

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y MORFODINÁMICOS APLICADOS
A LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR
MOVIMIENTOS EN MASA EN LA PLANCHA 119
BARRANCABERMEJA CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL
MAGDALENA (ESCALA 1:100000).**

LAURA CAROLINA JAIMES ARGUELLO

Modalidad: Pasantía de Investigación.

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA**

2014

**ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y MORFODINÁMICOS APLICADOS
A LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR
MOVIMIENTOS EN MASA EN LA PLANCHA 119
BARRANCABERMEJA CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL
MAGDALENA (ESCALA 1:100000).**

LAURA CAROLINA JAIMES ARGUELLO

**Trabajo de Grado para optar al Título de Geólogo
Modalidad Pasantía de Investigación**

DIRECTOR:

**LUIS EDUARDO MORENO TORRES
Ing. Civil Esp en Ing Ambiental, Alta gerencia**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA**

BUCARAMANGA

2014

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, Miguel Gerardo Jaimes Rivero y Ayda Arguello Mora, que me han apoyado cada día de mi vida para alcanzar mis logros, ya que ellos siempre han estado presentes para alentarme en la consecución de mis objetivos y para enseñarme a ser recursiva en la resolución de problemas.

A mi hijo Javier Mattias Reyes Jaimes quien me ha dado una razón que motiva mis acciones y a mi novio Javier Jairth Reyes Gómez, quien me ha dado su apoyo, confianza y ejemplo profesional y personal.

A mis hermanos que a su modo contribuyeron a hacer de este evento una realidad gracias: Paolita Jaimes, Jair Jaimes, Carlos Jaimes, Luz Flórez y a mis sobrinos que los quiero mucho: Alejita, Santí, Camíla y pipe.

AGRADECIMIENTOS

Al terminar un trabajo tan bonito y lleno de retos, me siento muy satisfecho; quiero agradecer a Dios por mostrarme el camino y darme lo necesario para recorrerlo, a mis padres por su apoyo incondicional y desinteresado, a mi Director el Ingeniero Luis Moreno, una gran persona y profesional.

A las personas que contribuyeron a la ejecución de este importante proyecto; el Servicio Geológico Colombiano, Universidad Industrial de Santander y de manera muy personal y especial a Diego Ibáñez y Nardy Neiza, personas que tuve la suerte de conocer y que me presentaron una perspectiva de profesional que quiero llegar a ser.

A mis Jefes inmediatos, al geólogo Jorge Chaparro y al profesor Joaquín Valencia, quienes confiaron en mis habilidades y conocimientos. Igualmente, a los profesores: Francisco Velandia, Juan Diego Colegial, Sait Kurama y Eduardo Castro, por los aportes de su experiencia y la oportunidad de demostrar mis capacidades.

Del mismo modo, quiero recordar a aquellos profesores que me aportaron a través de este camino, las herramientas para ser la profesional que ellos quisieron hacer de mí.

GRACIAS Profesores:

*Jesús Hernando Mendoza gran geólogo y amigo,
Luis Carlos Mantilla, Luis Enrique Cruz y Ricardo Mier, hombres con una inmensa calidad humana,
Jairo Clavijo, Eliecer Uribe, Víctor Caballero.
Todos, Admirables profesionales y ahora colegas.*

A mis compañeros del proyecto, no crean que los olvido: Isabel Cristina Ardila, Jesús Rincón, Edwin Díaz, William Duarte, Ferney Hernández, Oscar Romero, Oscar Forero, Diego Hernández, Hans Vinazco, Jorge Chaparro, Joaquín Valencia y Jorge Camargo... Gracias por la paciencia y los buenos momentos.

A nuestra queridísima secretaria Sonia, ella sabe cuánto la aprecio.

A todos, nos estaremos viendo!

CONTENIDO

INTRODUCCION	18
1 OBJETIVOS.....	20
1.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2 METODOLOGÍA.....	21
2.1 FASE I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	21
2.2 FASE II: CAMPO:.....	21
2.3 FASE III: REVISIÓN E INFORME FINAL	27
3 MARCO CONCEPTUAL.....	27
3.1 CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA:	28
3.2 CAPTURA DE MOVIMIENTOS EN MASA	36
4 GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO	47
4.1 LOCALIZACIÓN	48
4.2 VIAS DE ACCESO.....	49
4.3 CLIMA Y SUELOS	51
4.4 ANTECEDENTES	53
5 CONTEXTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	56
5.1 UNIDADES LITOLÓGICAS.....	58
5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	60
6 RESULTADOS	66
6.1 MORFODINÁMICA DE LA PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM.	66
6.2 GEOMORFOLOGIA DE LA PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM.....	122
7 CONCLUSIONES.....	166
8 RECOMENDACIONES.....	169
BIBLIOGRAFIA.....	181

LISTA DE FIGURAS

Figura- 1. Formato de recolección de datos para Cartografía Geomorfológica	25
Figura- 2. Formato Modificado para inventario de Movimientos en Masa Vs 2012	26
Figura- 3. Plataforma del Sistema de Información de Movimientos en Masa-SIMMA del Servicio Geológico Colombiano-SGC	27
Figura- 4. Esquema modificado de jerarquización geomorfológica.....	29
Figura- 5. Esquema de proceso metodológico para la elaboración de un Mapa Geomorfológico	32
Figura- 6. Patrón de drenaje controlado por estructura o pendiente	34
Figura- 7. Diagrama de Bloque de un deslizamiento (PMA: GCA, 2007).....	37
Figura- 8. Distribución de la actividad de movimientos en masa.....	40
Figura- 9. Tipos de Estilo de la actividad de movimientos en masa.....	40
Figura- 10. Clasificación tipo y subtipo de movimiento.....	43
Figura- 11. Escala de Velocidades.....	44
Figura- 12. Criterios para determinar la Humedad cualitativa de un material en campo	45
Figura- 13. Criterios para estimar cualitativamente la plasticidad de un material	45
Figura- 14. Dimensiones de un deslizamiento	46
Figura- 15 Esquema de localización del área de estudio (Plancha 119 Barrancabermeja VMM), en el contexto político colombiano.	49
Figura- 16. Esquema de las vías principales que comunican a Bucaramanga con la Plancha 119 Barrancabermeja en el Valle Medio del Magdalena.....	50
Figura- 17. Vías de acceso y recorrido realizado por la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	51
Figura- 18. Movimientos en Masa de registro histórico en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	55
Figura- 19. Mapa Geológico y estructural de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM ..	57
Figura- 20. Mapa de geología del área de estudio en donde se resaltan las principales estructuras	62
Figura- 21. Puntos de inventario registrados en el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA, en los municipios que cubre la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	69
Figura- 22. Panorámica de erosión en terracetas con movimiento de reptación de suelo 26823 en donde se ven cicatrices de corrimientos de suelo, en parte baja de la colina alargada, de pendiente moderada. Ubicado entre el casco urbano del municipio de Barrancabermeja y el aeropuerto Yariguies.	73
Figura- 23. Detalle del material que está reptando en el movimiento 026823 en observado entre el casco urbano del municipio de Barrancabermeja y el aeropuerto los Yariguies.....	74
Figura- 24. Panorámica de movimiento 26824 que presenta Reptación y deslizamiento traslacional. Sector conocido como Barrasanta en el municipio de Barrancabermeja. .	74
Figura- 25. Detalle de afectación a la vía debido al movimiento 026824 que presenta Reptación y deslizamiento traslacional, observado en el sitio conocido como Barrasanta en el municipio de Barrancabermeja.....	75

Figura- 26. Panorámica movimiento 026821 de reptación de suelo en ladera e colinas alargadas con pendiente moderada observado en el sector de Cuatro Bocas en el municipio de Barrancabermeja.	76
Figura- 27. Panorámica de perfil de flujo de tierra 026819 observado en el predio de la Hacienda Casa Blanca en la vereda el Centro del municipio de Barrancabermeja.....	76
Figura- 28. Panorámica de deslizamiento traslacional 026814 y detalle del material en la pata del talud por donde pasa una corriente de agua, observado en el sector conocido como San Isidro en el municipio de Barrancabermeja.	77
Figura- 29. Panorámica de depósito aluvial abigarrado tiene cárcavas profundas y zanjones con estoraques que representan el nivel que debería tener el suelo, resultado de la erosión hídrica y eólica. A unos metros del deslizamiento 026814 observado en el sector conocido como San Isidro en el Municipio de Barrancabermeja.	77
Figura- 30. Caída de Roca Registro SIMMA 026693 ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas observado en sitio conocido como Santa Clara en el municipio de Barrancabermeja.....	79
Figura- 31. Caída de Roca registro SIMMA 026774 ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas, se observa en el sitio conocido como el Oponcito en el Municipio de Barrancabermeja.....	79
Figura- 32. Deslizamiento traslacional (026810) ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas observado por la vía que conduce del municipio de Bucaramanga al municipio de Barrancabermeja.	80
Figura- 33. Panorámica de Deslizamiento traslacional planar los materiales caen ladera abajo una distancia larga como flujo y detalle del material que se está moviendo; corresponde con el punto de inventario SIMMA 26816 del sector conocido como el Zarzal en un sitio llamado Alto del Buey Pelado en el municipio de Barrancabermeja.	81
Figura- 34. Panorámica de terracetas y movimiento de reptación de suelo que corresponde con el punto de inventario del Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA 026818 observado en el sector conocido como Limoncito por la vía que conduce de Bucaramanga a Barrancabermeja.....	82
Figura- 35. Erosión en el área de los movimientos de izquierda a derecha: Corresponde con el punto de inventario SIMMA 026816: erosión en surcos, grietas de desecación y zanjones; registro de inventario SIMMA 026817 cárcavas, surcos y chimenea de hadas y registro de inventario SIMMA 026818 erosión esferoidal.....	82
Figura- 36. Vista del flujo principal del movimiento 026812 a lo largo de la vía en donde se repite el evento con intervalos de 100 m de ladera estable, en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.	85
Figura- 37. Vista del flujo principal del movimiento 026812 a lo largo de la vía en ladera de lomo elongado, donde se repite el evento con espaciamentos de 100 m en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.	86
Figura- 38. Panorámica de movimiento 026811 de reptación a lo largo de ladera de lomo elongado, en el que se ven cicatrices del corrimiento del suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno, el paso de una tubería que transporta hidrocarburo y la erosión pluvial en el municipio de Yondó-Antioquia.	86
Figura- 39. Daños leve ocasionado por el movimiento 026811 de reptación debido a la avanzado estado de erosión en terracetas en la ladera junto a la vía, se ven árboles caídos, cercas torcidas y cicatrices del corrimiento del suelo en el municipio de Yondó-Antioquia.....	86
Figura- 40. Panorámica movimiento 026913 de lomos alargados con pendiente moderada que presentan corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno y la erosión pluvial en el municipio de Yondó-Antioquia.	87

Figura- 41. Detalle del material que se está moviendo en el evento de reptación 026813 en el municipio de Yondó-Antioquia.....	88
Figura- 42. Panorámica de Deslizamiento Traslacional y detalle del material en movimiento corresponde con el punto de inventario 26817 observado en la vereda Vizcaína.	91
Figura- 43. A la izquierda panorámica de movimiento por erosión en terracetas, el corrimiento de suelo se da debido al sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha detalle del material que se está moviendo. Movimiento de inventario SIMMA 26822, observado en el área limítrofe entre las veredas de Albania, Tempestuosa y Arrugas.	92
Figura- 44. A la izquierda panorámica de ladera con deslizamiento traslacional. A la derecha detalle del material que se está moviendo. Movimiento registrado como 026741 en el SIMMA observado en la vereda Arrugas.....	94
Figura- 45. A la izquierda panorámica de ladera deslizamiento traslacional. A la derecha detalle del material que se está moviendo, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026760 en el SIMMA se observa en la vereda la Llana Caliente.....	95
Figura- 46. A la izquierda panorámica de ladera deslizamientos traslacionales y rotacionales. A la derecha detalle del material que se está moviendo, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026743 en el SIMMA se observa en la vereda Albania del municipio de San Vicente de Chucuri.....	96
Figura- 47. A la izquierda Corona de deslizamiento rotacional creciente y a la derecha afectación al borde la vía, cerca y tubería de transporte hidrocarburo suspendido por el movimiento de material ladera abajo. Movimiento registrado como 026743 en el SIMMA se observa en la vereda Albania por la vía que conduce de Albania a la Hacienda la Pradera.	97
Figura- 48. A la izquierda detalle del material que se está moviendo. A la derecha panorámica de movimiento a lo largo de la vía. Movimiento de inventario SIMMA 026745 se observó en el sitio Hacienda la Pradera en la vereda Albania.	99
Figura- 49. A la izquierda panorámica de ladera con corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha detalle del material que se está moviendo, erosión laminar, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026768 en el SIMMA vereda la Llana de Cascajales.....	100
Figura- 50. Área que presenta varios Flujos de tierra. Movimiento registrado como 026702 en el SIMMA que se observó en la vereda de la Llana de Cascajales.	102
Figura- 51. A la derecha zona de desprendimiento del flujo principal. A la izquierda detalle del material que se está moviendo, desarrollo de suelo residual, cambio de tonalidades por meteorización y cobertura vegetal. Movimiento de inventario SIMMA 026702. Observado en la Llana de Cascajales.....	102
Figura- 52. A la izquierda panorámica de ladera con corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha detalle del material que se está moviendo, erosión laminar, meteorización química evidenciado en el cambio de tonalidades, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026802 en el SIMMA. Se observa en la vereda Vizcaína Baja.	104
Figura- 53. Caída de detritos (026803) Estado de erosión severa observado en la vereda la Esperanza.....	107
Figura- 54. Grietas de desecación debido a la humectación y posterior desecación, registro SIMMA .26803. observado en la vereda la Esperanza.....	107
Figura- 55. Densidad de movimientos presentes en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM por municipios.	109

Figura- 56. Distribución de la densidad de movimientos en masa según su mecanismo.	110
Figura- 57. Distribución de la densidad de Estado de la actividad de movimiento de los eventos inventario recogido para la Plancha 119- Barrancabermeja VMM.....	111
Figura- 58. Estilo de la actividad de movimiento de los eventos inventariados para la plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	112
Figura- 59. Distribución de la densidad de la actividad de movimiento de los eventos inventariados para la plancha 119 Barrancabermeja VMM	112
Figura- 60. Unidades geológicas aflorante en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM	113
Figura- 61. Distribución de la cobertura de suelo en las áreas con movimiento en masa en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM.....	114
Figura- 62. Distribución del uso de suelo en las áreas con movimientos en masa en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM	115
Figura- 63. Causas de Movimientos registrados en inventario para la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	116
Figura- 64. Erosión activa en el área de influencia de los movimientos en masa presentes en el área de estudio.	117
Figura- 65. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según el grado de intensidad de erosión asociada.	118
Figura- 66. (a) Material involucrado y (b) Litología involucrada en los movimientos en masa inventariados para el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA	119
Figura- 67. Inclinación de la ladera que presenta el relieve circundante.	120
Figura- 68. Efectos observados por causa de movimientos en masa en la plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	121
Figura- 69. Importancia de los eventos de movimientos en masa en la plancha 119 Barrancabermeja VMM.....	122
Figura- 70. Ladera con depósito de abanico coluvial dominado por flujos hidrogravitacionales. La imagen corresponde con Dco del sector de la Llana Caliente en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander)	129
Figura- 71. Prominencia topográfica de morfología colinada, ladera y cima muy disectada y erosión esferoidal (Dcrd) observada en la vereda San Luis del municipio del Carmen de Chucuri (Santander).	130
Figura- 72. Morfología alomada aislada (Dcrem) observada en el sitio conocido como la Cira, en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja (Santander).	131
Figura- 73. Deslizamiento Traslacional en la vereda Laureles, en donde varias laderas de montículos denudacionales presentan deslizamientos traslacionales y flujos de suelo iniciado por procesos de reptación presentan riesgo alto.	133
Figura- 74. Escarpe formado por la socavación lateral del Rio Oponcito observado por la vía que conduce de Yarima hacia Albania en el municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).....	134
Figura- 75. Escarpe (Deeme) formado por socavación de un drenaje menor con una amplia llanura de inundación. En algunos sectores se producen movimientos en masa de tipo Deslizamiento Traslacional. Fuertes procesos erosivos por la vía que conduce de Barrancabermeja a Bucaramanga.....	135
Figura- 76. Diagrama que ilustra la ubicación del glacis de acumulación junto al piedemonte.	136

