo de 200 a más de 300 metros y pendiente del 40 al 100%. Geológicamente se desarrolla en las formaciones Macuchi y Yunguilla de edad Cretácica.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* la litología corresponde a las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Alausí y Tarqui. Presenta pendiente de 40 a 70%, desnivel relativo de 100 a más de 300 metros y longitud de vertiente de 250 a más de 500 metros con forma irregular.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se aprecian vertientes de perfil irregular o mixto de 50 a más de 500 metros, desnivel relativo de 25 a más de 300 metros, pendiente de 12 a 100%. Esta geoforma se asocia con las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Alausí y Cangahua.

En campo se identificó un afloramiento de esquistos micáceos pertenecientes a la Unidad Alao Paute, cerca al poblado Huaylla Chico.



Fotos 24 y 25. Vertiente heterogénea. Vista general y detalle del macizo rocoso. Unidad Alao Paute. Sector Huaylla Chico. 26/05/2014.

3.5.2.8. Vertiente rocosa (Lh3)

Esta geoforma se sitúa en la zona central del cantón, hacia el suroeste de la población Achupallas, al sur de Sevilla y al suroeste de Alausí. Se localiza en tres contextos morfológicos distintos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Esta geoforma corresponde a vertientes que presentan en la mayor parte de su superficie afloramientos del sustrato rocoso. Su litología y características varían en función del contexto en el que se encuentren. En todos los contextos se aprecian laderas de perfil irregular.

En los contextos *Paisajes glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías* la litología corresponde a la Formación Tarqui, presentando pendiente fuerte y muy fuerte respectivamente. El desnivel relativo varía de 100 a 300 metros y la longitud de vertiente de 250 a 500 metros.

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* presenta pendiente de 70 a 100%, desnivel relativo superior a 300 metros y longitud de vertiente de más de 500 metros. Geológicamente se desarrolla en la Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

3.5.2.9. Vertiente heterogénea con fuerte disección (Lh4)

Presenta similares características que la vertiente heterogénea (Lh1), aunque con un mayor grado de disección. Esta geoforma se localiza en los extremos norte (en torno a las localidades de San Francisco de Multitud y Guamanpata; y sur (entre las localidades de Palma Sola y Pangal), de la mitad occidental del cantón. Se encuentra íntegramente dentro del contexto morfológico *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

La litología sobre la que se dispone se corresponde a la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas).

Se caracteriza por presentar pendiente fuerte (de 40 a 70%), desniveles relativos de más de 300 metros, longitud de vertiente muy larga (más de 500 m) con formas irregulares y mixtas.



Foto 26. Vertiente heterogénea con fuerte disección. Detalle del macizo rocoso. Formación Yunguilla. Sector El Porvenir. 26/05/2014.

3.5.2.10. Morfología abollada (Lh5)

Esta geoforma se localiza en el noroeste del cantón, al sur del río San Pablo, en la localidad de Surupata. Forma parte del contexto morfológico *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

Esta geoforma se caracteriza por un perfil lleno de pequeñas prominencias, que recuerdan a abolladuras, esto se debe a antiguos movimientos en masa superpuestos. Geológicamente se desarrolla en la Formación Macuchi, compuesta por areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-dibasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.

Presenta pendientes medias (de 12 a 25%), desnivel relativo mayor de 300 metros y longitud de vertiente muy larga (superior a 500 metros) con forma irregular.

3.5.2.11. Escarpe de deslizamiento (Lh6)

Esta geoforma se sitúa repartida en la zona central y occidental del cantón. Se localiza en 7 contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y vii) *Vertientes y*

relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte). Se trata de las cicatrices dejadas por los depósitos de deslizamiento (Ld1).

En el contexto *Paisajes glaciares* estos escarpes muestran la litología presente en la Formación Tarqui. Presentan pendiente de 70 a 100%, desnivel relativo de 100 a 200 metros y longitud de vertiente de 50 a 250 metros con forma cóncava.

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma aparece en los depósitos de ladera (mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño). Presenta pendiente de 40 a 70%, desnivel relativo de 50 a 100 metros y longitud de vertiente de 50 a 250 metros con forma irregular.

Dentro del contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* presenta pendiente de 40 a 100%, desnivel relativo de 50 a 200 metros y longitud de vertiente de 50 a 250 metros con forma irregular o mixta. Geológicamente se presenta en las formaciones: Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente) y Tarqui (tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, se aprecian vertientes rectilíneas de 250 a 500 metros, desnivel relativo de 200 de 300 metros y pendiente de 70 a 100%. La geología asociada a estos escarpes corresponde a la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas).

Dentro del contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, la geología asociada corresponde a las formaciones: Piñón, Macuchi y Yunguilla. Presenta pendiente de 40 a 100%, desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros con forma cóncava, mixta o rectilínea.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, presenta pendiente de 40 a 100%, desnivel relativo de 50 a 200 metros y longitud de vertiente de 50 a 500 metros con forma rectilínea. Geológicamente se asocia a la Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

Por último, en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, estos escarpes aparecen en la Unidad Alao Paute y Formación Alausí. Presentan pendiente del 25 al 100%, desnivel relativo de 25 a 300 metros, vertiente cóncava, mixta o rectilínea de 50 a 500 metros de longitud.



Fotos 27 y 28. Escarpe de deslizamiento. Vista general y detalle del macizo rocoso. Formación Macuchi. Sector Lugnas. 04/11/2014.

3.5.2.12. Coluvión reciente (Col1)

Esta geofoma se reparte por el sector central y occidental del cantón, en las partes bajas de la cuenca del río Chanchán. Se emplaza en seis de los trece contextos morfológicos presentes en el cantón i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y vi) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Están compuestos por materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción de la gravedad y depositados en las partes intermedias o al pie de las mismas. Los materiales depositados son una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno. En todos los contextos guardan cierta similitud en cuanto a sus atributos morfométricos y morfológicos.

Presentan pendientes de 5 a 40%, desnivel relativo de 15 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros y forma de vertiente cóncava, convexa o mixta. En el sector Simbabe se caracterizó un depósito superficial compuesto por 40% de limos, 20% de arenas, 20% de gravas, 10% de arcillas y 10% de bloques redondeados.



Fotos 29 y 30. Coluvión reciente. Vista general y detalle de los depósitos superficiales. Sector Simbabe. 22/05/2014.

3.5.2.13. Coluvión antiguo (Col2)

Esta geoforma se encuentra repartida por toda el área estudiada en el cantón Alausí. Se emplaza en los contextos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, vii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, viii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y ix) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Conserva similares características que los coluviones antes descritos (Col1), aunque presentan un cierto grado de disección y sobre él aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Sus características, según el contexto morfológico son también similares. Están constituidos por una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.

Presentan pendientes del 5 al 70%, desnivel relativo de 5 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros y vertientes de perfil cóncavo, convexo, irregular, mixto o rectilíneo.



Fotos 31 y 32. Coluvión antiguo. Vista general y detalle de los depósitos superficiales. Sector Tixán. 10/07/2014.

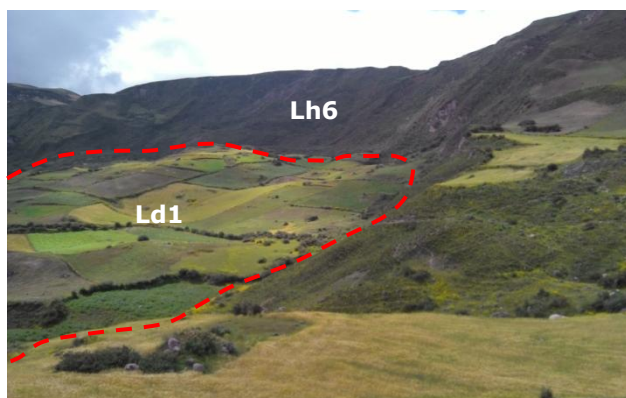
3.5.2.14. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada (Ld1)

Esta geoforma se sitúa repartida por gran parte de la zona central y occidental del cantón, además de en pequeñas extensiones situadas en el extremo sur del cantón. Se localiza en ocho contextos morfológicos diferentes: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, vii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, y viii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se componen de materiales detríticos, transportados desde las partes altas de los relieves y vertientes por acción combinada del agua y de la gravedad y depositados en masa con una gran desorganización interna al pie de las mismas. Se trata de una mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño.

Se caracteriza por presentar pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 25 a más de 300 metros, vertientes de perfil longitudinal cóncavo, convexo, irregular, mixto o rectilíneo de 50 a más de 500 metros.

En campo, en el sector Chancho Pamba, se identificó un depósito superficial conformado por arcilla (5%), limo (25%), arena (20%), grava (15%) y bloques angulares (35%). Estos bloques o clastos corresponden a rocas andesitas pertenecientes a la Formación Alausí.

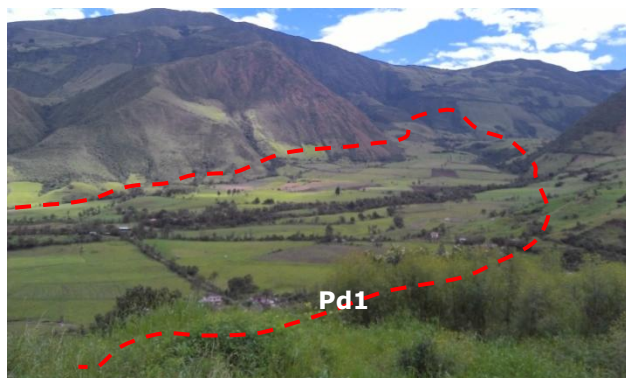


Fotos 33 y 34. Depósitos de deslizamiento, masa deslizada. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Chancho Pamba. 23/05/2014.