Figura- 77. Glacis de erosión junto al piedemonte de la Cordillera Oriental (Dge), observado en la vereda Dos Bocas en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).....	137
Figura- 78. Lomos alargados y montículos, de diferentes alturas con cobertura vegetal de pastos y uso ganadería al occidente de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM en el departamento de Antioquia	138
Figura- 79. Geoformas denudacionales alomadas que localmente presentan movimientos en masa en el sector de San Isidro en Barrancabermeja Santander	139
Figura- 80. Geoforma de loma residual denudada (Dlor) del sector de la Llana Fría en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).	141
Figura- 81. Geoforma de montículos y ondulaciones denudaciones limitando con llanura de inundación por la vía que conduce de Yarima hacia Albania en el municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).	143
Figura- 82. Extensa Planicie observada en la vereda Vizcaína Baja en el municipio de Simacota (Santander) con pastos como principal cobertura vegetal y uso ganadería.	144
Figura- 83. Extensa planicie ligeramente ondulada. Observada en el sector de Miraflores de la vereda el Centro en el municipio de Barrancabermeja	146
Figura- 84. Lomo residual observado en el sitio conocido como Campo Diez y Seis en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja (Santander).....	147
Figura- 85. Espinazo Estructural observado en el Municipio de Carmen de Chucuri visto desde el sector conocido como la Guajira.....	149
Figura- 86. Ladera de sierra sinclinal (A) Fotografía de Ladera modelando la Formación Umir (B) imagen de google earth se ven los escalonamientos de la ladera debido a la erosión diferencial de las diferentes capas sedimentarias. (C) Procesos coluviales locales.....	150
Figura- 87. Ladera escalonada observada hacia el sector del Caño De Las Moscas en el municipio del Carmen de Chucuri (Santander).	151
Figura- 88. Escarpe de línea de falla con algunos procesos de remoción en masa no apreciables a la escala de trabajo. Sector la Guijira en el municipio del Carmen de Chucuri.....	152
Figura- 89. Sierra Sinclinal observada desde la Llana Fría de San Vicente de Chucuri (Santander). Sss.	153
Figura- 90. Ladera de contrapendiente de cuesta observada por imágenes satelitales en la vereda de Pozo Nutria en el municipio de San Vicente de Chucuri.	154
Figura- 91. Barra Compuesta y Barra Puntual en el Cauce Activo del Rio Magdalena observados desde el puente Guillermo Gaviria Correa que va de Yondó (Antioquia) a Barrancabermeja (Santander) en el valle medio del Rio Magdalena.	157
Figura- 92. Barra Longitudinal en el cauce activo del Rio Magdalena visto desde el Puerto de San Rafael de Chucuri en el municipio de Barrancabermeja (Santander)	158
Figura- 93. Ciénega San Silvestre observada en la salida norte del municipio de Barrancabermeja (Santander) que conduce al caserío de Puerto Wilches (Santander).	159
Figura- 94. Llanura de inundación del Rio Cascajales observado en la vereda Clavellinas del municipio del Carmen de Chucuri (Santander).	160
Figura- 95. Ciénaga de Zapaterito observada desde el sector Naranjal en el municipio de Barrancabermeja (Santander).....	161
Figura- 96. Terraza de Acumulación observada en el Km 5 de la vía a la ciudad de Bucaramanga en el municipio de Barrancabermeja (Santander).....	162

Figura- 97. Escarpe de terraza de acumulación observada por la vía que conduce de la Vereda Cuatro Bocas A La Vereda El Centro en el municipio de Barrancabermeja (Santander).....	163
Figura- 98. Terraza de acumulación antigua observada mediante imagen satelital en la Vereda Clavellinas del municipio de San Vicente De Chucuri (Santander)	164
Figura- 99. Terraza de erosión y escarpe de terraza de erosión observada a los alrededores de la vereda Yarima del municipio de San Vicente de Chucuri.....	165

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Forma de creta y valles	34
Tabla 2. Números de registros asignados a cada deslizamiento de tipo Inventario en el Sistema de Información de Movimientos en Masa- SIMMA.....	66
Tabla 3. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de Barrancabermeja en Santander.	70
Tabla 4. Morfometría deslizamiento 026824.....	75
Tabla 5. Morfometría deslizamiento 026814	77
Tabla 6. Morfometría deslizamiento 026816.....	81
Tabla 7. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el sector de Antioquia, límite occidental del Río Magdalena en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119-Barrancabermeja VMM.....	83
Tabla 8. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de San Vicente de Chucuri en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM.....	89
Tabla 9. Morfometría deslizamiento 026817.....	91
Tabla 10. Morfometría deslizamiento 026741	94
Tabla 11. Morfometría deslizamiento 026760	95
Tabla 12. Morfometría deslizamiento 026743	97
Tabla 13. Morfometría deslizamiento 026745	99
Tabla 14. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de Simacota en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM	103
Tabla 15. Cuadro de unidades geomorfológicas de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, con su área y porcentaje de la unidad en el área.	123
Tabla 16. Registro histórico de captura tipo inventario de movimientos en masa	197
Tabla 17. Registro histórico de captura tipo catálogo de movimientos en masa	199

ANEXOS

ANEXO A.: MAPA GEOMORFOLOGICO DE LA PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM DEPARTAMENTO DE SANTANDER ESCALA 1:100.000	190
ANEXO B: MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO DE MORFOLOGIA-MORFODINAMICA	192
ANEXO C: MAPA GEOLOGICO PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM.....	194
ANEXO D: BASE DE DATOS DE REGISTRO HISTÓRICO DE CAPTURA TIPO INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA	196
ANEXO E: BASE DE DATOS DE REGISTRO HISTÓRICO DE CAPTURA TIPO CATÁLOGO DE MOVIMIENTOS EN MASA	198
ANEXO F. GLOSARIO DE UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS ..	200
ANEXO G. GENERALIDADES DE SUELOS.	242
ANEXO H. MAPA DE AMBIENTE MORFOGENÉTICOS.	255
ANEXO I. FOTOGRAFÍAS Y FORMATOS DE CAMPO POR ESTACIONES	257

RESUMEN

TÍTULO: ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y MORFODINÁMICOS APLICADOS A LA ZONIFICACIÓN DE AMENAZA RELATIVA POR MOVIMIENTOS EN MASA EN LA PLANCHA 119 CUENCA DEL VALLE MEDIO DEL MAGDALENA (ESCALA 1:100000)*

AUTOR: Laura Carolina Jaimes Arguello**.

PALABRAS CLAVES: Zonificación, geomorfología, movimiento en masa, meteorización, erosión

DESCRIPCIÓN

Los insumos para la elaboración del Mapa de Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa son el Mapa Geomorfológico Analítico y el inventario de movimientos en masa. En este trabajo, se define la morfogénesis de las unidades geomorfológicas y se caracterizan los movimientos en masa presentes en la Plancha 119 Barrancabermeja Valle Medio del Magdalena, departamentos de Santander y Antioquia; aplicando la Metodología de Generación de Mapas geomorfológicos escala 1:100.000 del INGEOMINAS (2012), que define los atributos de morfometría, morfogénesis y morfodinámica.

La geomorfología aplicada, es una herramienta estratégica para la evaluación y proyección del comportamiento del terreno, ya que clasifica el relieve y agrupa los materiales naturales (rocas y suelos). En el área de estudio, se identificaron ambientes morfogenéticos denudacionales (incluye movimientos en masa), estructurales y fluviales, a partir de formas del terreno, resultado de eventos sucesivos en el tiempo; causas y procesos que dieron origen al paisaje.

En el valle interandino del Magdalena, el relieve es modelado por factores endogenéticos como el levantamiento de las cordilleras, modelando unidades morfoestructurales; presenta fuertes procesos exógenos de erosión y meteorización, definiendo zonas de lomeríos y planicies, tallando unidades denudacionales y está surcado por una densa red hídrica, representada por unidades fluviales. Las unidades se definen según el Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas del SGC (2013). En la zona de estudio, se diferenciaron 55.89% de unidades denudacionales, 39.9% Fluviales y 4.2% morfoestructurales.

En cuanto al inventario de movimientos en masa, se presentan como polígonos cuando superan los 200x200 m en vista de planta, con el nombre de la unidad denudacional que aplique y para dimensiones inferiores, se representa con un punto y el proceso consiste simplemente en el registro de sus características en el SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa)

*Pasantía de investigación

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Geología.

Director: Luis Eduardo Moreno Torres

ABSTRACT

TITLE: MORPHODINAMIC AND MORPHOLOGICAL ASPECTS APPLIED TO THE ZONING BY THREAT ON MASS MOVEMENT OF THE BOARD 119 BARRANCABERMEJA MMV*

AUTHOR: Laura Carolina Jaimes Arguello**.

KEYWORDS: Zoning, Geomorphology, mass movement, weathering, erosion

DESCRIPTION

The inputs to make a zoning threatening map by mass movements is the analitic geomorphology map and landslide inventory. In this report made at a 1:100.000 scale, are developed the defining parameters of the morphogenetic characteristics of the geomorphological units and characterized landslide of the board 119 Barrancabermeja In the Middle Magdalena Valley region. To do so, it is applied the methodology of generation of geomorphology maps at scale 1:100 000 according to INGEOMINAS (2012) which takes in to account the attributes of morphometry, morphogenesis and morphodynamics.

The applied geomorphology is a strategic tool for testing and to predict the terrain behavior since it is focused to the classification of the relief for achieves the grouping of the natural resources (rocks and soils). The area were identified denudational to which the landslide, structural and fluvial morphogenetic units, from the ground shape as a result of successive events in time, causes and processes that gave rise to the landscape.

In the interandean valley of Middle Magdalena the relief is modeled by endogenetic factors such us the mountain range lifting ,modeling morfostructural units, showing strong exogenous processes of erosion and weathering that define areas of hills, little hills and plains shaping denudational units and it's ploughed by a dense water network represented by fluvial geomorphological units. The units are defined according to the glossary of the geomorphological units. SGC (2013) and for the area made up to the board were differed 55.89% of denudational, 39.9% Fluvial and 4.2% morfostructural geomorphological units.

As the inventory of landslides are presented as polygons when exceeding the 200x200 m in plan view with the name of the denudacional unit to apply and lower dimensions, is represented by a point and the process is simply recording characteristics in SIMMA (Sistema de Información de Movimientos en Masa)

*Graduate Project

**Faculty of Physical and Chemical Engineering. Geology School.

Director: Ing. Luis Eduardo Moreno Torres.

INTRODUCCION

La información en este documento sintetiza parte del proyecto a nivel nacional, que el Servicio Geológico Colombiano (SGC) lleva a cabo en conjunto con las universidades que cuentan con el programa de geología e ingeniería geológica, consistente en una zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa a escala 1:100.000. En el caso de la Universidad Industrial de Santander (UIS), la escuela de geología ha firmado el convenio 009/13 con el SGC, para realizar este proyecto en 20 planchas discriminadas así: Diez (10) en el denominado “Bloque 4”, en parte de los departamentos de Tolima, Huila y Cauca (Planchas: 281, 282, 283, 301, 302, 322, 323, 343, 345, y 364) y diez (10) planchas en el denominado “Bloque 5”, en parte de los departamentos de Santander, Norte de Santander, Boyacá, Antioquia, Arauca y Casanare (planchas 109, 110, 111, 119, 121, 133, 134, 136, 137 y 153). La información generada en escala 1:100.000, servirá de base a futuros estudios detallados enfocados en la planeación de proyectos de infraestructura y desarrollo regional. El levantamiento y registro de movimientos en masa enriquecerá la base de datos a nivel nacional del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) para el seguimiento y monitoreo de estos eventos que tienen impacto en la población y su calidad de vida.

El presente documento es el resultado de un trabajo de grado ‘modalidad pasantía de investigación’, realizada en el área comprendida por la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, la cual se localiza en el valle medio del Rio Magdalena.

Tradicionalmente, éste sector tiene problemas intensos de erosión y meteorización y ya que topográficamente está representado por formas planas con ligeras ondulaciones, reportan dificultades con inundaciones.

Se espera con este estudio, aportar nuevos elementos de discusión, que contribuyan particularmente a la caracterización morfológica y morfodinámica de la Plancha 119 Barrancabermeja en la cuenca del Valle Medio del Magdalena.

1 OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar unidades morfológicas y morfodinámicas, aplicada a la zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa en la plancha 119 Barrancabermeja en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena (Escala 1:100000).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar información bibliográfica y análisis de la información existente, para fines de contextualizar el área objeto de estudio en términos de morfología y generar la base de datos histórica de movimientos en masa.
- Caracterizar en campo según tipo, subtipo, morfometría, causas, afectaciones e importancia de los movimientos en masa activos en el área de estudio.
- Comprobar, definir, delimitar y caracterizar unidades geomorfológicas y su ambiente morfogenético definidas en el mapa de sombras, mapas de pendientes e imágenes satelitales.
- Redactar el informe de los resultados encontrados en morfología y morfodinámica de la Plancha 119 Barrancabermeja, en la Cuenca del Valle Medio del Magdalena

2 METODOLOGÍA

La Metodología aplicada para el logro de los objetivos antes mencionados, abarcó básicamente las siguientes tres fases: Fase de revisión bibliográfica, fase de campo, fase de análisis, elaboración de productos y elaboración del presente informe. Por su relación directa con la obtención de nuevos datos, a continuación se describe el proceso de consecución de información morfológica y morfodinámica.

2.1 FASE I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En esta fase se hace compilación, análisis y procesamiento temático del área de estudio, mediante información secundaria de formas del terreno y morfodinámica, se tuvieron en cuenta Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Básico de ordenamiento territorial (PBOT) y Esquemas de Ordenamiento territorial (EOT), publicaciones de INVIAS, Policía Nacional, Corporaciones, bases de datos, memorias geológicas y noticias, donde se encontró información de algunos sitios geográficos con problemas de movimientos en masa no caracterizados, aunque los informes indican para la zona de estudio que ésta presenta una problemática crítica por inundación, y en cuanto a la geomorfología la información que se encuentra es escasa y generalizada sobre todo en los POTs. Sin embargo, se obtiene un mapa geomorfológico preliminar en esta etapa que sirve de base para la Fase II, y que es elaborado por geólogos especialistas en imágenes de radar vinculados al proyecto de zonificación de amenaza relativa por movimientos en masa en el convenio SGC-UIS.

2.2 FASE II: CAMPO:

Se realizó un recorrido por la Plancha 119 Barrancabermeja de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena, para la toma de datos morfológicos y morfodinámicos, iniciando en la parte más sur del área de estudio en dirección norte por la Ruta del Sol y desviando en trochas interveredales. Uno de los recorridos incluyó la vía que conduce del municipio de Puerto Parra a la vereda San Rafael de Chucuri del municipio de Barrancabermeja. Y otro, por la vía que pasa del departamento de Santander (municipio Barrancabermeja) al departamento de Antioquia (municipio de Yondó), del mismo modo se recorrió la vía nacional 66 que conduce del municipio de Barrancabermeja al municipio de Bucaramanga.

En el control de las unidades geomorfológicas en campo se buscan puntos topográficos altos, teniendo como base el mapa geomorfológico preliminar, a éste se le hace la verificación, definición, delimitación y la incorporación de unidades que no se lograron definir por imágenes en la fase I; para la captura de datos se usó la Tabla de Recolección de Datos de Morfometría para cartografía geomorfológica UIS (2013)., que se observa en la Figura- 1, en esta se presentan once (11) campos a mencionar; este formato tiene también un espacio para realizar un esquema de planta y uno de perfil que permitan señalar características propias de las geoformas que llevaron a definir el tipo de unidad geomorfológica.

1. Localización
2. Cobertura y uso del suelo
3. Morfogénesis
4. Morfología-Morfometría
 - 4.1 Tipo de relieve
 - 4.2 Índice de relieve
 - 4.3 Inclinación de la ladera
 - 4.4 Longitud de la ladera

- 4.5 Forma de la ladera
- 5. Características del drenaje
 - 5.1 Forma de canal
 - 5.2 Densidad de drenaje
 - 5.3 Frecuencia del drenaje
 - 5.4 Textura del drenaje
 - 5.5 Patrón de drenaje
- 6. Tipo de Roca
- 7. Grado de meteorización
- 8. Tipo de Suelo
- 9. Tipo de erosión
- 10. Intensidad de erosión
- 11. Movimiento en masa

Para inventariar movimientos en masa activos en la zona de estudio se hace un recorrido de observación y la información se captura en el Formato modificado para inventario de movimientos en masa SGC (2013), los movimientos registrados con dimensiones que superan los 300x300 m son cartografiables en la escala de trabajo como un polígono y denominados con una unidad morfogénica denudacional afín, los movimientos con dimensiones inferiores, pero que superen los 50x50 m en vista de planta fueron ingresados al SIMMA como captura de inventario, ya que a la escala de trabajo en el plano representan un punto y no es posible cartografiarlo como un polígono en el mapa de unidades geomorfológicas. En el formato de captura de datos de la Figura- 2 se consignan los elementos que a continuación se relacionan:

1. Localización geográfica y documental del evento
2. Actividad del movimiento
3. Litología y estratigrafía
4. Clasificación del movimiento

5. Morfometría
6. Causas del movimiento
7. Cobertura y uso del suelo
8. Documentos de referencia
9. Efectos secundarios
10. Importancia del evento
11. Daños
12. Notas y apreciación del riesgo
13. Esquema
14. Registro fotográfico

No todas las áreas comprendidas por la zona objeto tienen facilidad de acceso, además, la zona de estudio en el municipio de Yondó (Antioquia), presenta problemas de seguridad social causados por la presencia clandestina de grupos al margen de la ley.