3.5.2.15. Glacis de esparcimiento (Pd1)

Esta geoforma se encuentra en la zona centro norte, en la loma Bayo y en Llanoloma, y en la región occidental, en las márgenes del río Blanco, a la altura de Pagma. Se localiza en los contextos morfológicos presentes en el cantón: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Un glacis de esparcimiento es una unidad geomorfológica que consta de una suave pendiente generalmente formada al pie de un relieve o vertiente y que enlaza con una llanura a partir de una rotura de pendiente en la ladera de la que arranca. Además está formado por una delgada cobertera de depósitos de ladera, constituidos por gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables con elementos finos (limos, arcillas y arenas). En la ficha levantada en el sector Pagma corresponden a 30% de arenas, 25% de gravas, 25% de bloques angulosos, 10% de limos y 10% de arcillas. Presenta una pendiente de suave a media (de 5 a 25%), desnivel relativo variable, comprendido entre 100 y más de 300 metros, vertientes de longitud muy larga (más de 500 m) con formas cóncavas y rectilíneas.



Fotos 35 y 36. Glacis de esparcimiento. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Depósitos de ladera. Sector Pagma. 27/05/2014.

3.5.2.16. Testigo de glacis de esparcimiento

Esta geoforma corresponde a antiguos glaciares de esparcimiento, que no conservan su morfología inicial. Se ubica puntualmente en la zona nororiental del cantón, en la loma Yutuhua al noroeste de la localidad de Osogoché Bajo. Aparece en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Presenta vertiente de perfil cóncavo, desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente mayor a 500 metros y pendiente media (de 12 a 25%). Geológicamente se constituyen de depósitos de ladera formados de gravas y bloques de angulosos a subangulosos, con o sin mezcla irregular y en proporciones variables de elementos finos (limos, arcillas y arenas).

3.5.3. Glaciar y periglacial

3.5.3.1. Circo glaciar (Gf1)

Es geoforma que corresponde a una depresión del terreno en forma de anfiteatro, con bordes elevados, producida por la erosión glaciar en las paredes montañosas o en el nacimiento de los valles. Se sitúan en el centro del cantón cerca del sector Atila Puca. Aparece en todos los contextos del dominio Cimas Frías, estos son: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*. En todos los contextos presenta vertiente de perfil cóncavo.

En el contexto *Paisajes glaciares* estos circos tienen mayor representación con un área de 7 km² aproximadamente. Se desarrollan mayoritariamente en la Unidad Alao Paute (Jurásico) y también en la Formación Tarqui (Pleistoceno), con mayor porcentaje en esta última. Presenta desnivel relativo de 50 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros y pendientes de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%).

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se asocia con la Unidad Alao Paute constituida de metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles. Se caracteriza por desnivel relativo de 25 a 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga y pendiente fuerte.

Por otro lado, dentro del contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estos circos aparecen en la Formación Tarqui que está compuesta de tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava. Presenta desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente larga y pendiente media a fuerte (25 a 40%).

3.5.3.2. Cubeta glaciar (Gf2)

Esta geoforma se encuentra ligada a la descrita anteriormente (Gf1), corresponde a la parte más baja de los circos glaciares (sobreeexcavada por acción del hielo), en ocasiones conservan lagunas que evidencian la presencia del glaciar. Se encuentra en la zona central del cantón en los contextos morfológicos *Paisajes Glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Esta unidad geomorfológica generalmente se suele encontrar rellena de depósitos glaciares o suele presentar lagunas glaciares; estos depósitos están formados por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita).

Presentan en ambos contextos características similares, pendiente de plana a media, desnivel de 5 a 100 metros, con vertientes cóncavas y longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros.

3.5.3.3. Fondo de valle glaciar (Gf3)

Esta geoforma se encuentra en el centro del cantón, coincide con las cuencas del río Cuadrul y de las quebradas Zhumid y Huagnay y otras más. Se ubica dentro de los contextos morfológicos *Paisajes Glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Estos valles se forman por la acción erosiva de los glaciares, rellenándose tanto por los depósitos del mismo glaciar como por depósitos de laderas. Éstos valles están formados por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita). Presenta pendientes medias hasta medias a fuertes (de 12 a 40%), forma de valle en U.

3.5.3.4. Vertiente de valle glaciar (Gf4)

Esta unidad geomorfológica hace referencia a las laderas que delimitan los fondos de valle glaciar (Gf3). Se encuentra en el sector centro-norte del cantón Alausí. Se emplaza en tres contextos morfológicos: i) *Paisajes Glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Su litología y características pueden variar en función del contexto en que se encuentren. Dentro del contexto *Paisajes Glaciares* estas vertientes se desarrollan en las formaciones: Unidad Alao Paute y Tarqui. Presentan una forma de vertiente cóncava o rectilínea, desnivel relativo de 50 a más de 300 metros, longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros y pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%).

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se desarrollan únicamente en la Unidad Alao Paute. Se caracteriza por pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 50 a 200 metros, longitud de vertiente de 50 a 500 metros y forma de vertiente cóncava.

El contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se caracteriza por vertientes de perfil cóncavo con desnivel relativo de 100 a 300 metros, pendiente fuerte y longitud de vertiente de 50 a más de 500 metros. Estas vertientes se desarrollan en la Formación Tarqui.

3.5.3.5. Valle glaciar colgado (Gf5)

Esta geoforma se localiza en el centro del cantón, aguas arriba en la quebrada Sasquín. Se localiza dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Un valle glaciar es una forma del relieve creada por la erosión de un glaciar, pero que no desembocan en ningún sistema fluvial principal, se encuentran colgados con respecto a otro valle glaciar principal.

Suelen estar rellenos por depósitos glaciares: depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita). Se caracteriza por pendientes suaves (de 5 a 12%) y formas de valle típicamente en U.

3.5.3.6. Horn (Gf6)

Esta geoforma se localiza en el centro-oeste del cantón, formando el cerro Sisarán. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Es un pico piramidal originado por la coalescencia de varios circos glaciares. Se ha creado sobre la Formación Tarqui (tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Sus características son pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con forma cóncava y forma de cima aguda.

3.5.3.7. Rocas aborregadas (Gf7)

Esta geoforma se localiza en el centro-oeste del cantón rodeando la laguna Las Tres Cruces y también en el centro-norte cerca del cerro Verde Pungu. Se encuentra en los contextos *Paisajes Glaciares* y *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

Corresponden a un conjunto de montículos rocosos, con tamaños que suelen oscilar entre el orden métrico y decamétrico. Su litología, en este caso, corresponde a la Unidad Alao Paute y a depósitos glaciares. Se caracterizan por pendiente de media hasta media a fuerte (de 12 a 40%).

3.5.3.8. Laguna glaciár (Gf8)

Esta geoforma se localiza en dos zonas del centro-este del cantón, en la Laguna de las Tres Cruces y al noreste del cerro La Torre. Está dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*. Es una pequeña depresión endorreica, con espejo de agua, de antiguo origen glaciár. Presenta pendientes planas.

3.5.3.9. Morrena de fondo (Gd1)

Esta geoforma se encuentra en la región centro-oeste del cantón; al norte de la Laguna de las Tres Cruces y al norte del cerro Chuquirá. Está dentro del contexto morfológico *Paisajes glaciares*.

Las morrenas de fondo, son amplias llanuras cubiertas de till, a menudo ocupando los fondos del valle glaciár. Los materiales que constituyen esta geoforma corresponden a depósitos glaciares. Sus características son pendiente de 12 a 40%, desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente de 50 a 500 metros con forma generalmente cóncava.

3.5.3.10. Morrena lateral (Gd2)

Esta geoforma se localiza en el centro-este del cantón, en la loma Shaigua y en el cerro Verde Pungu. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglaciár y huellas glaciares poco marcadas*.

Al igual que la anterior geoforma se encuentra ligadas a los valles glaciares, aunque estas se depositan en las zonas laterales de los mismos. Esta constituida de depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita) correspondiente a depósitos glaciares.

Se caracteriza por pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con forma mixta o cóncava, forma de valle plana y cima redondeada y aguda.

3.5.3.11. Depósito glaciár modelado por acción fluvial (Gd6)

Esta geoforma se localiza a lo largo de todo del centro del cantón, desde el extremo sur hacia el noreste de la zona estudiada, ocupando un área de 9 km² aproximadamente. Se sitúa en cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes Glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglaciár y huellas glaciares poco marcadas* y iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Su litología corresponde a depósitos superficiales de tipo fluvio-glaciár, y está compuesta por bloques y gravas en matriz de grano fino, con ocasionales niveles de arenas, y en el caso del contexto de *Paisajes glaciares* además presenta depósitos glaciares de till, tillita (depósitos pobremente clasificados con ausencia de

estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino).

En todos los contextos morfológicos presenta similares características. Estos depósitos se caracterizan por vertiente de perfil convexa o cóncava, pendiente de suave hasta media a fuerte (de 5 a 40%). Las cimas que aplican presentan formas agudas.

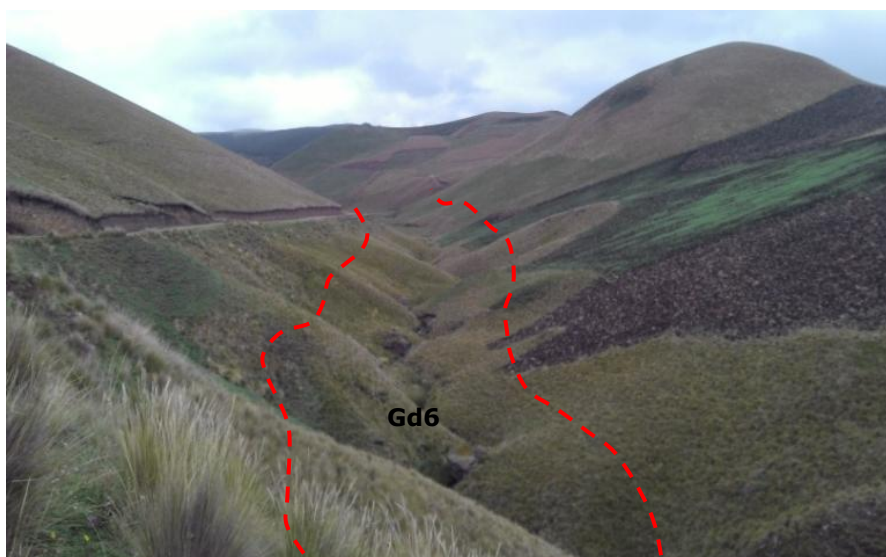


Foto 37. Depósito glacial modelado por acción fluvial en la quebrada Pichig. 26/05/2014.

3.5.3.12. Hondonadas pantanosas de origen glacial-periglacial (Gp2)

Esta geoforma se encuentra repartida por el centro del cantón. Se localiza dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Paisajes Glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Es una pequeña depresión endorreica, sin espejo de agua, de antiguo origen glacial. Está rellena por depósitos superficiales indiferenciados. Las características son similares en todos los contextos, presentan pendiente de muy suave a media (de 2 a 25%). En el sector de Yurupungo se identificó un depósito superficial constituido de arcilla (15%), limo (10%), arena (35%), grava (30%) y bloques angulares (10%).



Fotos 38 y 39. Hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial. Sector Yurupungo. 26/05/2014.

3.5.3.13. Afloramientos rocosos en ambiente periglacial (Gp3)

Esta geoforma se localiza en varios puntos de la zona centro-sur del cantón. Se encuentra dentro de los contextos morfológicos: *Paisajes Glaciares* y *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Los afloramientos rocosos simplemente son áreas donde aflora la litología del sustrato rocoso y son suficientemente extensas para cartografiarlas.

En el contexto *Paisajes Glaciares* estos afloramientos aparecen en la Unidad Alao Paute y la Formación Tarqui y presenta pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y muy fuerte (de 70 a 100%). Por otro lado, en el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* presenta pendiente fuerte y aflora únicamente en la Formación Tarqui. En ambos contextos presenta vertiente de perfil cóncavo. Los desniveles relativos están comprendidos entre 25 y 300 metros y las vertientes presentan longitudes de 50 a más de 500 metros.

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

Esta geoforma se encuentra ubicada en el centro-oeste del cantón, hacia el sur del cerro Anguarongo, y al noreste del cerro Callana Pucará. Se encuentra en dos contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, y ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Se forman debido a la acción de rotura del hielo sobre macizos rocosos. Los ríos de bloques se localizan en fondos de valle o vaguadas. La litología del sustrato es la Formación Tarqui, compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Sus características en ambos contextos son pendiente de media a fuerte hasta fuerte (de 25 a 70%), desnivel relativo de 50 a 200 metros, longitud de vertiente larga (de 250 a 500 metros) con forma cóncava.

3.5.4. Volcánico

3.5.4.1. Superficie de meseta volcánica disectada (Rv2)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, en la loma Rumichaca y al norte de la población Pachamama Grande. Esta íntegramente dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Se trata de una superficie plana u ondulada asociada a materiales volcánicos antiguos, en este caso presenta disección. Los materiales volcánicos que constituyen la geoforma están compuestos por dos litologías diferentes: Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente) y Formación Tarqui (tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava).

Las características que presenta son pendiente media (de 12 a 25%), en las disecciones desnivel relativo de 15 a 50 metros, longitud de vertiente moderadamente larga (de 50 a 250 metros) con formas mixtas o cóncavas, formas de valle en V y cimas redondeadas. En el sector Hualahuaycu se caracterizó un macizo rocoso compuesto de aglomerados volcánicos pertenecientes a la Formación Tarqui.



Fotos 40 y 41. Superficie de meseta volcánica disectada. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Formación Tarqui. Sector Hualahuaycu. 26/05/2014.

3.5.4.2. Vertiente de meseta volcánica (Rv4)

Estas laderas se encuentran ligadas a las superficies descritas anteriormente (Rv2). Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón, en las vertientes que rodean a la loma Rumichaca (de la superficie de meseta volcánica disectada). Está dentro del contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Geológicamente se asocia a la Formación Tarqui compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava. Se caracteriza por presentar pendiente fuerte (de 40 a 70%), desnivel relativo de 100 a 200 metros, longitud de vertiente muy larga (superior a 500 metros) con forma cóncava.

3.5.4.3. Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares (Rv5)

Esta geoforma se sitúa en la región central del cantón, corresponde a las vertientes que rodean las superficies volcánicas onduladas (RvSo) que se desarrollan en el sector de Chiniloma. Se emplaza íntegramente dentro del contexto morfológico *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se refiere a un tipo de vertiente de meseta volcánica, situada en el límite con las zonas altas de los Paisajes de páramo y por debajo conecta topográficamente con el dominio *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas*. Forma un abrupto de perfil cóncavo, pendiente fuerte (de 40 a 70%) y desnivel relativo comprendido entre 100 y más de 300 metros. Se sitúa a una altitud de entre 3.000 a 3.700 metros, teniendo un origen estructural y que corresponde, en gran medida, como es este caso, con el derrame volcánico de la Formación Tarqui, compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

En campo, cerca del sector Cachipata se identificó un afloramiento de roca andesítica con textura piroclástica de grano muy fino.



Fotos 42 y 43. Vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares, Fm. Tarqui. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Hualahuaycu. 23/05/2014.

3.5.4.4. Relieve volcánico colinado muy bajo (Rv7)

Esta geoforma se ubica en la zona nororiental del cantón en el sector Atapopasana. Se trata de un área con cierta continuidad en la que se repiten patrones morfológicos y que se desarrolla en formaciones volcánicas como la Formación Tarqui, en este cantón.

Estos relieves se caracterizan por desnivel relativo de 5 a 15 metros, longitud de vertiente corta, pendiente media, vertientes con perfil mixto, cima redondeada y valle en V. Aparece en el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.5.4.5. Relieve volcánico colinado medio (Rv9)

Esta geoforma se sitúa en el extremo este de la zona central del cantón, en la cuenca alta del río Zula, y en las lomas Huayracaca a Padrerumi y Aschujapinaurcu. Se encuentra dentro de tres contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Se trata de un relieve con desniveles relativos comprendidos entre 25 y 100 metros. Es volcánico pues se desarrolla en formaciones volcánicas, en este caso en la Formación Tarqui, compuesta por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava.

Se caracteriza por pendientes medias hasta fuertes (de 12 a 70%), longitud de vertiente de 50 hasta 500 metros con forma convexa y rectilínea, formas de valle en U y formas de cima planas y redondeadas.

En campo se caracterizó un afloramiento en el sector Yurupungo compuesto de aglomerado volcánico de la Formación Tarqui, como se muestra en la foto.



Foto 44. Detalle del macizo rocoso de la Fm. Tarqui en Relieve volcánico colinado medio. Sector Yurupungo. 26/05/2014.

3.5.4.6. Relieve volcánico colinado alto (Rv10)

Esta geoforma se encuentra en dos sectores: en la zona occidental, en ambos márgenes del río Chanchán y en el centro-sur del cantón, en el sector Chimblashuaycu. Se emplaza en dos contextos morfológicos diferentes: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

De similares características que los relieves descritos anteriormente (Rv7, Rv9, Rv10), aunque estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo comprendido entre 100 y 200 metros. En ambos contextos presentan vertientes de perfil longitudinal rectilíneo con cima redondeada y longitud de vertiente comprendida entre 250 y más de 500 metros.

Los dos contextos en los que se desarrolla, se diferencian geológicamente. En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* se asocia con la Formación Tarqui constituida por tobas y aglomerados (dacíticos, riolíticos y andesíticos) caolinizados, con bajo porcentaje de lava con pendiente característica media (de 12 a 25%) y valle en U.

Por otro lado en el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estos relieves se desarrollan en la Formación Macuchi (areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas) y presentan pendiente muy fuerte y valle en V.

3.5.4.7. Relieve volcánico colinado muy alto (Rv10)

Esta geoforma se localiza al norte del cantón, en la loma Pucará y en el extremo suroeste, en la confluencia de los ríos Chanchán y Angas. Se encuentra dentro de dos contextos morfológicos: *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. En ambos contextos presenta cimas redondeadas.

La principal característica de estos relieves viene dada por un desnivel relativo típico comprendido entre 200 y 300 metros. En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se desarrolla en la Formación Macuchi (Cretácico), presenta pendiente muy fuerte, vertiente de longitud larga con perfil rectilíneo y forma de valle en V.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* estos relieves se desarrollan en la Formación Cangahua (Cuaternario), se caracteriza por pendiente de 12 a 40%, vertiente con longitud muy larga y forma mixta y valle con forma en U y V.



Foto 45. Relieve volcánico montañoso, Fm. Macuchi.
Sector Olimpo. 04/11/2014.

3.5.4.8. Relieve volcánico montañoso (Rv12)

Estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo mayor a 300 metros. Se ubican en la zona norte del cantón alrededor del sector Lactapamba. Se emplaza en los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* estos relieves se desarrollan en la Formación Alausí constituida de lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente. Presentan pendiente de 40 a 70%, longitud de vertiente comprendida entre 50 y más de 500 metros, vertiente de perfil irregular con cima aguda o redondeada y valle en V.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se geoforma se desarrolla en la Formación Cangahua compuesta de ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos. Presenta pendiente media a fuerte (de 25 a 40%), vertiente de perfil longitudinal mixto de 50 a 250 metros, con cima redondeada y valle en U.

3.5.4.9. Superficie volcánica ondulada (RvSo)

Esta geoforma ocupa una gran extensión en la región centro norte del cantón y hacia el sur en el cerro Pucará. Está dentro de cuatro contextos morfológicos: i) *Relieves de los márgenes de las cimas fría*, ii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*, iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y iv) *Vertientes y*

relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte).