Figura- 1. Formato de recolección de datos para Cartografía Geomorfológica

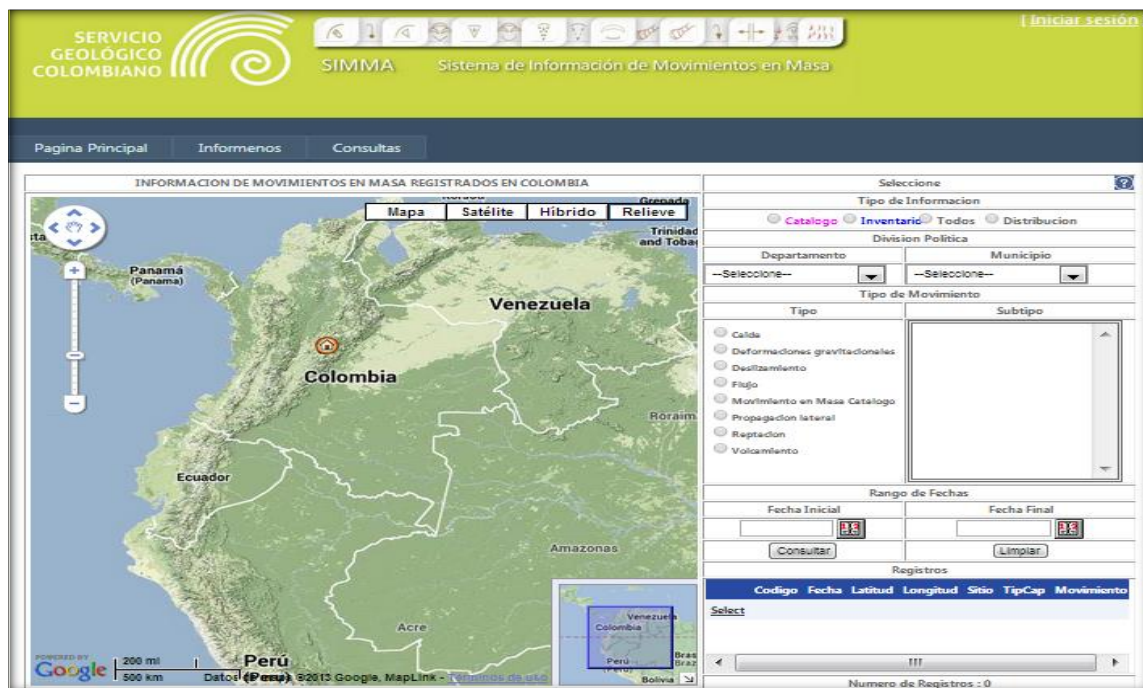
Tabla de Recolección de Datos de Morfometría para Cartografía Geomorfológica									
Fecha: D M A		Plancha: _____ Estación: _____			Cobertura del Suelo (%)		Uso del Suelo (%)		
Lugar		Posición Geográfica		Referente Geográfico:		Veg. Herbícea	Ganadería	Z. Industrial	
Departamento: _____		X: _____				Bosque/Selva	Agrícola		
Municipio: _____		Y: _____				Matorrales	Recreación		
Vereda: _____		Z: _____				Cuerpos de Agua	Vivienda	Sin Uso	
Sitio: _____		Proyección Magna: _____				Cultivos	Mina		
				Construcciones	Área Protegida				
				Pastos	Vías				
				Sin Cobertura	Z. Arqueológica				
Morfogénesis									
Morfología - Morfometría									
Morfogenético / Biológico		Tipo de Relieve		Índice de Relieve		Inclinación de Ladera		Longitud de la ladera	
Volcánico		Montañoso > de 400 m		Muy Bajo (< 50 m)		Plana a Surve < 5°		Muy Corta (< 50 m)	
Denudacional		Colina 200 - 400 m		Bajo (50 - 250 m)		Inclinada (6° - 10°)		Corta (50 - 250 m)	
Fluvial - Deltaico - Lagun		Loma 50 - 200 m		Moderado (250 - 500 m)		Muy Inclinada (11° - 15°)		Moderadamente Larga (250 - 500 m)	
Marino - Costero		Montículo < 50 m		Alto (500 - 1000 m)		Abrupta (16° - 20°)		Larga (500 - 1000 m)	
Glaciar				Muy Alto (>1000 m)		Muy Abrupta (21° - 30°)		Muy Larga (1000 - 2500 m)	
Eólico						Escarpada (31° - 45°)		Extremadamente Larga (> 2500 m)	
Kárstico						Muy Escarpada (> 45°)			
								Forma de la Ladera	
								Rectilínea	
								Cóncava	
								Convexa	
								Irregular	
								Compleja	
Características de Drenaje									
Forma de Canal		Densidad de Drenaje		Frecuencia de Drenaje		Textura de Drenaje		Patrón de Drenaje	
En U Abierto		Baja (< 0,5 Km/Km2)		Muy Alta (> 40)		Genesa		Detritico	
En U Cerrado		Moderada (0,5 - 1,0)		Alta (20 - 40)		Mediana		Subdetritico	
En V Abierto		Alta (> 1,0)		Media (10 - 20)		Fina		Paralelo	
En V Cerrado				Baja (5 - 10)		Muy Fina		Subparalelo	
				Muy Baja (> 5)				Pinado	
								Rectangular	
								Radial	
								Anular	
								Multicuenca	
								Contorsionado	
								Otro: _____	
Tipo de Roca									
								Ígnea Ácida	
								Ígnea Intermmedia	
								Ígnea Básica	
								Ígnea Ultrabásica	
								Volcánica Piroclástica	
								Sedimentaria Cementada	
								Sedimentaria Consolidada	
								Sedimentaria Química	
								Metamórfica Masiva	
								Metamórfica Bandada	
								Metamórfica Bien Folada	
Grado de Meteorización									
Fresca		Tipo de Movimiento		Movimiento en Masa		Estado			
Meteorización Débil		Caída		Roca		Activo			
Meteorización Moderada		Volcamiento		Detritos		Inactivo			
Meteorización Alta		Deslizamiento Rotacional		Suelo		Suspendido			
Descompuesta		Deslizamiento Translacional		Lodos		Reactivo			
		Reptación		Turba					
		Flujos							
		Propagación Lateral							
		Avalancha							
		Compuesto o Múltiple							
Tipo de Material									
Saprolito Grueso									
Saprolito Fino									
Tipo de Suelo									
Aluvial		Tipo de Erosión		Espaciamiento de Canales (m)		Notas:		Fotos:	
Lagunar		Laminar		(< 5)					
Deltaico		Surcos		(5 - 15)					
Eólico		Barrancos		(15 - 50)					
Glaciar		Cárcavas		(50 - 150)					
Volcánico		Socavación		(150 - 500)					
Residual		Tierras Malas		(> 500)					
Coluvial		Terrazetas							
Flujo de Lodo		Eólica							
Taluz		Glaciar							
Bloques		Sura							
Conos de Deyección		Carrizca		Moderada					
Otro: _____		Mina		Severa					

Fuente: Formato de captura de datos geomorfológicos UIS (2013)

2.3 FASE III: REVISIÓN E INFORME FINAL

Para esta etapa se hizo un análisis y discusión de la reinterpretación de unidades hecha con los datos de campo y de imágenes satelitales, definiendo en un informe las características de cada unidad final. Así mismo, se ingresó la información de los movimientos capturados en formato inventario a la plataforma del SIMMA con el registro fotográfico respectivo. En la Figura- 3 se presenta la página principal de la plataforma.

Figura- 3. Plataforma del Sistema de Información de Movimientos en Masa- SIMMA del Servicio Geológico Colombiano-SGC



Fuente: <http://zafiro.ingeminas.gov.co/simma/default.aspx> fecha de consulta: 25 de diciembre

3 MARCO CONCEPTUAL

3.1 CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA:

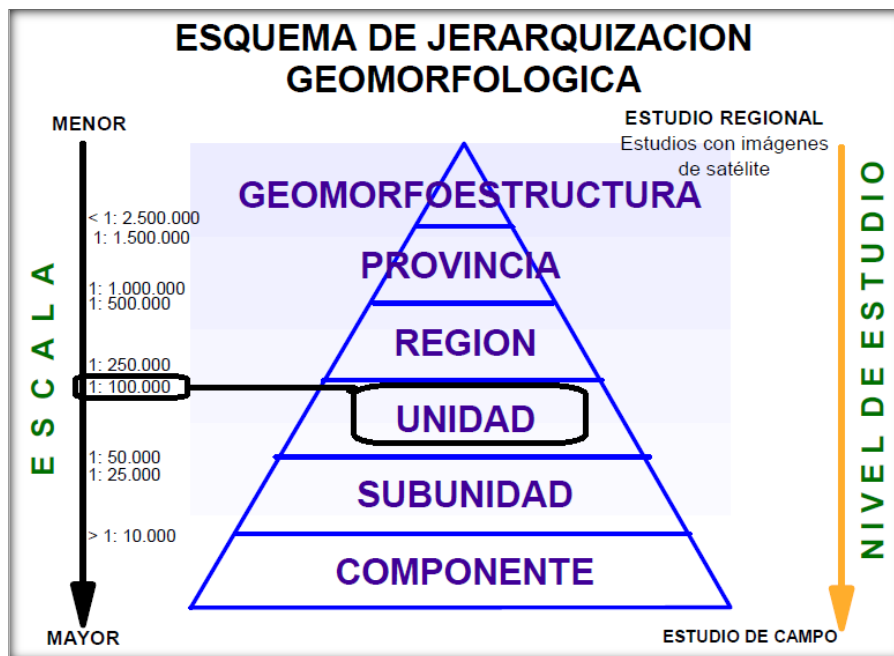
Para la obtención de información que conllevo a definir unidades geomorfológicas a escala 1:100.000, se hizo siguiendo los lineamientos presentes en: “Documento metodológico de la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimientos en masa, escala 1:100000. Versión 2” y la “Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza, escala 1:100.000”, documentos de referencia provistos por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) del año 2013 y 2012 respectivamente. En cuanto a las características de las unidades se usó el Anexo A: Glosario de Unidades y Subunidades Geomorfológicas Versión 2 SGC (2013). ANEXO F.

El análisis geomorfológico se hizo partiendo desde observaciones regionales hasta llegar a observaciones locales (Carvajal 2008 en SGC 2012), es decir, mediante jerarquización geomorfológica adoptada por INGEOMINAS (2002). Para la información capturada en esta escala se definen unidades geomorfológicas. La Figura- 4 es un esquema de jerarquización geomorfológica en donde se indica que para la escala 1:100.000 corresponden unidades geomorfológicas, este es tomado de SGC (2012).

- **Región Geomorfológica (Escala 1:250.000 A 1:500.000)** Involucra las geoformas relacionadas a la génesis de los paisajes, definidas por un marco de ambiente morfogenético definido y afectada por procesos dinámicos parecidos. Aquí se pueden agrupar áreas equivalentes a vertientes que estén contenidas dentro de una provincia geomorfológica y que representen un ambiente morfogenético particular con condiciones climáticas homogéneas.

- **Unidades geomorfológicas (Escala 1:50.000 a 1:100.000):** definidas como una geoforma individual genéticamente homogénea, generada por un proceso geomórfico constructivo o destructivo de un ambiente geomorfológico particular. Corresponde a los elementos básicos que componen un paisaje o modelo geomorfológico, los cuales están definidos con criterios genéticos, morfológicos y geométricos. (...) (SGC 2012)

Figura- 4. Esquema modificado de jerarquización geomorfológica



Fuente: Carvajal 2008 en Servicio Geológico Colombiano (SGC) 2012

Se fundamenta el análisis básicamente en la génesis geológica de las geoformas individuales genéticamente homogéneas y ambiente morfodinámico dominante, formadas en un ambiente geomorfológico particular. En el área de estudio se observan los siguientes ambientes geomorfológicos:

- **Ambiente morfogenético:** Agrupa condiciones físicas, químicas, bióticas y climáticas bajo las cuales se formaron las geoformas. Se determina con base en la expresión e interpretación de los procesos geomorfológicos registrados en el terreno, que dieron lugar a la formación, evolución y modificación de las geoformas. Los ambientes morfogenéticos presentes en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM son:

-Ambiente morfoestructural: corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos. Incluye el ambiente neotectónico (Geoformas originadas por la actividad tectónica activa y que se ha prolongado durante el Cuaternario).

-Ambiente denudacional: determinado por la actividad de procesos de meteorización, y predominantemente de procesos erosivos hídricos y de fenómenos de transposición o de remoción en masa actuantes sobre geoformas pre-existentes.

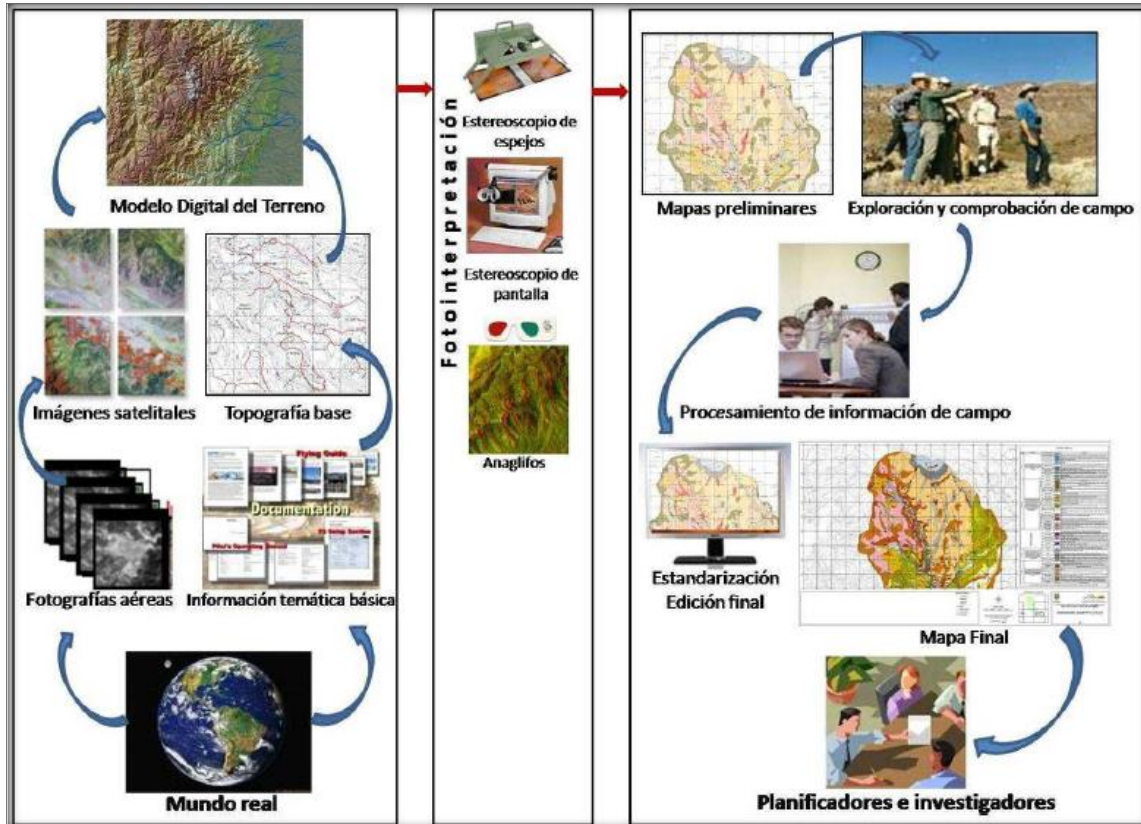
-Ambiente fluvial: corresponde a las geoformas generadas por los procesos relacionados con la actividad fluvial. (...) (SGC 2012)

En el proceso de consecución de información geomorfológica se caracterizan las unidades geomorfológicas a partir de atributos Morfológicos y Morfométricos observados en campo y mediante imágenes satelitales, es decir, sus parámetros principales descritos en la estandarización de los elementos componentes del terreno (Carvajal 2008 –Padilla y otros 2001 en MPA de SGC 2012)

Utilizando estos insumos se buscaron áreas con más susceptibilidad a inestabilidad del terreno, esta información fue procesada y se obtuvieron modelos digitales del terreno, la Figura- 5 muestra un esquema del proceso metodológico para la elaboración de un mapa geomorfológico, en tres columnas secuenciales; de las dos primeras resulta un mapa preliminar de unidades geomorfológicas, la columna de la derecha contiene la fase que contempló este trabajo, que empieza a partir del mapa preliminar elaborado por especialistas en imágenes de radar y teledetección, vinculados al proyecto de zonificación que sirvió de base a la posterior etapa de campo donde se hace control, caracterización de las unidades propuestas en el mapa preliminar y termina con la elaboración del mapa geomorfológico final.

Los ambientes geomorfológicos se valoraron a través de atributos cuantificables en cuanto a la susceptibilidad y predisposición a generar movimientos en masa. Esto permitió disminuir la subjetividad de las conclusiones. En este documento no se va a calificar la susceptibilidad, simplemente, se va a definir cualitativamente los atributos de morfología y morfodinámica.

Figura- 5. Esquema de proceso metodológico para la elaboración de un Mapa Geomorfológico



Fuente: Mendivelso 2009 en Ingeominas (2012)

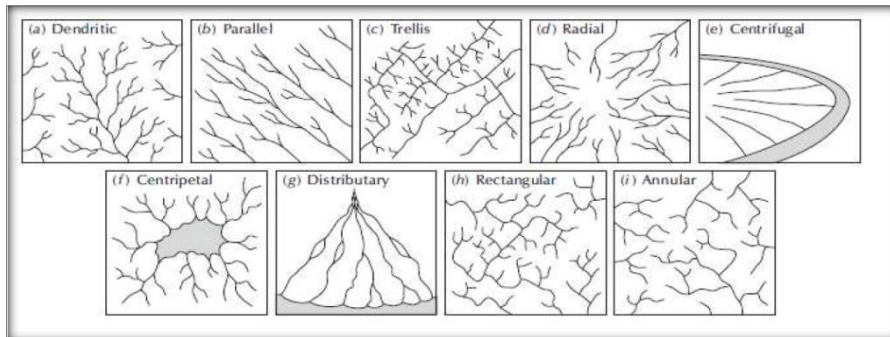
Los parámetros principales evaluados en la estandarización de los elementos componentes del terreno (Carvajal 2008 –Padilla y otros 2001 citado de Ingeominas 2012) se describen a continuación, ya que son necesarios para la recolección de datos para cartografía geomorfológica contenidos en el formato Tabla de Recolección de Datos de Morfometría para Cartografía Geomorfológica UIS (2013) y se encuentran definidos en INGEOMINAS (2012) así:

- **Contraste de relieve o relieve relativo: [índice de relieve]** Hace referencia a la diferencia de altitud de la geoforma entre la parte más alta y más baja de ésta, independiente de la altura absoluta o el nivel del

mar. Es un atributo que indica la energía potencial de un sistema de drenaje y los materiales constitutivos de la geoforma.

- **Inclinación de la ladera:** Es el ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal. La inclinación de la ladera está relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de movimientos en masa.
- **Longitud de la ladera:** es un indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geoformas; puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de los procesos morfodinámicos.
- **Forma de la ladera:** Refleja la homogeneidad en la resistencia de los materiales, y la presencia o control de estructuras geológicas. También condiciona los tipos de movimientos en masa que pueden desarrollarse en una ladera. Es común relacionar movimientos rotacionales a pendientes cóncavas y convexas y movimientos planares a pendientes rectas controladas estructuralmente o movimientos complejos a pendientes irregulares
- **Patrón de drenaje:** Es la distribución de todos los canales de drenajes superficiales en un área que esté ocupada o no por aguas permanentes. El patrón de drenaje está controlado por la inclinación del terreno, tipo y estructura geológica de la roca subyacente, densidad de vegetación y las condiciones climáticas. En la Figura- 6 se observan los patrones de drenaje que son controlados por la estructura y la pendiente del terreno, que se tuvieron en cuenta para la recolección de información morfológica.

Figura- 6. Patrón de drenaje controlado por estructura o pendiente



Fuente: Huggett, 2007 en Servicio Geológico Colombiano (SGC) 2012

- Forma de crestas y valles.** Las divergencias entre las formas características que presenta el relieve se considera como un parámetro de agrupamiento establecido en la apariencia superficial de la geoforma. En la Tabla 1 se presentan las formas de crestas y valles que pueden llegar a observarse en campo; crestas agudas de cimas bien definidas con laderas de pendientes abruptas, contrastan con cimas anchas de laderas de pendiente inclinada; conjuntamente la presencia de valles con una forma definida y crestas alineadas que describen una orientación típica, sugieren un tipo de control estructural o de competencia de los materiales que recubren la geoforma. Este parámetro adquiere relevancia en las observaciones realizadas en campo para la caracterización de unidades geomorfológicas a escalas detalladas y escalas medias.

Tabla 1. Forma de creta y valles

Forma de Cresta	Forma de Valle
Aguda	Artesa
Redondeada	Forma de V
Convexa amplia	Forma de U

Convexa Plana	
Plana	
Plana disectada	

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC) 2012

- **Morfogenésis:** Implica la definición del origen de las formas del terreno, es decir, las causas y procesos que dieron la forma al paisaje. El origen del paisaje depende de los procesos endogenéticos y la modificación de los agentes exogenéticos (agua, viento, hielo), que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades, y durante intervalos de tiempos geológicos, modelando el terreno.
- **Morfoestructura y Litología:** indica el modelaje del relieve, según composición, disposición y dinámica interna de la tierra. La morfoestructura incide en el modelaje del paisaje según: Condición pasiva que analiza las formas resultantes de los procesos o deformaciones tectónicas (activas o inactivas) expresadas en el relieve de la superficie terrestre, con dimensiones y configuraciones variables; y la condición activa que corresponde a los procesos morfogenéticos endógenos asociados tanto a la deformación y al fracturamiento tectónica.
- **Morfodinámica:** La morfodinámica es la parte de la geomorfología que trata de los procesos geodinámicos externos (principalmente denudativos), tanto antiguos como recientes que han modelado y continúan modelando el relieve y son los responsables del estado actual de las geoformas o Unidades de terreno. (...)

3.2 CAPTURA DE MOVIMIENTOS EN MASA

Para la consecución de información morfodinámica se realizó la captura de información como se describe en el documento Movimientos en masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (PMA:GCA).

Un inventario de movimientos en masa es un registro ordenado de la localización y las características individuales de una serie de movimientos ocurridos en un área dada. Sin embargo, las características a registrar en el inventario dependen del interés para el cual este se realice y hasta el momento no se cuenta con un esquema unificado del mismo. PMA:GCA (2007).

Para movimientos en masa el Grupo de Estándares para movimientos en Masa (GEMMA) propone el formulario para inventario.

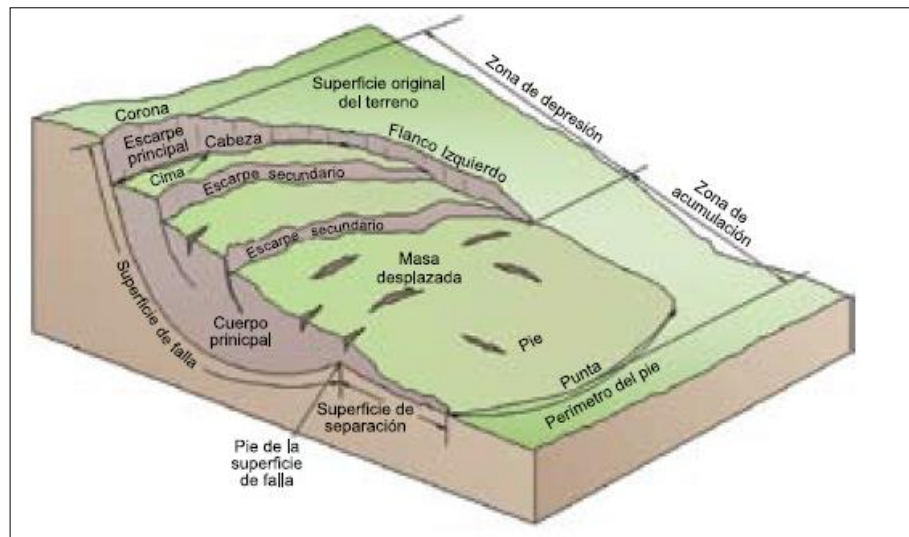
El formulario que se propone es un instrumento para la recolección sistemática de información básica de un movimiento en masa, parte de la cual se debe recopilar en campo y otra posiblemente requiera trabajo de oficina. En ocasiones, sin embargo, todo el formulario podría completarse a partir de información documental disponible.

No obstante la ambición de contar con una información completa y precisa sobre todos los aspectos involucrados en un movimiento en masa, es de advertir que el modelo de inventario propuesto no es en sí mismo un estudio detallado de estos aspectos, sino la compilación de datos básicos para localizar en el espacio y el tiempo, un conjunto de movimiento en masa y sintetizar sus rasgos más característicos de acuerdo con atributos de tipo geológico, geomorfológico, geotécnico y de efectos causados.

Con ello se pretende contribuir a la construcción de una base de datos confiable para la evaluación de la amenaza y riesgo, ya que usualmente la ausencia de estos datos suele ser crítica, particularmente cuando la intención es zonificar la amenaza y riesgo por movimientos en masa. (...) PMA: GCA (2007).

Se recomienda también conocer los nombres de las partes de un movimiento para efecto de convencionalidad en la lectura (ver Figura- 7)

Figura- 7. Diagrama de Bloque de un deslizamiento (PMA: GCA, 2007)



Fuente: PMA: GCA (2007)

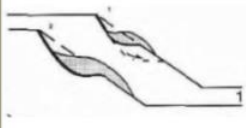
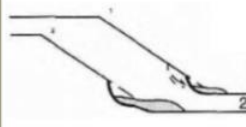




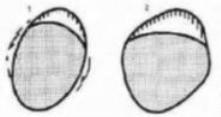
El Formato de captura de información contiene catorce (14) pasos, que debe ser diligenciado totalmente, los datos pueden ser provistos por fuentes secundarias, pero idealmente debe ser capturada en campo.

1. Encabezado: Para el encabezado se debe diligenciar los siguientes datos:

- Nombre del encuestador En este espacio se pone el nombre de la persona que recoge la información. En el caso de este proyecto, al subir la información al SIMMA el encuestador aparece por defecto como UIS.
 - Fecha: Corresponde a la fecha en que se diligencia el formulario
 - Institución: Se trata de la institución que administra los datos, en el caso de este convenio es la UIS
 - Código del evento: Es el código de registro secuencial del SIMMA, antes de subir la información a la plataforma se usó una codificación particular p. ej: UIS_119_001 que corresponde con la sigla de la institución que administra los datos, el número del área de trabajo y un numero de secuencia de captura de información.
2. Localización geográfica y documental del evento: comprende la localización general y detallada del lugar de ocurrencia del evento:
- División política: Se diligencia el nombre del país, Localidad, la cual puede corresponder a un barrio en el caso de una ciudad o de una vereda en el caso de una zona rural.
 - Sitio: Se indica el sitio del movimiento en masa que corresponde con las coordenadas de la Corona o pata del movimiento.
Las coordenadas del sitio deben darse en términos de grados, minutos y segundos (o, ', ") indicando el tipo de proyección geográfica empleada, ya que así se ingresan los datos al SIMMA. Sin embargo, para el diligenciamiento de campo se utilizan coordenadas planas Norte y Este. En estos casos debe indicarse el origen.
 - Referentes geográficos: se debe indicar algún accidente geográfico cercano o del mismo lugar de ocurrencia del evento, que permita localizar el movimiento
 - Documentación: La información solicitada en este caso, corresponde a mapas, planchas y fotografías aéreas en donde se puede localizar el evento.

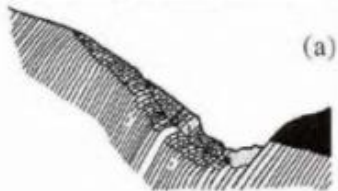
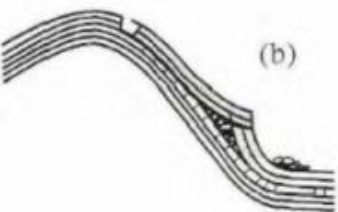
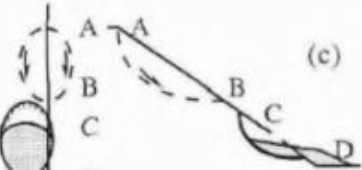

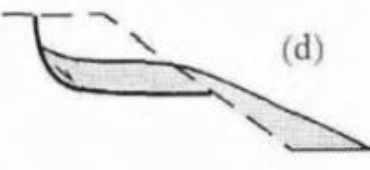
3. Actividad del movimiento: comprende los siguientes aspectos:
 - Fechas de ocurrencia: Se debe registrar la fecha conocida (o estimada) del primer movimiento y continuar hasta la fecha más reciente para el caso de reactivaciones. Se registra día (DD), mes (MM) o año (AA).
 - Actividad corresponden al Estado, Estilo y Distribución del movimiento según Cruden y Varnes (1996). Figura- 8 y Figura- 9
4. Litología y estratigrafía: este numeral contiene los siguientes campos:
5. Descripción: Es una breve descripción de la litología y estratigrafía del área que conforma la ladera sobre la que ocurrió el movimiento. Se recomienda incluir origen de la roca (sedimentaria, ígnea, metamórfica), edad, formación, descripción litológica y estratigráfica. En las líneas correspondientes se debe escribir el tipo de estructura como los planos estratigráficos, las diaclasas, los planos de foliación y los planos de falla con su orientación de la misma en términos de dirección de buzamiento (DB) y buzamiento (BZ). Igualmente, para cada estructura se debe señalar con una X el rango de espaciamiento de los planos en metros.
6. Clasificación del movimiento: los datos capturados deben ser suficientes para definir el movimiento según Cruden y Varnes (1996) como se ve en la Figura- 10 para el diligenciamiento de este campo se recomienda antes de darle nombre al movimiento se debe analizar cuidadosamente toda la información del formulario.

Figura- 8. Distribución de la actividad de movimientos en masa.

Distribución	Característica	
Progresivo o avanzado:	Superficie de ruptura se extiende en la dirección del movimiento.	
Retrogresivo o regresivo:	superficie de ruptura se extiende en la dirección opuesta.	
Creciente. Extensivo o en aumento (En otras comunidades técnico científicas).	la superficie del movimiento se extiende en una o mas direcciones.	
Decreciente:	el volumen del material desplazado disminuye con el tiempo.	
Confinado:	Existe escarpe pero no una visible superficie de ruptura.	
En movimiento o móvil:	el material desplazado continua su movimiento sin cambio visible alguno en la superficie de ruptura y en el volumen desplazado.	
Ensanchamiento o crecimiento transversal:	la superficie de ruptura se extiende hacia uno o ambos flancos del movimiento.	

Fuente: PMA: GCA (2007)



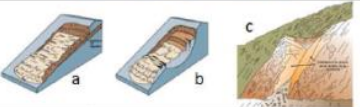
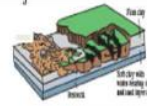
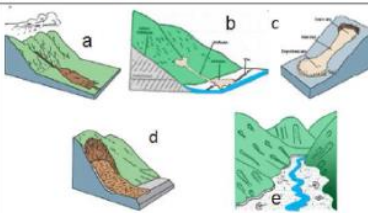

Figura- 9. Tipos de Estilo de la actividad de movimientos en masa

Tipo	Característica	
Complejo:	Presentan por lo menos dos tipos de movimiento a manera de secuencia (desprendimiento, vuelco, deslizamiento, flujo o expansión).	
Compuesto:	Presenta por lo menos dos tipos de movimiento en diferentes partes de la masa desplazada de manera simultanea.	
Sucesivo:	Son del mismo tipo que el anterior, pero no involucran el mismo material desplazado o la superficie de ruptura.	
Múltiple:	Presentan un desarrollo repetitivo del mismo tipo de movimiento.	
Único. Solitario o individual Extensivo o en aumento (En otras comunidades técnico científicas).	Involucran un solo desplazamiento o movimiento de material.	

Fuente: PMA: GCA (2007)

- Tipo de movimiento: Hay siete (7) tipos de movimientos con dos opciones para marcar en cada uno, en algunos casos un evento de movimiento en masa suele involucrar más de un tipo de mecanismo. En las casillas bajo la opción número 1 se debe indicar el primer tipo de movimiento que ocurrió y en las que están bajo la opción número 2, el movimiento que siguió a éste.
- Material: en este espacio hay opciones para definir el tipo (Roca, Detritos y Tierra), la humedad (La humedad del material hace referencia a la masa total de material involucrado en el movimiento, se determina en campo según los criterios de la Figura- 12), plasticidad (se define de acuerdo al comportamiento de una muestra del material al tratar de moldearla manualmente como se ve en la Figura- 13) y origen del material (donde ocurrió la falla, en caso de que se tengan suelos de diferentes orígenes. En el caso de suelos sedimentarios, indicar el tipo de depósito (aluvial, lacustre, marino, eólico, glacial, etc.)).
- Velocidad: Se estima una velocidad de acuerdo a los valores promedio que aparecen opcionales en el formato, según el tipo de movimiento.

Figura- 10. Clasificación tipo y subtipo de movimiento.

Tipo	Subtipo	Esquema
Caídas	Caída de rocas (detritos o suelo)	
Volcamiento	Volcamiento de roca (Bloque). Volcamiento Flexural de roca o del macizo rocoso	
Deslizamiento roca o suelo	Deslizamiento traslacional (a) Deslizamiento rotacional (b) Deslizamiento en cuña (c)	
Propagación lateral	Propagación lateral lenta Propagación lateral por licuación (rápida)	
Flujo	Flujo de detritos (a) Crecida de detritos Flujo de lodo (b) Flujo de tierra (c) Flujo de turba Avalancha de detritos (d) Avalancha de rocas (e) Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (arena, limo, detritos, roca fracturada)	
Reptación	Reptación de suelos (a) Solifluxión (b) Gelifluxión (en permafrost)	

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC) 2012

Figura- 11. Escala de Velocidades

Clases de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	5×10^3	5 m/s
6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min
5	Rápido	5×10^{-1}	1,8 m/h
4	Moderada	5×10^{-3}	13 m/mes
3	Lenta	5×10^{-5}	1,6 m/año
2	Muy lenta	5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lenta		

Fuente: Servicio Geológico Colombiano (SGC) 2012

7. Morfometría

- General: Se refiere a las características geométricas generales de la ladera una vez ocurrida la falla como la dirección del movimiento y el azimut del talud en azimut de la dirección de buzamiento.
- Dimensiones: Consiste en medir las dimensiones del deslizamiento Figura-14
- Deformación del terreno: Este aspecto se diligencia para movimientos de tipo deslizamiento rotacional, traslacional, propagación lateral, reptación y deformación gravitacional profunda en el caso de que haya deformación del terreno debido al movimiento apreciable en la superficie en forma de ondulaciones, escalonamientos u otro, en cualquier caso se le asigna un nivel de severidad Leve (se persive a simple vista), medio (árboles o cercas inclinadas y agrietamientos) y severo (fuerte afectación).
- Geoforma: Se debe poner el nombre de la geoforma afectada por el movimiento según los estándares de geomorfología.