Estas superficies se encuentran ligadas a las vertientes abruptas de derrames lávicos tabulares (Rv5), descritas anteriormente. Se desarrollan sobre las formaciones Alausí y Tarqui, presentando en cada contexto características similares.

Se caracteriza por pendientes muy suaves hasta medias a fuertes, desnivel relativo de 5 a 300 metros, longitud de vertiente de corta hasta muy larga, con vertientes mixtas o rectilíneas, cimas redondeadas y valles con formas en V o planas.

3.5.5. Estructural

3.5.5.1. Restos de superficie estructural (Esr)

Se trata de partes aisladas de una superficie estructural que no conserva sus características morfológicas estructurales. Se sitúa en el extremo centro norte del cantón al suroeste de Palmira. Se emplaza únicamente en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*. Presenta pendiente media a fuerte (de 25 a 40%) y se desarrolla en la Formación Alausí, presentando una extensión aproximada de 7 ha.

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

Esta geoforma se localiza en el norte del cantón, al noroeste del poblado de Tixán. Se encuentran íntegramente dentro del contexto *Vertientes y Relieves Inferiores de las Cuencas Interandinas, con Cobertura Piroclástica (Sierra Norte)*. Ocupa una superficie de 4 km² aproximadamente.

Estas superficies se desarrollan sobre la Formación Cangahua constituida por ceniza volcánica andesítica, con lapilli y otros fragmentos piroclásticos. Se caracteriza por presentar pendiente suave (de 5 a 12%).

3.5.6. Tectónico-erosivo

3.5.6.1. Relieve colinado muy bajo (Rt2)

Esta geoforma se localiza en el suroeste de la región central del cantón, en el sector Huapucas. Se localiza íntegramente en el contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Se trata de un área en la que se repiten los patrones morfológicos y morfométricos, como son los desniveles relativos, comprendidos entre 5 y 15 metros. Se ha desarrollado en la Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

Se caracteriza por presentar pendiente suave (de 5 a 12%), longitud de vertiente moderadamente larga con forma convexa, cima redondeada y forma de valle plana.

3.5.6.2. Relieve colinado bajo (Rt3)

Similar al relieve descrito anteriormente (Rt2), aunque estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo comprendido entre 15 a 25 metros. Esta geoforma se localiza en el extremo nororiental del cantón, al norte de la loma Shaigua.

Geológicamente se ha desarrollado en depósitos glaciares formados por depósitos pobremente clasificados con ausencia de estratificación y ordenamiento interno, con fragmentos de tamaño bloque empastados en matriz de grano fino (till, tillita).

Se caracteriza por presentar pendiente media (de 12 a 25%), longitud de vertiente moderadamente larga con forma convexa, forma de cima redondeada y valle en U. Se localiza dentro del contexto morfológico *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*.

3.5.6.3. Relieve colinado medio (Rt4)

Esta geoforma se encuentra distribuida en tres sectores de la zona central: en el sector Chuscún, en la loma Ulumpala y en el sector Yurupungo. Se localiza dentro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*; ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; y iii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo de 25 a 100 metros. En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* estos relieves se presentan con cima redondeada, valles en U, vertientes de perfil convexo y pendiente suave (de 5 a 12%) y se asocian geológicamente con la Unidad Alao Paute constituida de metavulcanitas con débil metamorfismo, lavas masivas y filitas verdes, esquistos verdes, cuarcitas y mármoles.

Los relieves desarrollados en los contextos morfológicos *Relieves de los márgenes de las cimas frías* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se asocian con la Formación Alausí del Paleógeno conformada por lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente. Ambos contextos presentan características similares como vertientes de perfil rectilíneo, cimas redondeadas, valles en V y U y pendiente de 25 a 70%. En todos los contextos las longitudes de vertiente son moderadamente largas.

3.5.6.4. Relieve colinado alto (Rt5)

Esta geoforma se encuentra en la zona central del cantón sobre la loma Capariloma, y en la zona suroeste en el sector Gusunag. El desnivel relativo tipo es de 100 a 200 metros. Se emplaza en los contextos morfológicos diferentes: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. En ambos contextos se observa valles en U.

Dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* estos relieves se desarrollan sobre la Unidad Alao Paute, presentan pendiente media (de 12 a 25 %), con cima redondeada, vertiente de perfil convexo y longitud muy larga.

Mientras que en el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* geológicamente se desarrolla sobre la Formación Alausí del Paleógeno y presenta pendiente fuerte (de 40 a 70%), vertiente de perfil longitudinal rectilíneo, cima redondeada y longitud de vertiente larga.

3.5.6.5. Relieve colinado muy alto (Rt6)

Esta geoforma se sitúa en el sector septentrional del cantón, sobre la loma Cruz Pungu y al oeste de las lomas Usca, Redonda y Puerto López. Se localiza dentro de los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, y iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. Estos relieves se caracterizan por un desnivel relativo de 200 a 300 metros.

Dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* estos relieves se desarrollan únicamente en la Unidad Alao Paute. Presenta pendiente media, longitud de vertiente mayor a 500 metros con forma convexa, cima aguda y valle en U.

Por otro lado, en los contextos *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* sus características son similares. En ambos contextos estos relieves se desarrollan en las formaciones Piñón y Alausí. Se caracterizan por vertientes de perfil rectilíneo, cima redondeada o aguda, valles en V, longitud de vertiente muy larga y pendiente que oscila de media a fuerte hasta muy fuerte (de 25 a 100%).

3.5.6.6. Relieve montañoso (Rt7)

Esta geoforma se sitúa en dos zonas: al oeste y al sur del cantón. Al oeste se ubica en el cerro Curriurcu al sur del poblado Pepinales, en este sector se asocia con el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías*; y en el sur cerca del río Ingaripa se emplaza en el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Estos relieves presentan desnivel relativo superior a 300 metros. En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estos relieves se desarrollan en la Formación Piñón y tonalita. En este contexto presenta una superficie aproximada de 32 km² con pendiente fuerte (de 40 a 70%) y vertiente mixta.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierra Central y Meridional)* se desarrolla íntegramente en

rocas metamórficas, con una superficie aproximada de 20 ha, mucho menor que en el contexto anterior. Presenta pendiente muy fuerte (de 70 a 100%) y vertiente rectilínea.

Se caracteriza en ambos contextos por longitud de vertiente muy larga (más de 500 m), forma de cima aguda y valle en V. En la Loma de San Nicolás se caracterizó un afloramiento rocoso perteneciente a la Formación Piñón constituida de dacita y andesitas de textura afanítica.



Fotos 46 y 47. Relieve montañoso creado en Fm. Piñón. Sector Loma de San Nicolás. 27/05/2014.

3.5.7. Poligénicas

3.5.7.1. Coluvio-aluvial reciente (Coa1)

Esta geoforma se sitúa repartida por la región central y parte del suroeste del cantón. Se localiza en ocho de trece contextos morfológicos presentes en el cantón Alausí: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, vi) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, vii) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y viii) *Medio aluvial de Sierra*.

Son depósitos de transición entre las laderas y los valles, básicamente relleno de vaguadas o fondos de valle, cuyos materiales proceden tanto de la ladera como de una restringida dinámica fluvial a través del valle. Su litología está constituida de limo, arcillas, arenas, gravas y bloques, típicas de depósitos coluvio aluviales.

Según el contexto morfológico donde se encuentran, sus características varían. Dentro de los contextos *Paisajes glaciares*, *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* estos coluviones presentan valles de perfil en V y planos

con pendientes transversales de 12 a 40%. Por otro lado en los contextos *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Medio aluvial de Sierra* presentan una mayor variabilidad en sus pendientes, tal es así, que oscilan de suave hasta fuerte (de 5 a 70%), la forma de valle es similar a los anteriores contextos.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* la pendiente característica es media (de 12 a 25%), mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* la pendientes es suave (5 a 12%). En estos contextos estos coluvio-aluviales presentan fondo de valle plano.

En el sector Pumachi se caracterizó un depósito constituido de arcilla (5%), limo (20%), arena (30%), grava (20%) y bloques redondeados (25%). Las gravas y los bloques son poligénicas o polilíticos.



Fotos 48 y 49. Coluvio-aluvial reciente. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Pumachi. 23/05/2014.

3.5.7.2. Coluvio-aluvial antiguo (Coa2)

Esta geoforma es muy similar a la descrita anteriormente (Coa1), aunque presenta un mayor grado de disección y sobre él aparece una vegetación pionera bien desarrollada. Esta geoforma se encuentra repartida por la región central y occidental del cantón. Se localiza en 7 de los contextos morfológicos definidos para el cantón Alausí: : i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iii) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, v) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica. Sierra Norte*, vi) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* y vii) *Medio aluvial de Sierra*.

Geológicamente se desarrollan sobre depósitos superficiales constituidos de limo-arcillas, arenas, gravas y bloques, típicas de depósitos coluvio-aluviales, que en la ficha seleccionada en el sector Corazón de Jesús presentan: 40% de arenas, 25% de gravas, 15% de bloques angulares, 15% de limos y 5% de arcillas. En todo los contextos tiene similares características, tal es así, que presenta pendiente de suave hasta fuerte (de 5 a 70%) y valle en V y plano.



Fotos 50 y 51. Coluvio-aluvial antiguo. Sector Corazón de Jesús. 07/08/2014.

3.5.7.3. Superficie horizontal (Sh2)

Esta geoforma se ubica en la zona norte cerca del sector Sarachupa y en el centro en la Loma Santa Ana. Representa una 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.

Presenta pendientes muy suaves a suaves (de 2 a 12 %). Forma parte de los contextos morfológicos: *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* y *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

En el contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se desarrolla en la Formación Tarqui (tobas y aglomerados - dacíticos, riolíticos y andesíticos- caolinizados, con bajo porcentaje de lava). Mientras que en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* se desarrolla en la Formación Alausí (lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente).