Figura- 12. Criterios para determinar la Humedad cualitativa de un material en campo

Humedad	Criterio
Seco	Material sin rastros agua
Ligeramente húmedo	Material con rastros de agua pero difícil de visualizar o sentir al tacto
Húmedo	Material húmedo al tacto
Muy húmedo	El agua aflora en superficie cuando una muestra del material se exprime con una ligera presión de las manos, o se pisa fuertemente sobre el terreno
Mojado	Material lodoso con comportamiento como el de un líquido.

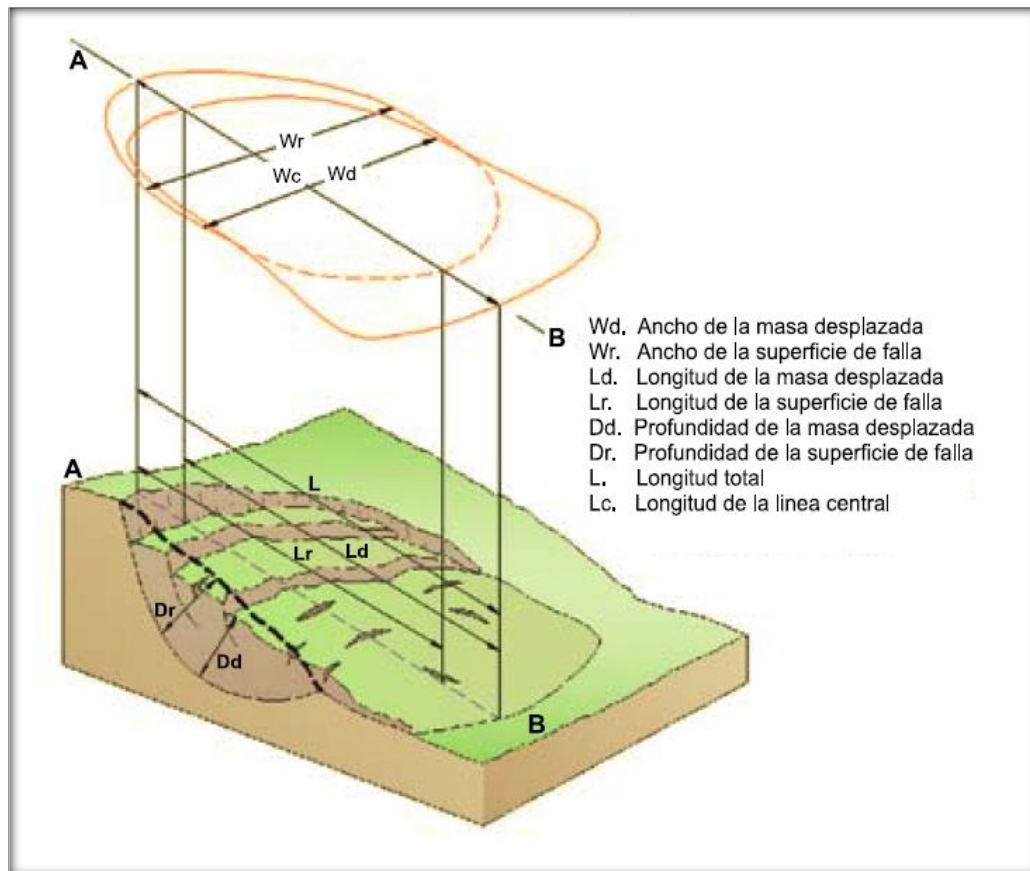
Fuente: GEMMA (Jacobo O. M 2006)

Figura- 13. Criterios para estimar cualitativamente la plasticidad de un material

Plasticidad	Descripción del material
Alta	Arcillas inorgánicas de apariencia grasosa, limos inorgánicos
Media	Arcillas magras, limos
Baja	Arcillas inorgánicas, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca con algún contenido de arcillas o limos, arenas finas arcillosas o limosas, limos arcillosos
No plástico	Gravas, Arenas, polvo de roca, suelos gravosos o arenosos con muy bajo contenido de finos

Fuente: GEMMA (Jacobo O. M 2006)

Figura- 14. Dimensiones de un deslizamiento



Fuente: PMA: GCA (2006)

8. Causas del Movimiento: Para las causas del movimiento el formato presenta varias opciones que pueden detonantes o contribuyentes al movimiento o también causas inherentes al material
9. Cobertura y uso del suelo: los tipos de cobertura y uso del suelo están enlistados y frente a ellos hay espacio para asignarles un porcentaje que suma 100% para uso y 100% para cobertura.
10. Importancia del evento: se trata de una apreciación subjetiva de la severidad de los efectos observados causados por el movimiento en masa. Y puede ser Alta, Media o Baja.

11. Daños: los daños que se pueden presentar están plasmados en el formato en términos de Población, Infraestructura, Actividades económicas y Daños ambientales.
12. Notas y apreciación del riesgo: el campo de notas permite al encuestador complementar o aclarar algún aspecto que considere de interés y en cuanto a la apreciación del riesgo, es un concepto general del riesgo que representa el movimiento, aquí puede estimar de forma cualitativa posibles daños inferidos o describir alguna medida de prevención o mitigación recomendadas.
13. Esquema: Consiste en un dibujo de planta y otro de perfil del movimiento detallando características propias del evento.
14. Registro fotográfico: captura de imágenes relevantes del movimiento. Se recomienda hacer una captura panorámica y otra de detalle.

4 GENERALIDADES DEL AREA DE ESTUDIO

El área comprendida por la Plancha 119 Barrancabermeja Valle Medio del Magdalena (VMM) constituye una depresión intramontana que limita al oriente con la cordillera oriental y al occidente con la cordillera central. En términos generales se caracteriza por presentar unidades denudacionales, estructurales y fluviales de relieve bajo, con una densa red hidrográfica y altos patrones de meteorización e intensa erosión. Los movimientos en masa no son numerosos y son movimientos de tipo reptación y deslizamientos, predominantemente.

Los principales usos del suelo están enfocados a la ganadería, agricultura y actividad industrial, contando con el complejo petrolero de Barrancabermeja y el complejo agroindustrial de producción de aceite de palma en Sabana de Torres-Puerto Wilches.

Políticamente, encontramos el límite entre Yondó (Antioquia) y Barrancabermeja (Santander). Entre Barrancabermeja y San Vicente de Chucuri suman 332.000 habitantes siendo la segunda y séptima ciudades con mayor densidad demográfica (DANE 2011), Yondó tiene una baja densidad demográfica y una altura promedio de 80 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 28°C (fuente Atlas regional Andino IGAC). El casco urbano de Barrancabermeja es la mayor expresión antropogénica y está situado sobre una llanura aluvial del Río Magdalena.

La expresión morfológica y la génesis de la zona de estudio está definida fundamentalmente por tres ambientes básicos: Ambiente morfoestructural, Ambiente denudacional y Ambiente Fluvial. Actualmente, la erosión es el principal agente que modela el área.

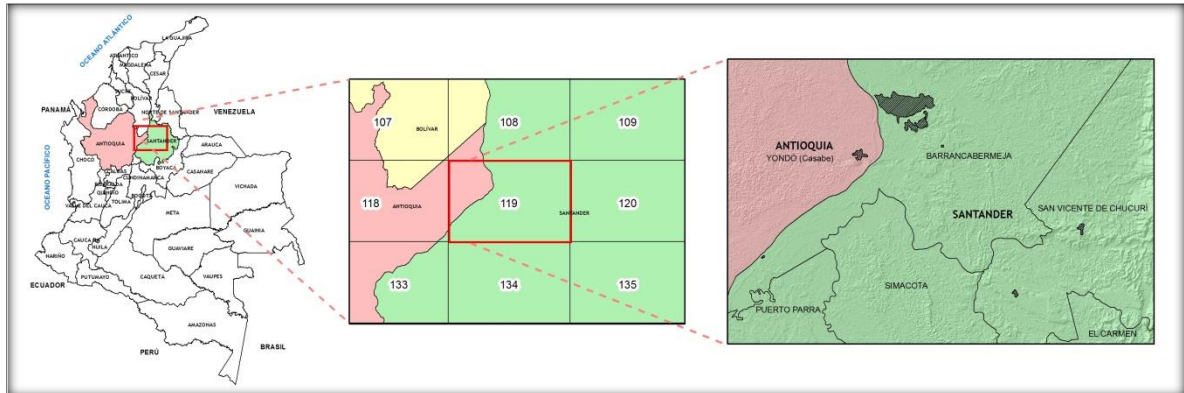
4.1 LOCALIZACIÓN

La Plancha 119 Barrancabermeja VMM comprende 2400 km², encuadrándose el sector del Valle Medio del Río Magdalena, en la vertiente occidental de la cordillera oriental y comprende su piedemonte.

Abarca las coordenadas en Datum Magna Sirgas origen central de X: 1000000-1060000 y Y: 1240000-1280000, es atravesada por la principal arteria nacional que es el Río Magdalena y define el límite entre el departamento de Antioquia y el departamento de Santander. Tiene como principales zonas urbanas al municipio de Barrancabermeja, Corregimiento de Yarima y la vereda Albania (San Vicente de Chucuri) en el departamento de Santander y el Municipio de Yondó (Casabe) en el departamento de Antioquia. Con algunas zonas rurales del norte de los municipios de Carmen de Chucuri, Simacota y Puerto Parra. En la Figura- 15 se

enmarca el área de estudio en su contexto político nacional, departamental y municipal.

Figura- 15 Esquema de localización del área de estudio (Plancha 119 Barrancabermeja VMM), en el contexto político colombiano.



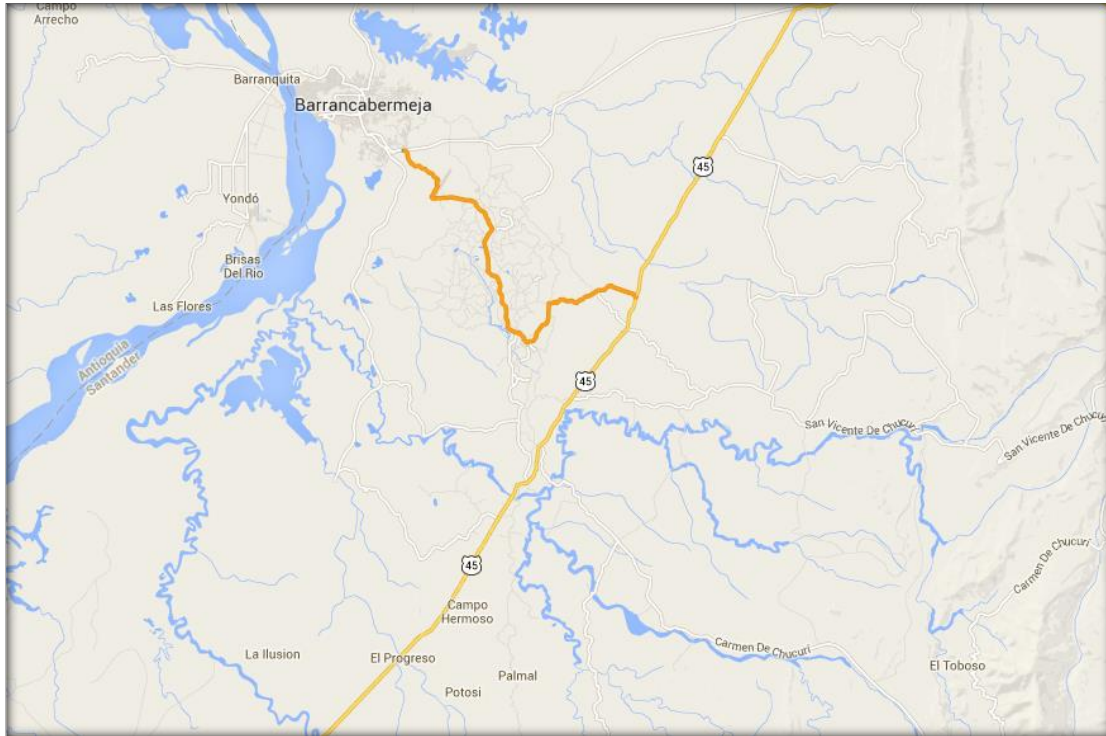
Fuente: UIS (2013)

4.2 VIAS DE ACCESO

La Figura- 16 presenta las principales vías de penetración al área de estudio; se puede acceder por la ruta nacional número 45, conocida como la Ruta del Sol, este corredor vial atraviesa toda el área de estudio de norte a sur. Se encuentra también, la ruta 66 para entrar al casco urbano de Barrancabermeja, y otra vía al sur que conduce a la vereda el Centro de este municipio. Así mismo se encuentran vías que desvían al sector este de la ruta 45, como la vía a San Vicente de Chucuri y la vía al Carmen de Chucuri.

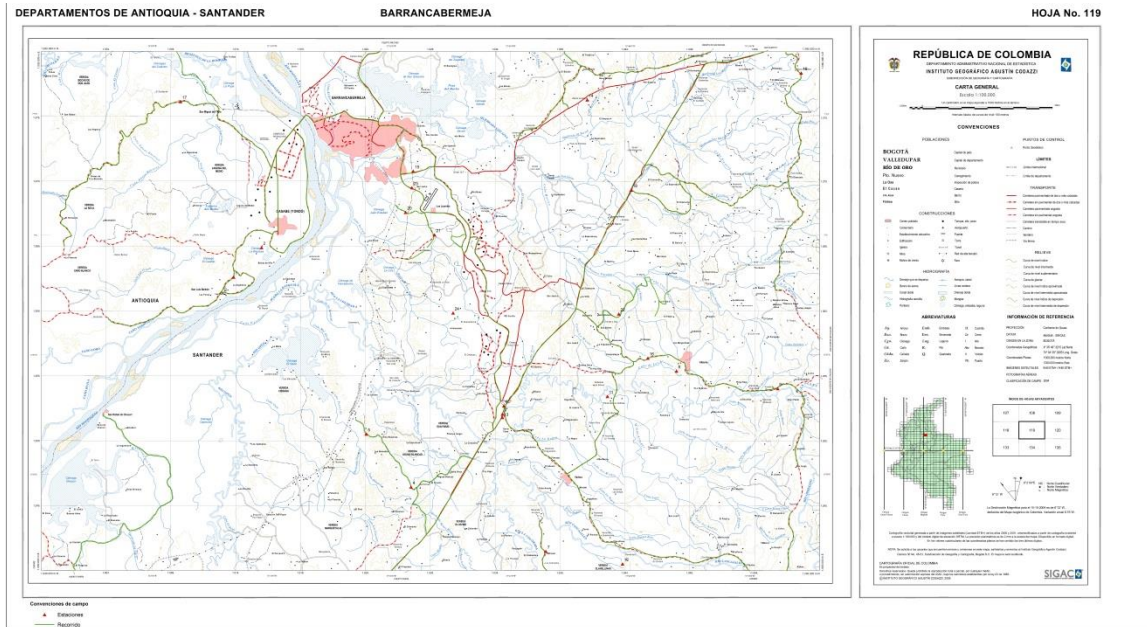
Del mismo modo, hay vías interveredales en bueno, regular y mal estado, trochas y senderos. En la Figura- 17 se observan algunas vías de acceso en el área de estudio y el recorrido realizado.

Figura- 16. Esquema de las vías principales que comunican a Bucaramanga con la Plancha 119 Barrancabermeja en el Valle Medio del Magdalena.



Fuente: Tomado de <https://maps.google.com/maps?q=barrancabermeja+mapa&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x8e42eb565082592d:0x389bd9d7d0181840,Barrancabermeja,+Santander&gl=co&ei=RBi7Uo7HlsyskAeokIGABQ&ved=0CC4Q8gEwAA>. Fecha de Consulta: 25 de diciembre de 2013

Figura- 17. Vías de acceso y recorrido realizado por la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.



Fuente: IGAC 2005

4.3 CLIMA Y SUELOS

El clima también es modelador de la superficie terrestre Arias J. A (2007). Así mismo las plantas y los organismos inciden en la alteración química y física del suelo. La precipitación define la humedad; cuando es mínima, se tiene un clima árido a semiárido como es el caso del área de estudio.

La temperatura tiene gran influencia en las reacciones del suelo, sobre el tipo y la cantidad de vegetación de un área, así como en la materia orgánica.

El clima es uniforme en el área del Valle del Magdalena es cálido con temperatura promedio del orden de 29° C y lluvias abundantes hasta de 3,800 mm anuales. Hacia el extremo oriental de la zona de estudio se insinúa el flanco occidental de la Cordillera Oriental, donde disminuye ligeramente la temperatura y las precipitaciones se sitúan entre los 1,500 y los 2,000 mm anuales.