3.5.7.4. Superficie horizontal disectada (Sh3)

Similar a la superficie horizontal (Sh2) antes descrita, pero esta geoforma presenta un mayor grado de disección. Esta geoforma se localiza en el norte del cantón, al inicio de la quebrada Cuchapamba y al noroeste de la Loma Resohay. Forma parte de un único contexto morfológico: *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Es una geoforma meramente descriptiva y simplemente denota una superficie de muy poca pendiente y horizontal, afectada fuertemente por la red fluvial actual. La

litología que presenta es la Formación Alausí, constituida por lavas volcánicas intermedias y ácidas, andesíticas y dacíticas principalmente.

Se caracteriza por pendientes medias (de 12 a 25%), desniveles relativos comprendidos entre 50 y 200 metros, vertientes de longitud muy larga (superior a 500 m) y formas mixtas, formas de valle en V y formas de cima redondeadas.

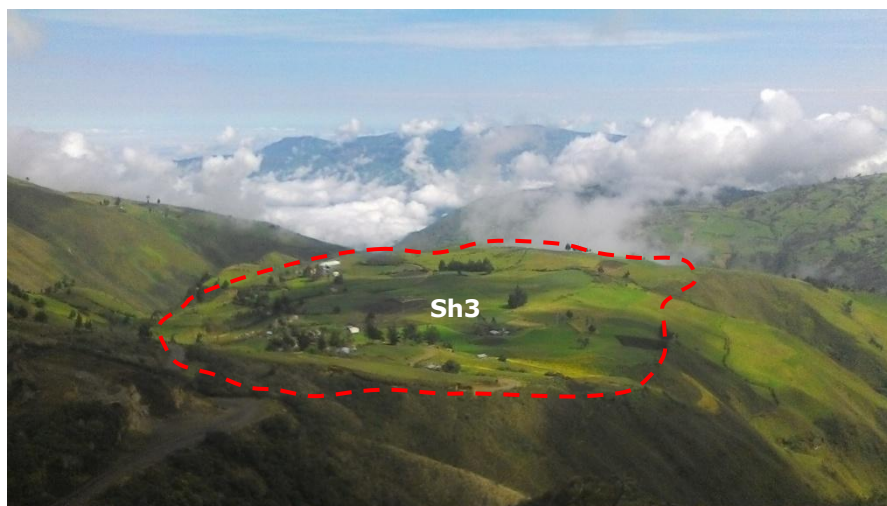


Foto 52. Superficie horizontal disectada. Sector Marcopamba. 23/05/2014.

3.5.7.5. Superficie inclinada (Si2)

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.

Esta geoforma ocupa una superficie aproximada de 28 km² y se encuentra repartida por toda el área de estudio del cantón. Forma parte de nueve contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, viii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y ix) *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

La litología y las características de la geoforma dependen del contexto morfológico en el que estas superficies se desarrollen. En el contexto *Paisajes glaciares* se caracteriza por presentar un perfil longitudinal rectilíneo con desnivel relativo de 200

a 300 metros, longitud de vertiente mayor a 500 metros y pendiente media. Se desarrolla únicamente en la Unidad Alao Paute.

Dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se asocia con la Unidad Alao Paute y la Formación Tarqui. Presenta pendiente de 5 a 25%, longitud de vertiente mayor a 500 metros, desnivel relativo de 50 a 200 metros y vertiente rectilínea.

En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se desarrolla en la Unidad Alao Paute, Formación Alausí y depósitos aluviales. Presenta pendiente de 12 a 40%, vertiente de perfil rectilíneo o irregular, desnivel relativo de 25 a 200 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga.

Dentro del contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estas superficies aparecen en la Formación Piñón y presentan perfil longitudinal muy largo (> a 500 m) rectilíneo con desnivel de 100 a 200 metros. Mientras que en los *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* esta geoforma se desarrolla en la Formación Macuchi y se caracteriza por vertientes cóncavas muy largas con desnivel relativo de 25 a 50 metros. En ambos contextos la pendiente es de media a fuerte (de 25 a 40%).

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* se presenta en la Formación Macuchi con pendiente de media hasta fuerte (de 12 a 70%), desnivel relativo de 50 a más de 300 metros, vertiente de perfil longitudinal rectilíneo, cóncavo, convexo o mixto y longitud de vertiente moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

Dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* esta geoformas se presenta únicamente en la Formación Piñón. Presenta pendiente de 25 a 40%, vertiente irregular, con desnivel relativo de 200 a 300 metros y longitud de vertiente mayor a 500 metros.

El contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* es en el que mayor área ocupa esta geoforma (aproximadamente 13 km²); estas superficies se desarrollan en las formaciones: Unidad Alao Paute, Macuchi y Alausí. Se caracteriza por pendiente de 12 a 70%, desnivel relativo de 50 a más de 300 metros y perfil longitudinal irregular o rectilíneo de longitud moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 m).

Por último en el contexto *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos* estas superficies se desarrollan en la Formación Alausí, con pendiente media (de 12 a 25%), desnivel relativo de 100 a 200 metros, vertiente de perfil longitudinal rectilíneo de más de 500 metros.

En el sector Bactinas se identificó un afloramiento de roca ígnea extrusiva tipo aglomerado muy alterado perteneciente a la Unidad Alao Paute.



Fotos 53 y 54. Superficie inclinada. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Bactinas. 24/05/2014.

3.5.7.6. Superficie inclinada disectada (Si3)

Esta unidad geomorfológica es similar a la superficie descrita anteriormente (Si2), aunque esta presenta mayor disección. Se encuentra en la zona noroccidental y norte del cantón. Forma parte de los contextos morfológicos: i) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, ii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iii) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, iv) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y v) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Dentro del contexto *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se desarrolla en la Unidad Alao Paute. Se caracteriza por pendiente media, desnivel relativo de 50 a 100 metros, longitud de vertiente mayor a 500 metros, valles en V con las vertientes mixtas y las cimas redondeadas.

En el contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* se presenta en las formaciones Alausí y Tarqui. Se caracterizan por vertientes de perfil rectilíneo o irregular con longitud de vertiente larga, desnivel relativo de 50 a 200 metros y pendiente de 12 a 40%. La morfología de las disecciones se caracteriza por formar valles en U y cimas redondeadas.

En el contexto *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* esta geoforma se caracteriza por pendiente de 25 a 40%, con vertiente de perfil irregular, longitud de vertiente mayor a 500 metros y desnivel relativo de 100 a 200 metros. Las disecciones de esta geoforma forman valles en V y sus cimas son de forma redondeada. Se presenta en la Formación Yunguilla (limolitas masivas gris oscuras y areniscas cuarzo-feldespáticas; calizas, grauvacas y areniscas tobáceas).

En los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas*

interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte) estas superficies se desarrollan en la Formación Alausí. Presenta pendiente de media hasta media fuerte (de 12 a 40%), con desnivel relativo de 25 a más de 300 metros, vertiente mixta, rectilínea o irregular y longitud de vertiente de 50 a mayor de 500 metros.

3.5.7.7. Abrupto de superficie inclinada (Si4)

Corresponde al escarpe o el abrupto de las superficies antes descritas (Si2, Si3). Esta geoforma se encuentra concentrada en la región central del cantón, en el entorno de la ciudad de Alausí. Estos abruptos están mayormente ligados a las superficies inclinadas (Si2). Se localiza dentro de los contextos morfológicos: i) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, ii) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, y iii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*. En todos los contextos el perfil longitudinal es cóncavo y las pendientes se comprenden entre fuertes y muy fuertes (de 40 a 100%).

Dentro del contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estos abruptos se desarrollan en las formaciones Alausí y Tarqui y presentan desnivel relativo de 50 a 200 metros con longitud de vertiente de 50 a 500 metros.

En el contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se desarrolla en la Formación Piñón; presenta desnivel de 100 a 300 metros y longitud de vertiente de 250 metros a mayor a 500 metros.

En el contexto *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* esta geoforma presenta pendiente mayor que los demás contextos de 40 a 100% y desnivel relativo muy variado de 50 a más de 300 metros y longitud de vertiente de moderadamente larga a muy larga (de 50 a más de 500 metros).



Fotos 55 y 56. Abrupto de superficie inclinada, Fm Alausí. Vista general (izquierda) y detalle del macizo rocoso (derecha). Sector Jimbitono. 23/05/2014.

3.5.7.8. Interfluvio de cimas redondeadas (Ar1)

Esta geoforma se encuentra repartida en gran parte de la zona de estudio. Se localiza dentro de nueve de los contextos morfológicos definidos para el cantón: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*, iv) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, v) *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vi) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, vii) *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*, viii) *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y ix) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

La geoforma se encuentra en las crestas de los relieves, siendo una divisoria de aguas con formas redondeadas. En los contextos *Paisajes glaciares*, *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas* esta geoforma se desarrolla en la Unidad Alao Paute y Formación Tarqui con pendientes que oscilan de 5 a 40%. Dentro del contexto *Relieves de los márgenes de las cimas frías* estos interfluvios se desarrollan en una gran variedad de formaciones: Unidad Alao Paute, Macuchi, Alausí y Tarqui cuya pendiente varía del 12 al 70%.

En el contexto *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* las formaciones en las que esta geoforma se desarrolla son: Piñón y Alausí. Presenta pendiente de 25 a 70%. Por otro lado en *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* únicamente se emplaza en la Formación Macuchi y presenta pendiente media a fuerte (de 25 a 40%).

En las *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* estos interfluvios se asocian con las formaciones Macuchi y Yunguilla con pendientes de 25 a 70%.

En los contextos *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* esta geoforma se desarrolla en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Alausí y Tarqui. Con pendiente de media hasta fuerte (12 a 70%).

3.5.7.9. Interfluvio de cimas estrechas (Ar2)

Esta geoforma es similar a la descrita anteriormente (Ar1), aunque estos interfluvios se caracterizan por cimas aguas. Se sitúa en el centro oeste (Cordillera de Yagüil) y en la zona suroeste del cantón (Cuchillas de Chasmay). Se localiza en los contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera*

Occidental) y iv) *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*.