El relieve corresponde con un área de valle, pie de monte y estribaciones de la cordillera oriental. El cambio de relieve modifica las relaciones de humedad del suelo, controla el grado de escorrentía y la remoción del suelo, el grado de erosión y la incidencia de rayos solares; por ello en cuanto al relieve se espera que hacia las partes más altas, se encuentre una mayor exposición al viento, erosión y escasa vegetación. También, las áreas con pendientes escarpadas presentan inestabilidad edáfica. Así mismo, en zonas de piedemonte o de acumulación de pedimentos, en donde el relieve es menos inclinado, presenta suelos más profundos, estables y húmedos. Finalmente, hacia el pie aluvial, es decir, en terrenos planos suavemente ondulados, se favorece la formación de suelos profundos y estables. Para mejor comprensión de estas características se elabora unas generalidades conceptuales de suelos en el ANEXO G.

Para la identificación de las principales características y cualidades de los suelos contenidos en la plancha 119, se tomó en cuenta los Estudios Generales de Suelos a escala 1:100.000 de los departamentos de Santander (IGAC, 2003) y Antioquia (IGAC, 2007), este trabajo fue realizado por el grupo temático especialista en suelos vinculados al proyecto de zonificación por amenaza relativa por movimientos en masa, quienes agrupan un total de 31 unidades cartográficas de suelos (UCS), que se distribuyen entre los paisajes de montaña con 16% (5 unidades), 19% (6 unidades) en lomerío, piedemonte con 10% (3 unidades), planicie con 22,6% (7 unidades) y valle aluvial con 6,4% (2 unidades) y las zonas urbanizadas con 26% (8 unidades). Todas estas unidades se extienden sobre el piso climático cálido muy húmedo y húmedo respectivamente, condiciones que inciden en las características y cualidades de los suelos.

Taxonómicamente en esta plancha, predominan suelos pertenecientes a los órdenes Entisoles, Inceptisoles y Molisoles, en menor grado se encuentran los Vertisoles y Oxisoles, los cuales tienen un desarrollo pedogenético que varía de

bajo a alto, que se relacionan con la predominancia de geoformas de baja estabilidad, correspondientes a las vertientes y laderas de montaña y lomeríos. La topografía varía entre ligeramente inclinada, moderada y fuertemente escarpada con pendientes superiores al 50%, y con procesos erosivos localizados entre ligeros y severos.

Los suelos se han derivado de materiales parentales de origen sedimentario, ígneo y metamórfico. Se caracterizan por la variabilidad en su drenaje natural, entre excesivos a muy pobremente drenados; son muy superficiales hasta profundos; de reacción (pH) fuertemente a extremadamente ácida y fertilidad baja en las zonas húmedas y muy húmedas. En la montaña, las texturas varían entre moderadamente finas (FAr, FArA, FArL) y finas (Ar, ArL, ArA) esqueléticos y fragmentales, con algunos sectores moderadamente gruesos (FA) y de texturas medias (F, FL, L). En los lomeríos, se presentan texturas finas, medias y gruesas (A, AF), en matriz esquelética y fragmental. En los relieves de acumulación correspondientes a valles aluviales, vallecitos y abanicos dominan texturas finas y moderadamente finas en matriz esquelética y fragmental.

La composición mineralógica de los suelos está dominada por arcillas de tipo caolinita y montmorillonita, en menor proporción se encuentran la vermiculita y muscovita.

4.4 ANTECEDENTES

4.4.1 Base de datos de movimientos en masa:

La localización en el espacio al igual que la caracterización de los diferentes tipos de movimientos en masa en un territorio, resulta ser un insumo de gran importancia en la identificación tanto de la susceptibilidad del terreno como en el

conocimiento de la amenaza de este tipo de fenómenos, el nivel de influencia antropogénica y la incidencia en el medio humano (daños en la infraestructura y la propiedad, afectación económica y social, pérdida de vidas).

En este informe se presentan los elementos que conforman el catálogo histórico de los movimientos en masa para la plancha de estudio. Esta base de datos presenta puntos geográficos de movimientos en masa ocurridos en un rango de tiempo de 1920-2012, pero no registra sus características, ya que estas no fueron consignadas.

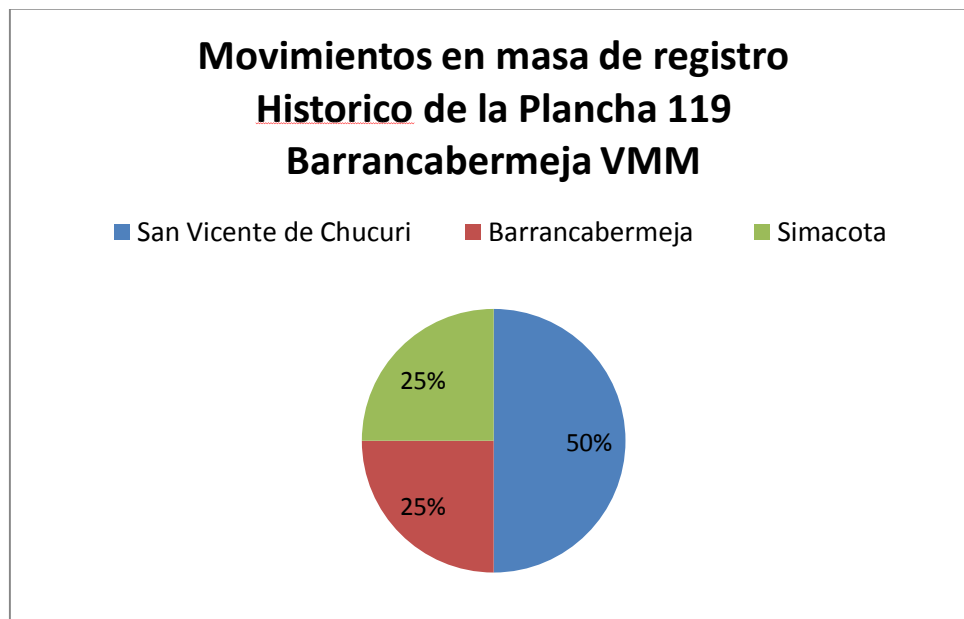
Para la elaboración de la base de datos de inventario y catálogo se tuvieron en cuenta directrices establecidas por el Servicio Geológico Colombiano (2013), estos datos no se tienen en cuenta para evitar generar registros ya existentes.

Se consultó fuentes de información como corporaciones regionales, informes de emergencia, Planes de Ordenamiento Territorial (POT), Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) y Esquemas de ordenamiento Territorial (EOT's) de Barrancabermeja, Yondó, Yarima, San Vicente de Chucuri, en donde registran amenazas por inundación generalmente, pero no hacen consignas en donde describan algún tipo de amenaza por erosión y/o movimientos en masa.

La Plancha 119 Barrancabermeja VMM tiene en la base de datos del Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA), reportados movimientos en masa de tipo deslizamiento en captura Catálogo Histórico; desde 1966 hasta el 2012, para los municipios de Barrancabermeja, San Vicente de Chucuri y Simacota en Santander, y para el municipio de Yondó en el departamento de Antioquia. Para el municipio de Barrancabermeja se encontraron 37 registros históricos, San Vicente de Chucuri 40, Simacota tiene 6 y Yondó (Antioquia) tiene un solo registro histórico de tipo Catálogo. Cada registro corresponde con un movimiento en masa,

los registros muestran, como en el mismo sitio geográfico en donde ya había ocurrido algún movimiento en masa, reinciden en otro momento de la historia. Todos estos movimientos en masa fueron registrados de tipo deslizamiento, no hay claridad acerca de ¿qué factores? y ¿qué afectación se produjo? No todos los movimientos en masa registrados para estos municipios quedan dentro del perímetro de estudio. En donde solo hay nueve movimientos en masa distribuidos en los municipios en mención, como se ve en la Figura- 18, el 50% se dan en San Vicente de Chucuri, 25% en Simacota y 25% en Barrancabermeja. Ver la Tabla 16 y Tabla 17 de los ANEXO D y ANEXO E

Figura- 18. Movimientos en Masa de registro histórico en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

4.4.2 Estudios geomorfológicos preliminares:

En cuanto a estudios específicos para el área de estudio no registran información precisa de la geomorfología, en los documentos de POT, PBOT y EOT. Hay

algunos estudios de geoformas aluviales a lo largo del cauce activo del Río Magdalena que no son representativas a la escala de trabajo, ya que son más detalladas.

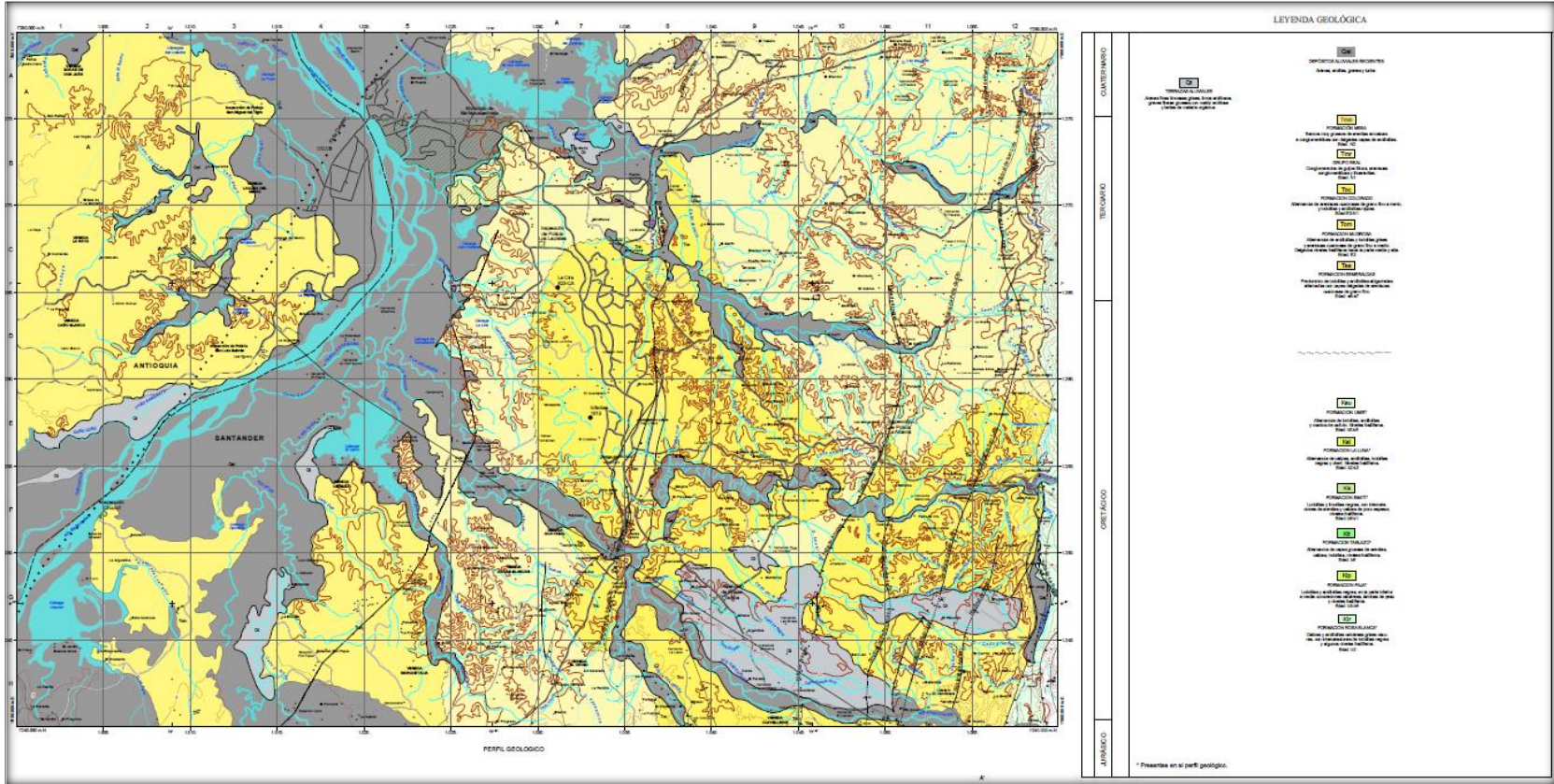
5 CONTEXTO GEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Según Gómez L. et al (2008) están presentes en esta zona como unidades aflorantes: la Formación Umir (Ksu) del cretácico superior y la Formación Mugrosa (Tom), Colorado (Toc) y Grupo Real (Tmr) del Paleógeno-Neógeno, también algunos depósitos cuaternarios que predominan al occidente del área de estudio, estas unidades se extienden superficialmente dentro de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM en 2400 Km² de los departamentos de Antioquia y Santander.

Estas últimas unidades se encuentran cubriendo gran parte del área de estudio; en la parte occidental, territorio antioqueño, encontramos como unidad aflorante la Formación Mugrosa y depósitos aluviales cerca a los cauces activos, especialmente cerca al río Magdalena, esta unidad también aflora hacia el suroccidente del territorio santandereano. La Formación Real cubre una franja a lo largo del área y al noreste y la unidad llamada Formación Colorado, cubre la zona sureste del área de estudio.

En último lugar, hacia toda la parte del límite este de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, se encuentra aflorando una pequeña franja de la Formación Umir (cretácico). La Figura- 19 presenta el mapa geológico del área de estudio a escala 1:100.000, en donde se pueden ver las unidades geológicas aflorantes que son las que controlan el paisaje actual, junto con los agentes denudacionales presentes. Del mismo modo están representadas las principales expresiones estructurales del área de trabajo, como pliegues y fallas.

Figura- 19. Mapa Geológico y estructural de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM



Fuente: INGEOMINAS (2008)

5.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

5.1.1 Formación Umir (Ksu) (k5-k6)

La parte inferior de la formación se compone de lutitas en láminas delgadas, de color gris oscuro, gris azulado a negro, con delgadas láminas carbonáceas y micáceas. Caracterizada por capas delgadas, lentes y pequeñas concreciones ferruginosas. La parte superior consta de lutita blanda, gris oscura, en capas delgadas con numerosos mantos de carbón, láminas delgadas de mineral de hierro, arenisca de grano fino y limonitas de cuarzo. El espesor aproximado es de 1000m. Descrita así por (Morales et al 1956 en Gómez L et al 2008)

5.1.2 Formación Mugrosa (Tom) (E3)

Gómez. L et al (2008) dice que en la parte inferior esta compuesta por arenisca cuarzosa de grano fino a medio de color gris a verde grisáceo, con intercalaciones de lodolitas de color grisáceo y azulado, y algunas capas de areniscas conglomeráticas (Ward, 1973). La parte media está constituida por shales moteados de azul opaco y marrón, masivos, con pocas intercalaciones delgadas de arenisca, de grano fino a grueso, con intercalaciones de shale verde. Hacia la parte superior se encuentran lodolitas moteadas, fosilíferas. En la sección se encuentra esporádicamente glauconita (Morales et al, 1956:660 en Gómez. L et al 2008)

5.1.3 Formación Colorado (Toc) (E3-N1)

La Formación Colorado corresponde a la parte superior del Grupo Chuspas. Consta predominantemente de arcillolitas de color gris claro, púrpura y moteado de rojo, con intercalaciones de areniscas en bancos de espesor variable, con estratificación cruzada. La parte superior de la Formación consta de unos 100 m de arcillolitas de color gris y negro, carbonáceas, con areniscas de grano medio y poco potentes. Esta parte de la sección corresponde al Horizonte fosilífero La Cira, también llamado, por otros autores, con el nombre de Formación La Cira. Por lo general estas capas no suelen formar crestas que resalten morfológicamente, pero en la Concesión de Mares puede existir un nivel de areniscas conglomeráticas que puede formar un filo. (Julivert, 1968 en Gómez. L et al 2008)

5.1.4 Grupo Real (Tmr) (N1)

Gómez L. et al 2008, define que el Grupo Real constituye un conjunto formado por conglomerados, areniscas y shales que se encuentran comprendidos entre la Formación Colorado del Grupo Chuspas, en la base, y el Grupo Mesa, en la parte superior. Una de las características que presenta el Grupo Real, es la presencia de abundante hornblenda y magnetita en varios de los niveles de areniscas. Esta abundancia de hornblenda estaría en relación con la actividad volcánica de la Cordillera Central, que se inició con el Mioceno. Parece que, como ha sido señalado, la cantidad de material volcánico, disminuye de sur a norte en relación con los focos volcánicos de la Cordillera Central. Gómez. L et al 2008

5.1.5 Depósitos cuaternarios (Qt, Qal)

Basados en Gómez et al (2008) se observan terrazas y depósitos aluviales en las márgenes de los ríos Magdalena, Colorado, Opón,

Cascajales y Oponcito, siendo los tres primeros los más extendidos especialmente al oeste de la plancha. Estos depósitos en general, están conformados por gravas de tamaño guijarro a bloque de carácter polimíctico.

Se distinguen de oriente a occidente, depósitos de terrazas aluviales asociados a la profundización de valles de ríos principales sobre las unidades terciarias, los cuales fluyen hacia el río Magdalena.

Al occidente se observan los depósitos de canal y de llanura de inundación actual del río Magdalena. Se destacan zonas de ciénagas que forman la llanura actual y depósitos como barras longitudinales y laterales (diques), asociadas a la dinámica de la corriente del curso actual

Es importante resaltar que el río Magdalena en esta plancha presenta un cauce poco sinuoso y con muy pocos meandros. Gómez. L et al 2008 (...)