Esta geoforma está mayormente asociada a contextos de ambiente glaciario, tal es así, que en el contexto *Paisajes glaciares* ocupa una mayor superficie (5 km² aproximadamente) con respecto a los otros contextos en los que aparece.

En general en todos los contextos presenta características similares, se asocia con las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Macuchi y Tarqui. Presenta pendiente de 12 a 70%.

3.5.8. Otras génesis

3.5.8.1. Superficie de relleno (O1)

Esta geoforma se localiza al suroeste de la región central del cantón, en la margen izquierda de la quebrada Maeaghuaycu. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

Se trata de una superficie donde se acumulan los materiales de las partes más altas, tanto finos como gruesos. Presenta pendiente suave (de 5 a 12%). En campo se caracterizó un depósito aluvial meteorizado compuesto de arcilla (20%), limo (35%), arena (15%), grava (20%) y bloques angulares (10%).



Foto 57 y 58. Superficie de relleno. Vista general (izquierda) y detalle del depósito superficial (derecha). Sector Huapucas. 24/05/2014.

3.5.8.2. Superficie intervenida (O5)

Esta geoforma se localiza en el extremo sur del cantón, en parte del cauce de los ríos Paute, Juval y Púlpito. Se encuentra dentro del contexto morfológico *Medio aluvial de Sierra*. Es una superficie intervenida antrópicamente, en este caso esta superficie intervenida hace referencia a la represa y embalse del río Paute.

IV. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Territorialmente el cantón Alausí tiene 1.706 km² aproximadamente, de los cuales el presente estudio geomorfológico contempla 1.018 km² ya que las restantes pertenecen al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Sangay). Está situado principalmente en la región Sierra, aunque incluye una pequeña porción de región Costa, menor al 0,01% del territorio estudiado. Presenta alturas sobre el nivel del mar que varían desde 550 metros hasta un máximo de 4.300 metros.

En el cantón Alausí se pueden diferenciar siete dominios fisiográficos, los seis primeros enmarcados en la región Sierra y uno en la región Costa.

1. **Cimas frías de las Cordilleras Occidental y Real.** Es el segundo dominio con mayor superficie del cantón, ocupando un área de 344 km² aproximadamente. Presenta tres contextos morfológicos: i) *Paisajes glaciares*, ii) *Paisajes de páramo con modelado periglacial y huellas glaciares poco marcadas*, iii) *Relieves de los márgenes de las cimas frías*.

El modelado característico en este dominio corresponde al glaciar y periglacial, presentando geformas como vertiente de valle glaciar, fondo de valle glaciar, depósito glaciar modelado por la acción fluvial, hondonadas pantanosas de origen glaciar-periglacial, circo glaciar, entre otras muchas menos mayoritarias. También destaca el modelado laderas, en el que se identificaron principalmente vertientes rectilíneas, vertientes rectilíneas con fuerte disección, vertientes rectilíneas con abruptos y vertientes heterogéneas, con coluviones y depósitos de deslizamiento situados en las partes medias y bajas de dichas vertientes. Dentro de la génesis tectónico-erosiva se cartografiaron relieves montañosos y relieves colinados muy altos, entre otras. La geología se ve representada por las formaciones Unidad Alao Paute, Piñón, Macuchi, Alausí y Tarqui. Presenta predominantemente pendientes que oscilan desde medias hasta fuertes (12 a 70%).

2. **Vertientes externas de la Cordillera Occidental.** Ocupa una superficie aproximada de 167 km², que equivalen al 16,44% del área estudiada. Corresponde al límite entre las Cimas frías y el medio aluvial de Costa. Se describen tres contextos en este dominio: *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, con cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*, *Relieves diversificados sobre materiales volcánicos antiguos, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)* y *Zonas deprimidas o abrigadas y primeras estribaciones de la vertiente occidental, sin cobertura piroclástica (Cordillera Occidental)*.

El paisaje se ve representado geológicamente por las formaciones Piñón, Macuchi y Yunguilla, además de depósitos de ladera del tipo coluvial. El modelado característico corresponde a laderas, dentro de la cual se identificaron vertientes de diversos tipos (abruptas, abruptas con fuerte disección, heterogéneas con fuerte disección, rectilíneas, rectilíneas con fuerte disección), con coluviones y depósitos de deslizamiento situados en las partes medias y bajas de dichas vertientes. También se identificaron geformas de

origen volcánico como relieve volcánico colinado alto y relieve volcánico colinado muy alto. Dentro de las unidades poligénicas aparecen superficies inclinadas con o sin disección, interfluvios de cimas redondeadas o estrechas y coluvio-aluviales recientes o antiguos. Por último dentro de la génesis fluvial se cartografiaron formas erosivas como barranco y encañonamiento y formas deposicionales como terraza media. En este dominio en el que se desarrollan grandes vertientes, lógicamente las pendientes mayoritarias son fuertes (40-70%) o muy fuertes (70-100%).

3. **Vertientes externas de la Cordillera Real.** Es uno de los dominios que menor representación tiene dentro del cantón, ocupando aproximadamente un 5% del área estudiada en el cantón, unos 5 km². Se desarrolla en el Batolito de Amaluza (CODIGEM-BGS, 1994) constituido de granodiorita; además de depósitos de ladera del tipo derrumbe (deslizamientos). El modelado característico corresponde a laderas, habiéndose identificado vertientes abruptas, vertientes rectilíneas y depósitos de deslizamiento. De manera puntual aparece también la geoforma interfluvio de cimas redondeadas, de carácter poligénico. Está representado únicamente por el contexto *Vertientes homogéneas sobre granitos y granodioritas, con cobertura piroclástica (Cordillera Real)*. Las pendientes mayoritarias son muy fuertes (70-100%).
4. **Vertientes y relieves de cuencas interandinas.** Este dominio fisiográfico coincide con el valle Alausí-Chunchi, siendo el dominio con mayor extensión territorial dentro del cantón, tal es así, que ocupa una superficie aproximada de 355 km², que equivalen al 34,9% del área estudiada. Este dominio se ubica en la zona centro norte del cantón, presentando tres contextos morfológicos: *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)*, *Vertientes y relieves inferiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* y *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, sin cobertura piroclástica (Sierras Central y Meridional)*.

Geológicamente se desarrolla en las formaciones: Unidad Alao Paute, Piñón, Tarqui y Alausí, siendo esta última la que mayor relevancia presenta dentro de este dominio. Además de estas formaciones se observa una gran cantidad de depósitos del tipo coluvial y derrumbe. El paisaje se ve dominado claramente por la génesis laderas, que incluye vertientes heterogéneas, vertientes rectilíneas, vertientes rectilíneas con abruptos y vertientes abruptas. Generalmente dichas vertientes presentan coluviones y depósitos de deslizamiento situados en las partes medias y bajas. También se identificaron geoformas de carácter poligénico como superficie inclinada con o sin disección, abrupto de superficie inclinada, interfluvio de cimas redondeadas o estrechas y coluvio-aluviales recientes o antiguos. Dentro de la génesis volcánica aparecen relieves volcánicos colinados medios, muy altos y montañosos, además de superficie volcánica ondulada y vertiente abrupta de derrames volcánicos tabulares. El grupo genético tectónico-erosivo presenta relieves colinados medios, altos, muy altos y montañosos. Dentro de la génesis glacial y periglacial se identificaron fundamentalmente hondonadas pantanosas de origen glacial-periglacial y en menor medida depósitos glaciares modelados

por acción fluvial. Por último la génesis fluvial presenta formas de carácter erosivo como barrancos, valles en V o encañonamientos y de carácter deposicional como superficies de cono de esparcimiento disectado, superficie de cono de deyección o terrazas colgadas.

Dentro del contexto *Vertientes y relieves superiores de las cuencas interandinas, con cobertura piroclástica (Sierra Norte)* se identificó un abrupto de derrames volcánicos tabulares perteneciente a la Formación Tarqui.

5. **Relieves de fondo de cuencas interandinas.** Este dominio ocupa una superficie aproximada de 86 km² dentro del cantón, emplazándose en la zona centro norte. Dentro de este dominio solo se ha caracterizado el contexto morfológico *Relieves de fondo de cuencas interandinas con rellenos volcano-sedimentarios y piroclásticos*.

Geológicamente se desarrolla mayoritariamente en la Formación Tarqui y en menor extensión aparece también sobre la Formación Alausí, ambas de origen volcánico. El modelado característico es el volcánico, en el cual las geoformas representativas son las superficies volcánicas onduladas, que ocupan una considerable extensión de aproximadamente 76 km². Además también se identificaron dentro de este grupo, superficie de meseta volcánica disectada y vertiente de meseta volcánica. En menor medida aparecen otros grupos genéticos como laderas, en el cual se identificaron fundamentalmente vertientes rectilíneas.

6. **Medio aluvial de Sierra.** Este dominio tiene una extensión de 61 km², quedando representado por los ríos: Guasuntos, Chanchán, Zula, Chimbo, Citado y muchas quebradas más. En el cantón Alausí se observa el desarrollo de extensos valles con perfil en V, barrancos, encañonamientos y coluvio-aluviales, geoformas que se encuentran incidiendo las formaciones Piñón, Macuchi y Alausí. La litología fundamental sobre la que se desarrollan corresponde a depósitos del tipo aluvial y coluvio-aluvial.
7. **Medio aluvial costero.** Es el dominio fisiográfico que menor área ocupa dentro del cantón Alausí. Presenta 13 ha, que equivalen al 0,01% del área de estudio. Este dominio se encuentra representado por el río Chanchán, que forma un valle fluvial-llanura de inundación. Litológicamente se desarrolla sobre depósitos aluviales (arenas, limos, arcillas y conglomerados).