Lo litología en la mayor parte del área de estudio presenta intensos procesos de erosión y meteorización activos. Especialmente en la Formación Colorado, Formación Mugrosa y Grupo Colorado.

5.2 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La información de geología estructural en este capítulo fue tomada del análisis estructural hecho en Gómez. L et al 2008; en donde expresan para las fallas del área que se trata de estructuras con una vergencia predominante hacia el oeste, donde se distinguen dos sistemas; Uno interno, hacia la cordillera con dominio de una tectónica de escama gruesa y otro externo hacia el Piedemonte, donde se combinan los dos dominios de escama gruesa y delgada.

Frente a los pliegues, en términos regionales en esta zona el documento expone que hacia el sector del Piedemonte los pliegues involucran fundamentalmente la secuencia neógeno, con ejes paralelos a sub-paralelos a los grandes cabalgamientos del piedemonte del VMM, y una clara vergencia occidental. A continuación se describen brevemente las principales estructuras en el área de estudio, (Gómez. L. et al 2008). Figura- 20.

5.2.1 Fallas

- **Sistema de Fallas de La Salina (SFS):**

El sistema de Fallas de la Salina se trata de un sistema de Fallas con rumbo regional SSW-NNE, limita la provincia cordillerana de la provincia del piedemonte occidental de la Cordillera Oriental.

Corresponde a un sistema de cabalgamientos regionales con vergencia occidental, que pone en contacto rocas del Cretáceo Superior - Paleógeno con rocas del Mioceno – Oligoceno, registrando un salto estratigráfico cercano a los 3000 m. En el extremo oriental del área, se observa un lineamiento sinuoso, relacionado al sistema de fallas de La Salina, la cual pone al este de la plancha, rocas de la Formación Umir en contacto con rocas de las formaciones Colorado y Real. Esta estructura es de naturaleza inversa con vergencia occidental, que pone en contacto rocas cretácicas en el bloque cabalgante con rocas terciarias en el bloque yacente. Gómez L et al 2008

- **Falla de Infantas:**

Es uno de los elementos estructurales más importantes en esta plancha, se presenta como una falla inversa con rumbo de dirección Norte – Sur y vergencia hacia el occidente, la cual coloca en contacto superficial a formaciones terciarias, incluso en algunos sectores sedimentos de una misma formación. La falla de Infantas limita al oriente el anticlinal que origina la acumulación de hidrocarburos correspondiente al Campo de La Cira-Infantas. Gómez L et al 2008

- **Falla de Arrugas:**

La Falla de Arrugas corresponde a un fallamiento inverso de vergencia occidental, con un rumbo general noreste - suroeste y coloca en su parte norte en contacto superficial sedimentos del Grupo Real, mientras que hacia el sur, el fallamiento va ganando desplazamiento vertical hasta colocar en contacto rocas de la Formación Mugrosa, en su bloque levantado, con rocas de la Formación Colorado, las cuales hacen parte del bloque hundido de la Falla de Arrugas. Gómez L et al 2008

- **Falla de Casabe**

La Falla de Casabe se presenta como un fallamiento normal, con plano de falla buzante al occidente y con una dirección de rumbo noreste - suroeste.

A partir de la interpretación sísmica se puede observar que la falla es vertical, de basamento que afecta toda la secuencia sedimentaria. En profundidad es claro ver el desplazamiento vertical de formaciones cretácicas, mientras que dentro de las formaciones terciarias no es claro apreciar este desplazamiento.

Esta falla constituye el límite occidental de los campos de hidrocarburos correspondientes a Casabe y Peñas Blancas. Gómez L et al 2008

5.2.2 Pliegues

- **Anticlinal de San Luis**

Se encuentra inmediatamente al occidente de la Falla de La Salina y está conformado por rocas de la Formación Colorado al sur y de la Formación Real al norte, tiene una dirección de rumbo noreste - suroeste y se extiende al este de la plancha.

De acuerdo con la interpretación sísmica este anticlinal puede ser originado por el cabalgamiento denominado Falla de Arrugas. Gómez L et al 2008

- **Anticlinal de La Cira – Infantas**

Estructura elongada, con su parte más delgada hacia el sur, desarrollada en rocas aflorantes de la Formación Colorado y limitada al este por el cabalgamiento de Infantas.

Esta estructura anticlinal está conformada por estratos Neógenos, que buzcan al occidente y están cortados por el cabalgamiento de Infantas (estructura fundamental en la configuración de la trampa que permitió las grandes acumulaciones de hidrocarburos del campo La Cira – Infantas). Así mismo, en el bloque cabalgante al este de la falla, la vergencia oeste de ésta permitió el desarrollo del anticlinal de rampa de La Cira – Infantas. Gómez L et al 2008

- **Sinclinal de Peña de Oro**

Se presenta paralelo al Anticlinal de San Luis, con un desarrollo superficial, siendo generado en respuesta al trazo en profundidad de la Falla de Arrugas (...) (Gómez L et al 2008).

6 RESULTADOS

6.1 MORFODINÁMICA DE LA PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM.

Como resultado de la fase de campo se caracterizaron 23 movimientos en masa que a continuación se relacionan en la Tabla 2, junto con el número de registro que se obtuvo al cargar la información del deslizamiento a la base de datos del SIMMA, tipo de movimiento y actividad del movimiento. Las hojas de los inventarios, no se anexan debido a que hacen parte de las evidencias que se entregan al Servicio Geológico Colombiano como parte del convenio, sin embargo, las imágenes digitalizadas de estas fichas están en el anexo digital ANEXO I.

Tabla 2. Números de registros asignados a cada deslizamiento de tipo Inventario en el Sistema de Información de Movimientos en Masa- SIMMA

N° Registro SIMMA Captura Inventario	Tipo de Movimiento	Actividad del movimiento
26812	Flujo de tierra	Reactivado único retrogresivo
26811	Reptación de suelo	Activo único creciente
26810	Traslacional	Activo único ensanchado
26803	Caída de detritos	Activo único ensanchado
26802	Reptación de suelo	Reactivado único creciente

26774	Caída de roca	Activo único ensanchado
26768	Reptación de suelo + flujo de tierra	Reactivado compuesto creciente
26760	Deslizamiento traslacional	Reactivado múltiple ensanchado
26745	Flujo de tierra + deslizamiento traslacional	Reactivado compuesto ensanchado
26741	Deslizamiento traslacional	Reactivado múltiple ensanchado
26702	Flujo de tierra	Activo múltiple creciente
26693	Caída de roca + pequeños deslizamientos de roca sobre los planos de roca	Activo compuesto ensanchado
26816	Deslizamiento traslacional planar + flujo de tierra	Activo múltiple creciente
26814	Deslizamiento traslacional detritos.	Reactivado múltiple creciente
26743	Deslizamiento traslacional y rotacional	Reactivado compuesto creciente

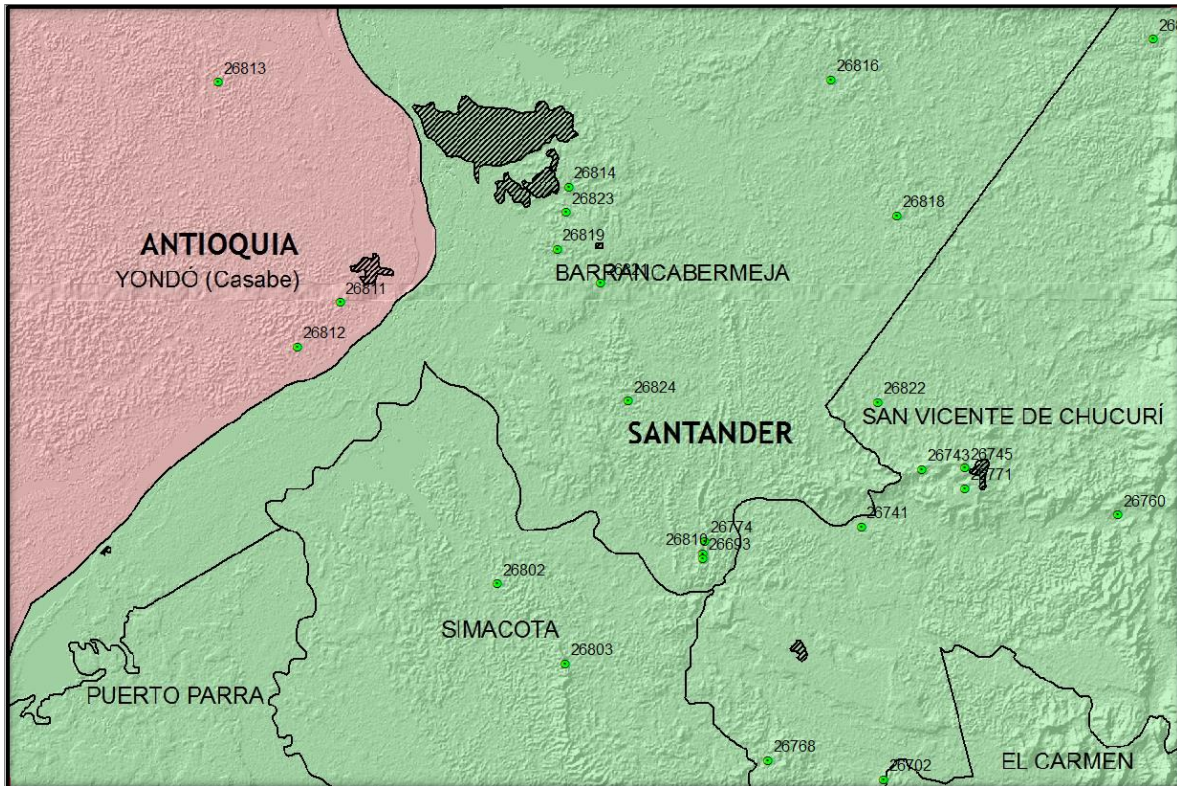
26813	Reptación de suelo	Activo único creciente
26818	Reptación de suelo	Activo múltiple creciente
26817	Deslizamiento traslacional	Activo múltiple creciente
26819	Flujo de tierra	Reactivado único creciente
26821	Reptación de suelo	Activo múltiple ensanchado
26822	Reptación de suelo	Activo múltiple ensanchado
26823	Reptación de suelo	Activo único ensanchado
26824	Reptación de suelo + deslizamiento traslacional	Activo único creciente

Fuente: Autor

6.1.1 Movimientos observados

Los movimientos observados a continuación se describen por municipios de la plancha, como se ve en la Figura- 21, los municipios de Barrancabermeja y San Vicente son lo más afectados por los movimientos en masa:

Figura- 21. Puntos de inventario registrados en el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA, en los municipios que cubre la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.



Fuente: UIS modificado por Autor

6.1.1.1 Municipio de Barrancabermeja:

Barrancabermeja es un puerto natural sobre el curso medio de la principal arteria fluvial del país, punto intermedio en el que convergen la red férrea, la vía nacional que comunica la capital y el interior andino con la costa atlántica, la que comunica la capital departamental con el río y también punto intermedio en el polígono de rutas aéreas que comunican las capitales y grandes ciudades del norte del país con el Caribe, al norte, y el Distrito Capital, hacia el sur.(...) (Alcaldía Barrancabermeja 2002). Los principales asentamientos son Barrancabermeja, El Centro, Ciénaga Opón y San Rafael de Chucuri.

Los puntos de movimientos en masa registrados en SIMMA para el Municipio de Barrancabermeja están ubicados en los asentamientos de Barrancabermeja (26814, 26823, 26819, 26821, 26816, 26818, 26824) y el Centro (26774, 26693, 26810). En la Tabla 3, se hace una georreferenciación más precisa.

Tabla 3. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de Barrancabermeja en Santander.

N° Registro SIMMA	Coordenadas Geográficas Latitud Longitud Altura	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico
26814	7°2'41,33033"N 73°49'5,0520"W 97	1028664 1270790 97	Margen izquierdo de la vía que va de Barrancabermeja a Bucaramanga, en sector de San Isidro, cerca al aeropuerto de Yariguies. Saliendo por el S del casco urbano de Barrancabermeja.
26819	7°0'57,89026"N 73°49'24,1369"W 98	1028080 1267612 98	Vía que va de la vereda el centro de Ecopetrol a Puerto Parra, en el sitio conocido como los Laureles en predios de la hacienda Casa Blanca
26821	7°0'1,50176"N 73°48'11,513"W 140	1030310 1265881 140	Vía que conduce del Centro en Barrancabermeja al sector conocido como Cuatro Bocas.
26823	7°1'59,76319"N 73°49'8,3985"W 172	1028562 1269513 172	Margen derecho y margen izquierdo de la vía que va de Barrancabermeja al aeropuerto Yariguies. En un sitio conocido como Centro Recreacional el Oasis

26824	6°56'45,3477"N 73°47'25,010"W 144	1031741 1259856 144	Sector San Isidro, vía que va de la Virgen a sector conocido como Barrasanta
26818	7°1'53,44449"N 73°39'57,20832"W 102	1045479 1269331 102	Por la vía que va del municipio de Puerto Parra al municipio de Bucaramanga. En el Sector conocido como el Limoncito
26816	7°5'39,93453"N 73°41'47,47605"W 118	1042089 1276286 118	Al E de La Falla De Infantas, dos kilómetros del sitio conocido como el Zarzal, en un sector llamado Alto Buey Pelado, por la vía que va de Barrancabermeja a Bucaramanga. En predios de la Finca Patio Bonito
26774	6°52'51,80235"N 73°45'17,53466"W 121	1035659 1252684 121	Vía que va del sitio conocido como el Oponcito al municipio de Bucaramanga
26693	6°52'22,93112"N 73°45'21,2347"W 142	1035546 1251797 142	Por la vía que va del sitio conocido como Santa Clara antes al desvío que va a Yarima
26810	6°52'31,32943"N 73°45'21,03363"W 127	1035552 1252055 127	Vía que va de Puerto Parra a Barrancabermeja.

Fuente: Autor

Los movimientos 026821, 026823 y 026824 son de tipo reptación, subtipo reptación de suelo; el material que está corriéndose en el caso de los eventos 026814, 026819, 026823 y 026824 presentan suelo residual conglomerático, se trata de una matriz de arena fina rojiza con clastos redondeados a subangulares de lodolitas y areniscas de grano fino y muy fino, la distribución de los clastos es heterogénea y escasos. Corresponden con la Formación Real. Las geformas que afectan son lomos y cerros alargados de pendiente moderada, valles en V muy abiertos, laderas convexas y cóncavas en el área del movimiento. En la Figura- 22 se muestra una fotografía

panorámica del movimiento de reptación registrado como 26823, el material del movimiento se puede observar en detalle en la Figura- 23.

El movimiento registrado en el SIMMA con el número 26824, es el movimiento más grande observado en la plancha, afecta varias laderas en el sector. La Figura- 24 es una fotografía panorámica de este movimiento, debido a su tamaño se observa en el mapa geomorfológico como polígono con el nombre de una unidad denudacional llamada Deslizamiento indiferenciado (Ddi), la Figura- 25 muestra algunos detalles de los efectos causados por este movimiento, del mismo modo, debido a que se trata de un movimiento tipo deslizamiento, en la Tabla 4 se registran sus características morfométricas.

El evento 026821 el material es matriz arcillo limoso, de color rojizo amarillento, suelto, con clastos y bloques de cuarzo arenisca, de grano fino poco cementadas, bloques de lodolita grises y bloques redondeados de arenisca, de grano fino, se trata de un corrimiento de reptación de suelo debido a la prolongado uso de ganadería que ha generado erosión en terracetos. Corresponde con la Formación Colorado.

El movimiento de reptación 26821 no representa daños potenciales. Dado que el movimiento es muy lento permite el crecimiento de cobertura vegetal en el suelo a medida que se va dando el corrimiento. La Figura- 26 es una panorámica de este movimiento.

La actividad del movimiento 026814 es un deslizamiento traslacional de detritos y tierra, húmedo de plasticidad media. La Figura- 27 es una fotografía panorámica de este movimiento en donde la cobertura es principalmente pastos y matorrales sin ningún uso. Es un área que presenta deslizamientos de tamaño aproximado en varios cerros aislados entre sí por llanura aluvial. Algunos de estos cerros presentan fuertes procesos de meteorización y erosión en surcos, cárcavas, zanjones, estoraques y chimenea de hadas. El color es en general rojo amarillento, pero en algunas zonas se ve violáceo donde el grano se hace más fino arcilloso. El

movimiento 26814 se puede observar en dos fotografías panorámicas en la Figura-28 y Figura- 29, donde se muestra en la primera el movimiento y en la segunda la intensa erosión que afecta el área. En la Tabla 5 se observan las características morfométricas del deslizamiento.

El movimiento 026819 es un flujo en el predio de la hacienda Casa Blanca en un sitio que se usa para el pastoreo de ganado vacuno. El flujo está activo y en temporada invernal deja fluir sus materiales a lo largo de la ladera hasta llegar a una corriente de agua con la que se intersecta, no hay áreas comprometidas.

La actividad que presenta la Formación Real se da por la alta meteorización química debido a la erosión pluvial y en el caso del 026814 debido a socavación en la pata del talud. En general, la amenaza de estos movimientos es baja debido a que no hay zonas que potencialmente puedan llegar a dañarse, excepto en el movimiento 026824 que el carácter retrogresivo está afectando una vía de uso industrial.