El principal hito paisajístico corresponde al valle Alausí-Chunchi. Este singular valle evidencia el cambio de orientación que presenta las grandes cordilleras, en la zona más meridional de su trayectoria. Este cambio muestra una orientación NE-SO. El valle Alausí-Chunchi tiene como principal afluente al río Chanchán o Alausí, por que actúa un sistema de fallas con dirección NE-SO.

Este sistema de fallas en combinación con las fallas del río Guasuntos convergen a la altura de Simbabe y levantan todo el bloque oriental del valle Alausí-Chunchi, en el que se ubican las localidades de Alausí y Tixán.

Gracias a este levantamiento se puede evidenciar la presencia de la Unidad Alao Paute que forma parte del basamento de la Cordillera Occidental, observándose este hecho en la zona céntrica del cantón, a ambos lados del río Guasuntos.

En el bloque levantado, mencionado anteriormente, predomina en su parte superior la Formación Tarqui que forma un abrupto de perfil cóncavo con pendiente fuerte y un desnivel relativo de 700 metros. Este abrupto es de origen estructural y corresponde, en gran medida, como es este caso, con el derrame volcánico de esta formación.

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-INEMIN (Dirección General de Geología y Minas; Instituto Ecuatoriano de Minería), 1987. Mapa Geológico de la Provincia de Alausí Santiago, esc. 1:250.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Alausí (Hoja 71), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.

DGGM-UK (Dirección General de Geología y Minas; Misión Británica), 1975. Hoja Geológica: Cañar (Hoja 72), esc. 1:100.000. *DGGM*. Quito.


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

INEMIN (Instituto Ecuatoriano de Minería), 1989. Hoja Geológica: Macas (Hoja 90), esc. 1:100.000. *INEMIN*. Quito.

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

ANEXO I. MODELO DE FICHA DE CAMPO

Tracasa Ecuador. Formulario de Ficha


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

1. Datos Generales

Identificación

Código Ficha Fecha descripción

Código Salida Código Responsable Número Ficha

Coordenadas

Longitud:

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 Geomorfía
 Guardar

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

| | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| CGg-NV_B2-58-0122 | CGg-ÑV_A3-63-0047 | CGg-ÑV_A3-63-0192 |
| CGg-NV_B2-58-0123 | CGg-ÑV_A3-63-0050 | CGg-ÑV_A4-63-0074 |
| CGg-NV_B2-58-0125 | CGg-ÑV_A3-63-0052 | CGg-ÑV_A4-63-0078 |
| CGg-NV_B2-58-0126 | CGg-ÑV_A3-63-0054 | CGg-ÑV_A4-63-0129 |
| CGg-NV_B2-58-0127 | CGg-ÑV_A3-63-0055 | CGg-ÑV_A4-63-0130 |
| CGg-NV_B2-58-0132 | CGg-ÑV_A3-63-0057 | CGg-ÑV_A4-63-0132 |
| CGg-NV_B2-58-0135 | CGg-ÑV_A3-63-0058 | CGg-ÑV_A4-63-0133 |
| CGg-NV_B4-58-0085 | CGg-ÑV_A3-63-0059 | CGg-ÑV_A4-63-0134 |
| CGg-NV_B4-58-0087 | CGg-ÑV_A3-63-0060 | CGg-ÑV_A4-63-0135 |
| CGg-NV_B4-58-0110 | CGg-ÑV_A3-63-0061 | CGg-ÑV_A4-63-0136 |
| CGg-NV_D2-58-0084 | CGg-ÑV_A3-63-0062 | CGg-ÑV_A4-63-0137 |
| CGg-ÑV_A1-62-0003 | CGg-ÑV_A3-63-0064 | CGg-ÑV_A4-63-0138 |
| CGg-ÑV_A1-62-0004 | CGg-ÑV_A3-63-0065 | CGg-ÑV_A4-63-0139 |
| CGg-ÑV_A1-62-0005 | CGg-ÑV_A3-63-0067 | CGg-ÑV_A4-63-0140 |
| CGg-ÑV_A1-62-0019 | CGg-ÑV_A3-63-0068 | CGg-ÑV_A4-63-0141 |
| CGg-ÑV_A1-62-0022 | CGg-ÑV_A3-63-0069 | CGg-ÑV_A4-63-0142 |
| CGg-ÑV_A1-62-0028 | CGg-ÑV_A3-63-0071 | CGg-ÑV_A4-63-0143 |
| CGg-ÑV_A1-62-0030 | CGg-ÑV_A3-63-0072 | CGg-ÑV_A4-63-0147 |
| CGg-ÑV_A1-62-0035 | CGg-ÑV_A3-63-0079 | CGg-ÑV_A4-63-0148 |
| CGg-ÑV_A1-62-0036 | CGg-ÑV_A3-63-0081 | CGg-ÑV_A4-63-0150 |
| CGg-ÑV_A1-62-0037 | CGg-ÑV_A3-63-0085 | CGg-ÑV_A4-63-0151 |
| CGg-ÑV_A1-62-0039 | CGg-ÑV_A3-63-0086 | CGg-ÑV_A4-63-0159 |
| CGg-ÑV_A1-62-0043 | CGg-ÑV_A3-63-0090 | CGg-ÑV_A4-63-0160 |
| CGg-ÑV_A1-62-0049 | CGg-ÑV_A3-63-0092 | CGg-ÑV_A4-63-0161 |
| CGg-ÑV_A1-62-0085 | CGg-ÑV_A3-63-0097 | CGg-ÑV_A4-63-0163 |
| CGg-ÑV_A2-62-0076 | CGg-ÑV_A3-63-0177 | CGg-ÑV_A4-63-0165 |
| CGg-ÑV_A2-62-0078 | CGg-ÑV_A3-63-0179 | CGg-ÑV_A4-63-0166 |
| CGg-ÑV_A3-63-0015 | CGg-ÑV_A3-63-0180 | CGg-ÑV_A4-63-0168 |
| CGg-ÑV_A3-63-0017 | CGg-ÑV_A3-63-0181 | CGg-ÑV_A4-63-0170 |
| CGg-ÑV_A3-63-0019 | CGg-ÑV_A3-63-0182 | CGg-ÑV_A4-63-0171 |
| CGg-ÑV_A3-63-0020 | CGg-ÑV_A3-63-0183 | CGg-ÑV_A4-63-0172 |
| CGg-ÑV_A3-63-0024 | CGg-ÑV_A3-63-0184 | CGg-ÑV_A4-63-0173 |
| CGg-ÑV_A3-63-0032 | CGg-ÑV_A3-63-0187 | CGg-ÑV_A4-63-0175 |
| CGg-ÑV_A3-63-0034 | CGg-ÑV_A3-63-0188 | CGg-ÑV_A4-63-0176 |
| CGg-ÑV_A3-63-0038 | CGg-ÑV_A3-63-0189 | CGg-ÑV_A4-63-0194 |
| CGg-ÑV_A3-63-0039 | CGg-ÑV_A3-63-0190 | CGg-ÑV_A4-63-0195 |
| CGg-ÑV_A3-63-0045 | CGg-ÑV_A3-63-0191 | |

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-periglaciar, sin cobertura edáfica o muy escasa, con perfil muy quebrado y salientes puntiagudos. Se utiliza preferentemente esta geoforma para designar afloramientos rocosos de las características descritas, que no presentan ningún rasgo morfológico específico desde el punto de vista funcional, dinámico o genético.

-S-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-T-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-V-

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

-Y-

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

ANEXO IV. ATRIBUTOS DE LAS GEOFORMAS

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

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

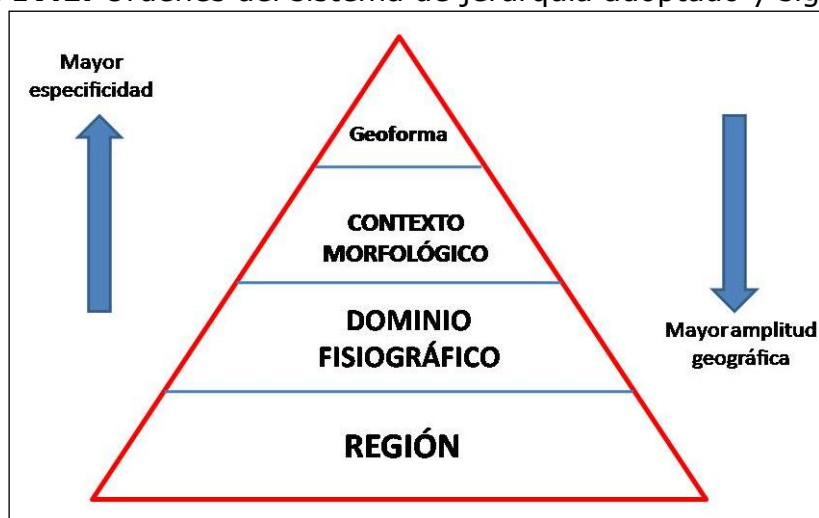
1. Atributos relacionados con el sistema de jerarquía del relieve: Región, Dominio Fisiográfico y Contexto Morfológico

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

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

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

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



Fuente: CTN

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

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

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

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

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

Contexto Morfológico: Territorio con características comunes en cuanto al tipo general de modelado y fisiografía, en el que suele predominar un tipo de sustrato geológico o de formación superficial y muy a menudo caracterizado complementariamente por la presencia generalizada o por la ausencia de cobertura piroclástica. Su extensión fluctúa en órdenes de magnitud de entre 10^2 a 10^3 km².

Agrupan siempre a distintas geoformas, algunas de las cuales son más frecuentes o características del Contexto Morfológico definido. Los contextos pueden hacer referencia, por ejemplo, a vertientes o relieves estructurales sobre determinadas litologías, a construcciones de tipo estrato-volcán, a piedemontes proximales o piedemontes distales con o sin cobertura piroclástica, o a vertientes homogéneas sobre granitos sin cobertura piroclástica.

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CTN, basada en Winckell, 1997

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

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

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

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

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

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

Una Geoforma debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Es fácilmente reconocible, tanto a partir de imágenes aéreas adecuadas que permitan la visión tridimensional como en el propio terreno.
- Sus límites representan cambios netos en las características del relieve o, cuando no son suficientemente claros, se determinan a partir del cambio en ciertos parámetros que no siempre tienen expresión en la morfología (formaciones geológicas subyacentes, por ejemplo).
- Sus dimensiones son convenientes para la escala del mapa y para el estudio edafológico posterior, de tal manera que proporcionan una información adecuada para este objetivo y no se crean multitud de recintos o polígonos de escaso significado.

Ejemplos de geoformas (o unidades geomorfológicas) son: valle en V; superficie de cono de esparcimiento; relieve lacustre ondulado; coluvión reciente; fondo de valle glaciar; rampa de piedemonte de cono volcánico; cordón litoral; aplanamiento kárstico; colinas en media naranja; manto eólico; superficie de cuesta; relieve colinado medio; superficie horizontal disectada; superficie intervenida.

1.1. Justificación del sistema de jerarquía de relieve adoptado

Los órdenes de jerarquía adoptados suponen un cambio con respecto a la sistemática llevada a cabo en la cartografía geomorfológica realizada por el Instituto Espacial Ecuatoriano, IEE (exCLIRSEN), cuyos trabajos son predecesores de éste. Dicho organismo, para encuadrar las geoformas en un nivel superior de cierta homogeneidad, sólo consideró a las que denominó Unidades Ambientales, sin otros niveles o escalones. La modificación llevada a cabo en el presente proyecto supone una estructuración de la información geomorfológica en varios niveles jerárquicos (Contexto Morfológico, Dominio Fisiográfico y Región), que atienden a una categorización del relieve en función de la escala de análisis y que, por tanto, contribuye a una mejor comprensión del mismo.

Por otra parte, aunque las anteriormente denominadas Unidades Ambientales equivalen, en algunos casos, a los designados en este trabajo como Contextos Morfológicos (por ejemplo, Relieves de los márgenes de las cimas frías era una Unidad Ambiental y ahora es considerado un Contexto Morfológico, con idéntico nombre), existen otras situaciones en que dichas Unidades Ambientales parecen ajustarse mejor a una categoría de mayor amplitud geográfica, el Dominio Fisiográfico. Es el caso, por ejemplo, de la Unidad Ambiental Vertientes externas de la Cordillera Real, que en este trabajo ya es tratado como Dominio Fisiográfico, en el que se incluyen cuatro diferentes Contextos Morfológicos.

2. Atributo relacionado con la génesis de la geoforma

El grupo genético indica el tipo general de modelado característico de cada tipo de geoforma. Una denominación de geoforma siempre se atribuye, por tanto, a un determinado grupo genético.

Las principales características de los trece grupos genéticos se sintetizan en el Cuadro IV.2.

Cuadro IV.2. Grupos genéticos y características de los mismos

| GRUPO GENÉTICO | CARACTERÍSTICAS GENERALES |
|-----------------------|--|
| Fluvial | Formas y depósitos ligados a ríos y al flujo de agua habitualmente encauzada. También se incluyen formas resultantes de la erosión generalizada por agua |
| Fluvio-lacustre | Formas y depósitos ligados a lagos, lagunas y áreas endorreicas, incluyendo depresiones con acumulación de agua esporádica, temporal o permanente |
| Laderas | Formas y depósitos relacionados con la evolución y dinámica de las laderas o vertientes |
| Glaciar y periglacial | Formas y depósitos producidos por la acumulación de hielo (glaciares) y en las zonas de su periferia o en las que dominan los ciclos de hielo y deshielo del terreno y/o la existencia de permafrost (periglaciares) |
| Volcánico | Formas y depósitos tanto asociados directa o indirectamente a edificios volcánicos recientes como relieves que aparecen sobre sustrato volcánico |
| Marino | Formas y depósitos relacionados tanto con la dinámica litoral actual y reciente, como formas relacionadas con depósitos marinos antiguos |
| Kárstico | Formas desarrollados principalmente sobre rocas calcáreas (calizas, dolomías, calcarenitas) y evaporítico-salinas, con un característico modelado |
| Meteorización | Formas características producto de una intensa meteorización química |
| Eólico | Formas y depósitos producidos por la acción del viento |
| Estructural | Modelados resultantes de la interacción entre los diversos procesos erosivos y la litología y estructura de las rocas |

| | |
|-------------------|--|
| Tectónico-erosivo | Formas sin rasgos característicos (geofomas banales), no ligadas a ningún sustrato litológico concreto, de cierta extensión y continuidad. Las geofomas incluidas en este grupo han sido modeladas por una erosión relativamente uniforme en su conjunto, generalmente sobre materiales que habían sido con anterioridad elevados tectónicamente |
| Poligénicas | Formas y depósitos que tienen su origen en dos o más grupos genéticos o que son de difícil adscripción a uno de ellos |
| Otras | Se incluyen en este grupo geofomas de definición poco precisa, difícilmente representables por sus propias características y modo de aparición o áreas de fuerte intervención antrópica que impiden reconocer la geofoma original o representarla |

Fuente: CTN

3. Atributos geológicos: formación geológica y litología

Una *formación geológica* (sensu stricto) es una unidad litoestratigráfica constituida por un conjunto de rocas claramente diferenciables de las adyacentes o próximas por sus características litológicas, suficientemente distintivas como para permitir esa diferenciación. Las *formaciones geológicas* (sensu stricto) se definen en su localidad tipo (de donde, generalmente, reciben su nombre: Formación Tarqui, Formación Tena). Además de caracterizarlas por la litología, se describe su contenido paleontológico si es el caso (que permitirá encuadrarlas en la escala cronoestratigráfica), potencia, extensión y variación lateral, así como sus relaciones con otras formaciones geológicas supra e infrayacentes.

La unión de dos o más *formaciones geológicas* contiguas asociadas, que presentan un cierto número de características litológicas comunes, se denomina *grupo* (sensu stricto). Las *formaciones geológicas*, por su parte, se pueden dividir, total o parcialmente, en unidades de rango menor, llamadas *miembros*.

Cuando estos cuerpos rocosos, a pesar de que hayan podido ser considerados por algunos autores como *formaciones geológicas*, *miembros* o *grupos*, no cumplen con los criterios seguidos internacionalmente para considerarlos bajo tales denominaciones, la tendencia es utilizar el término genérico de "unidad".

En este trabajo se considera el término "formación geológica" en sentido amplio, o informal: se incluyen en esta categoría general las *formaciones geológicas*, *grupos* y "unidades" que así fueron consideradas en la cartografía geológica utilizada como referencia o insumo principal (cartografía geológica 1:100.000 o 1:250.000 proporcionada por el INIGEMM al inicio de este proyecto, en febrero de 2014).

También se incluyen bajo esta categoría diferentes tipos de *formaciones* o *depósitos superficiales*: una formación o depósito superficial es un cuerpo sedimentario, de espesor limitado, normalmente del orden de la decena de metros, que recubre el sustrato geológico, sin guardar relación geométrica con él; habitualmente están poco

o nada consolidados y/o compactados y pertenecen al Cuaternario (<1,8 millones de años). Ejemplos de formaciones superficiales son: depósitos aluviales; depósitos coluviales; depósitos glacio-lacustres. Otras formaciones superficiales pueden denominarse, incluso, con el nombre de una localidad o topónimo donde aparecen y su litología o tipo litológico dominante (por ejemplo, ceniza del Tungurahua o volcano-sedimentos del Quilotoa).

Bajo estas consideraciones, para toda el área de estudio se han establecido un total de 236 formaciones geológicas (en sentido amplio del término) para el total del área de estudio. A cada una de estas formaciones se les ha asociado una descripción litológica, de acuerdo a la que aparece en las cartografías geológicas anteriormente referidas, completando y contrastando dicha descripción con los principales léxicos estratigráficos del país disponibles en el momento de establecer estas relaciones (Bristow y Hoffstetter, 1977; Duque, 2000).

La asignación de los atributos "formación geológica" y "litología" se realiza, por tanto, a través del primero de estos atributos. Aunque la referencia principal es la cartografía geológica 1:100.000 (o 1:250.000) del INIGEMM u organismos predecesores, también se utilizan como insumos otras cartografías geológicas (ver apartado 2.2.1.2. Insumos complementarios, de la Memoria) cuando se deduce que éstas son de mejor calidad o precisión. Asimismo, se realizan modificaciones cuando existen evidencias, en campo o mediante la propia fotointerpretación, de una "formación geológica" concreta diferente a la proporcionada por cualquiera de los insumos geológicos.

En el Cuadro IV.3 se muestran algunos ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, con el código asignado y la descripción del tipo de roca o sedimento.

Cuadro IV.3. Ejemplos de formaciones geológicas o depósitos superficiales, símbolos asignados y descripción litológica correspondiente

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

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

- Desnivel relativo
- Longitud de vertiente
- Pendiente

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

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

Cuadro IV.5. Categorías de desnivel relativo

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.6. Categorías de longitud de vertiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

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

Cuadro IV.7. Categorías de pendiente

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

Fuente: CLIRSEN, 2012

6. Atributos relacionados con el drenaje

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

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

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

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

Cuadro IV.8. Categorías de tipo de drenaje

| TIPOS DE DRENAJE |
|-------------------------|
| Dendrítico |
| Subdendrítico |
| Anastomosado |
| Meándrico |
| Paralelo |
| Enrejado |
| Rectangular |
| Angular |
| Radial |
| Asimétrico |
| Subparalelo |
| Pinnado |
| Otras |
| No Aplicable |

Fuente: CLIRSEN, 2012

Cuadro IV.9. Categorías de densidad de drenaje

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

Fuente: CTN

Bibliografía citada en el anexo

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

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

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

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

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

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

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

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

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