Figura- 22. Panorámica de erosión en terracetas con movimiento de reptación de suelo 26823 en donde se ven cicatrices de corrimientos de suelo, en parte baja de la colina alargada, de pendiente moderada. Ubicado entre el casco urbano del municipio de Barrancabermeja y el aeropuerto Yariguies.



Fuente: Autor

Figura- 23. Detalle del material que está reptando en el movimiento 026823 en observado entre el casco urbano del municipio de Barrancabermeja y el aeropuerto los Yarigues.



Fuente: Autor

Figura- 24. Panorámica de movimiento 26824 que presenta Reptación y deslizamiento traslacional. Sector conocido como Barrasanta en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 25. Detalle de afectación a la vía debido al movimiento 026824 que presenta Reptación y deslizamiento traslacional, observado en el sitio conocido como Barrasanta en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Tabla 4. Morfometria deslizamiento 026824

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	25	Ancho de la masa desplazada [m]	48
Longitud horizontal corona a punta [m]	42	longitud de la masa desplazada [m]	3
Fahrboschung [°]	31	Espesor de la masa desplazada [m]	2
Dirección del movimiento [°]	176	Longitud Total [m]	49
Azimut dele talud [°]	31		

Fuente: Autor

Figura- 26. Panorámica movimiento 026821 de reptación de suelo en ladera e colinas alargadas con pendiente moderada observado en el sector de Cuatro Bocas en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 27. Panorámica de perfil de flujo de tierra 026819 observado en el predio de la Hacienda Casa Blanca en la vereda el Centro del municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 28. Panorámica de deslizamiento traslacional 026814 y detalle del material en la pata del talud por donde pasa una corriente de agua, observado en el sector conocido como San Isidro en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 29. Panorámica de depósito aluvial abigarrado tiene cárcavas profundas y zanjones con estoraques que representan el nivel que debería tener el suelo, resultado de la erosión hídrica y eólica. A unos metros del deslizamiento 026814 observado en el sector conocido como San Isidro en el Municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Tabla 5. Morfometría deslizamiento 026814

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	30	Ancho de la masa desplazada [m]	35
---	----	---------------------------------	----

Longitud horizontal corona a punta [m]	46	longitud de la masa desplazada [m]	3
Fahrboschung [°]	33	Espesor de la masa desplazada [m]	5
Dirección del movimiento [°]	149	Longitud Total [m]	55
Azimut de talud [°]	34		

Fuente: Autor

Los movimientos registrados en el SIMMA como 26693, 26774 y 26810 se observan en las panorámicas de las Figura- 30, Figura- 31 y Figura- 32 respectivamente, el material encontrado en estos puntos están afectados por meteorización química y física, son areniscas cuarzosas de grano fino de color gris en capas tabulares intercalado con finas capas de lodolita y arcillolitas amarillentas. Hay desarrollo de suelo residual amarillo rojizo. El material corresponde con la Formación Mugrosa, y el tipo de movimiento es caída de roca (26693, 26774) y deslizamiento traslacional (26810).

Estos movimientos representan riesgo bajo para la vía conocida como la ruta del sol, debido a que su material puede llegar a causar taponamiento para el tránsito vehicular. Aunque la velocidad del movimiento podría llegar a representar un peligro inminente, en caso de coincidir con el momento en que pasen vehículos o personas por el lugar, no se considera tan probable dado el hecho de que la cobertura vegetal en la parte superior contribuye un poco la estabilización del material que puede llegar a caer.

Figura- 30. Caída de Roca Registro SIMMA 026693 ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas observado en sitio conocido como Santa Clara en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 31. Caída de Roca registro SIMMA 026774 ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas, se observa en el sitio conocido como el Oponcito en el Municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 32. Deslizamiento traslacional (026810) ubicado en el flanco E del Sinclinal de Infantas observado por la vía que conduce del municipio de Bucaramanga al municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Se observa que los movimientos 26816 y 26818 presentan suelo residual arenoso de grano medio ligeramente conglomerático que corresponde con la Formación Real, los movimientos son: El registro 26818 es de tipo Reptación de subtipo reptación de suelos y se observa en la fotografía panorámica y de detalle de la Figura- 33 y el registro 026816 es un deslizamiento traslacional planar al desprenderse el material cae por la humedad a lo largo de ladera una distancia larga como flujo de tierra. La Figura- 34 es una fotografía panorámica de este movimiento y la Tabla 6 enlista sus características morfométricas.

Son movimientos en estado activo, estilo múltiple y distribución creciente (ensanchado y retrogresivo). Modelados en una geomorfologías de cerros alargados de gradiente alto y moderado con laderas rectas aislados los unos de los otros por llanuras.

Las causas de que se produzcan estos movimientos en la Formación Real son debido a la alta meteorización química por la erosión pluvial, y para el caso del registro 26816 hay razones contribuyentes como la deforestación, deficiencias en el

sistema de drenaje y socavación en la pata del talud por corriente de agua intermitente.

El movimiento 26816 representa una amenaza alta debido a que ya han sucedido daños a vías, viviendas y potreros. Representan un riesgo alto para las personas que viven en la parte superior de la corona del evento. Estos movimientos se caracterizan por estar en zonas con fuerte impacto de erosión reciente y severa. En la Figura- 35 muestra algunos tipos de erosión que se observan en el área.

Figura- 33. Panorámica de Deslizamiento traslacional planar los materiales caen ladera abajo una distancia larga como flujo y detalle del material que se está moviendo; corresponde con el punto de inventario SIMMA 26816 del sector conocido como el Zarzal en un sitio llamado Alto del Buey Pelado en el municipio de Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Tabla 6. Morfometria deslizamiento 026816

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	39	Ancho de la masa desplazada [m]	50
Longitud horizontal corona a punta [m]	29	longitud de la masa desplazada [m]	2

Fahrboschung [°]	42	Espesor de la masa desplazada [m]	2
Dirección del movimiento [°]	294	Longitud Total [m]	43
Azimut de le talud [°]	192		

Fuente: Autor

Figura- 34. Panorámica de terracetas y movimiento de reptación de suelo que corresponde con el punto de inventario del Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA 026818 observado en el sector conocido como Limoncito por la vía que conduce de Bucaramanga a Barrancabermeja.



Fuente: Autor

Figura- 35. Erosión en el área de los movimientos de izquierda a derecha: Corresponde con el punto de inventario SIMMA 026816: erosión en surcos, grietas de desecación y zanjonés; registro de inventario SIMMA 026817 cárcavas, surcos y chimenea de hadas y registro de inventario SIMMA 026818 erosión esferoidal.



Fuente: Autor

6.1.1.2 Municipio de Yondó:

El municipio de Yondó está ubicado al margen oeste del Río Magdalena 7° 04' 04" latitud Norte y a 73° 54' 09" longitud Oeste del meridiano de Greenwich. (Alcaldía Yondó 2008). En la Plancha 119 Barrancabermeja VMM el municipio de Yondó está representado por la Cabecera municipal, las veredas: San Miguel del Tigre, la raya, Caño Bonito, Caño las Cruces, Peñas Blancas, San Luis Beltrán, Yondó Nuevo y la Represa.

Los movimientos de captura inventario registrados para la zona de estudio en el municipio de Yondó son tres y están ubicados en las veredas de San Miguel del Tigre 026813, San Luis Beltrán 026812 y Yondó Nuevo 026811 como se puede ver en la georreferenciación de los movimientos en la Tabla 7

Tabla 7. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el sector de Antioquia, limite occidental del Rio Magdalena en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119-Barrancabermeja VMM

N° Registro SIMMA	Coordenadas Geográficas Latitud Longitud Altura	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico
26812	6°58'15,40482"N 73°56'36,50754"W 111	1014811 1262615 111	Vía que va del municipio de Casabe (Yondó) al sitio conocido como la Argentina. Vereda San Luis Beltrán.

26811	6°59'29,63538"N 73°55'26,27671"W 89	1016966 1264896 89	Junto a la Ciénaga la Represa. Vereda Yondó Nuevo.
26813	7°5'36,06604"N 73°58'49,49929"W 87	1010726 1276151 87	Margen derecho de la vía que conduce de la hacienda Brisas de la Montaña a la vereda San Miguel del Tigre. Vereda San Miguel Del Tigre

Fuente: Autor

El movimiento 026812 es un movimiento de tipo flujo y subtipo flujo de tierra en estado reactivado, estilo múltiple y distribución retrogresiva. El material en movimiento, es suelo residual arcilloso color gris con moteado rojo de meteorización y se presenta ligeramente conglomerático, los clastos son de areniscas de grano fino subredondeadas y lodolitas y limolitas subredondeadas y redondeadas. Presenta grietas de desecación debido a etapas de humectación-sequía en el sector. La Figura- 36 y Figura- 37 son fotografías panorámicas de este movimiento.

Dos de los movimientos; el 026811 que se observa en las Figura- 38 y Figura- 39 y 026813 en las Figura- 40 y Figura- 41 son de tipo reptación y subtipo reptación de suelos en estado activos, estilo único, con distribución creciente.

Los tres movimientos suceden sobre el mismo tipo de material, son arcillolitas grisáceas con meteorización química de color amarillenta y rojiza, desarrollo de suelo residual color amarillo rojizo con cobertura vegetal. En la misma geología que corresponde con la Formación Mugrosa (Tom) de edad E3 (IGAC, 2005) son

alternancia de arcillolitas y lodolitas grises y areniscas cuarzosas de grano fino y medio.

En cuanto a la geomorfología presentada en esta área se presentan lomos elongados denudacionales con valles amplios de pendientes suaves y moderadas en forma de U, ladera cóncava, con cimas planas a redondeadas. Las causas de los movimientos se deben a la alta meteorización química causando por la erosión pluvial, en los tres casos se ve comprometida la calidad de la vía, en el caso de 026813 la vía puede llegar a ser tapada por material que se está arrancando debido al sobre pastoreo de ganado vacuno y en el caso de 026812 y 026811 por el componente avance retrogresivo de la distribución de la actividad del movimiento, para estos dos últimos casos también es causa contribuyente en menor escala la carga en la corona del talud y la vibración artificial del paso de vehículos.

Figura- 36. Vista del flujo principal del movimiento 026812 a lo largo de la vía en donde se repite el evento con intervalos de 100 m de ladera estable, en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.



Fuente: Autor

Figura- 37. Vista del flujo principal del movimiento 026812 a lo largo de la vía en ladera de lomo elongado, donde se repite el evento con espaciamientos de 100 m en el municipio de Yondó-Antioquia en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.



Fuente: Autor

Figura- 38. Panorámica de movimiento 026811 de reptación a lo largo de ladera de lomo elongado, en el que se ven cicatrices del corrimiento del suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno, el paso de una tubería que transporta hidrocarburo y la erosión pluvial en el municipio de Yondó-Antioquia.



Fuente: Autor

Figura- 39. Daños leve ocasionado por el movimiento 026811 de reptación debido a la avanzado estado de erosión en terracetas en la ladera junto a la vía, se ven árboles

caídos, cercas torcidas y cicatrices del corrimiento del suelo en el municipio de Yondó-Antioquia.



Fuente: Autor

Figura- 40. Panorámica movimiento 026913 de lomos alargados con pendiente moderada que presentan corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno y la erosión pluvial en el municipio de Yondó-Antioquia.



Fuente: Autor

Figura- 41. Detalle del material que se está moviendo en el evento de reptación 026813 en el municipio de Yondó-Antioquia.



Fuente: Autor

6.1.1.3 Municipio de San Vicente de Chucuri.

El municipio de San Vicente de Chucuri se caracteriza por tener partes planas, cerros, valles, paramos y una meseta; accidentes geográficos que influyen en el clima, por lo cual encontramos desde el caliente en la zona de llanura al occidente, hasta clima frío o de páramo en la zona montañosa al oriente. (Alcaldía San Vicente de Chucuri 2012).

El Municipio de San Vicente de Chucuri tiene 37 veredas; las veredas de este municipio, que comprende el área de estudio son las veredas: Viscaina, Albania, Tempestuosa, Llana Caliente, Llana Fria, Arrugas, Taguales, Vereda Llana de Cascajales, Marcito y Nuevo Mundo y el corregimiento de Yarima.

Los movimientos de captura inventario registrados para la zona de estudio en el municipio de San Vicente de Chucuri son nueve y están ubicados en el área limítrofe entre las veredas de Albania, Tempestuosa y Arrugas (26822, 26741, 26743, 26745); también en la vereda la Llana Caliente (26760), la Vereda Vizcaína (26817) y la Llana

de Cascajales (26768, 26702). Como se puede ver en la georreferenciación de los movimientos en la Tabla 8.

Tabla 8. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de San Vicente de Chucuri en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM

N° Registro SIMMA	Coordenadas Geográficas Latitud Longitud Altura	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico
26822	6°56'42,5057"N 73°40'28,6881"W 151	1044521 1259778 151	Desviando de la vía que va de Bucaramanga a Puerto Parra en la Vía que va del sitio conocido como la Explanación al sitio llamado el Marfil. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.
26741	6°53'15,5653"N 73°40'57,2337"W 170	1043650 1253420 170	Vía que va de Yarima al sitio conocido como la Pradera. Cerca al Caño lo Muertos. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.
26817	7°6'46,75479"N 73°32'49,7273"W 97	1058589 1278355 97	Vía que conduce de la vereda San Alberto a la vereda Pozo Nutria. Eje Anticlinal de San Luis cerca a la Falla la Salina. A unos metros de la hacienda Huitaca. Vereda Vizcaína.

26760	6°53'34,8850"N 73°33'49,6419"W 156	1056777 1254026 156	Margen izquierda por la vía que va de Albania a San Vicente de Chucuri. Cerca de la Quebrada la Llana. Flanco E del Anticlinal de San Luis. Cerca de la Falla de la Salina, Sector la Guacamaya. Vereda de Llana Caliente.
26743	6°54'51,5386"N 73°39'15,7842"W 208	1046762 1256371 208	Margen derecho de la vía que va de la vereda Albania a la hacienda la Pradera. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas
26745	6°54'53,4922"N 73°38'4,73903"W 220	1948943 1256433 220	Vía del sitio conocido como la Pradera a Albania, cerca al caño de los Muertos en área de influencia de la Falla Arrugas. Entrada NW a la Vereda Albania. Finca del señor Luis y fincas cercanas. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.
26768	6°46'46,8846"N 73°43'32,4964"W 121	1038892 1241476 121	Cerca al corregimiento de Yarima en el Flanco E del sinclinal de Infantas. Vereda la Llana de Cascajales.
26702	6°46'15,1263"N 73°40'19,6738"W 229	1044814 1240505 229	Cerca de la vereda Clavellinas, a unos metros del río Cascajales.

Fuente: Autor

El movimiento registrado en la vereda Vizcaína como 26817 se observa en la Figura-42 en una fotografía panorámica y de detalle, el evento presenta desarrollo de suelo residual arenoso de grano medio ligeramente conglomerático que corresponde con la Formación Real, y se trata de un evento de deslizamiento traslacional. Es un

movimiento en estado activo, estilo múltiple y distribución creciente (ensanchado y retrogresivo). Modelado en una geomorfología de cerros colinados residuales de gradiente alto a moderado con ladera recta aislados los unos de los otros por pequeñas llanuras eventualmente inundables. Se caracteriza por estar en zonas con fuerte impacto de erosión y se encuentran varios tipos de erosión reciente y severa. El deslizamiento esta sobre el eje del Anticlinal de San Luis cerca a la Falla de Salina. Sus características morfométricas se enlistan en la Tabla 9.

Las causas de que se produzcan estos movimientos en la Formación Real son debido a la alta meteorización química por la erosión pluvial y representan una amenaza alta debido a que ya han sucedido daños a vías, viviendas y potreros. Representa un riesgo alto para las personas que tienen sus viviendas en la corona de los eventos.

Figura- 42. Panorámica de Deslizamiento Traslacional y detalle del material en movimiento corresponde con el punto de inventario 26817 observado en la vereda Vizcaína.



Fuente: Autor

Tabla 9. Morfometria deslizamiento 026817

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	45	Ancho de la masa desplazada [m]	60
---	----	---------------------------------	----

Longitud horizontal corona a punta [m]	44	longitud de la masa desplazada [m]	30
Fahrboschung [°]	46	Espesor de la masa desplazada [m]	2
Dirección del movimiento [°]	317	Longitud Total [m]	35
Azimut de talud [°]	212		

Fuente: Autor

En la vereda de Albania se encontró un movimiento en masa registrado como 26822 de tipo reptación y subtipo reptación de suelos; en estado activo, estilo múltiple y distribución ensanchada. El material presenta una matriz arenosa color blanco de grano fino, redondeados suelta, bien calibrada, meteorizada a colores rojizos amarillento con detritos de lodos, arcillas y arenas sobre la que hay una capa de suelo residual arenoso color amarillo rojizo ligeramente micro conglomerático. Corresponde con grupo real (Tmr) de edad N1.

El movimiento sucede en una ladera denudacional ondulada con valles amplios en U de pendiente recta y gradiente suave debido a que el material sufre meteorización química por el agua lluvia que hace erosión pluvial, este movimiento no representa un riesgo considerable. La Figura- 43 presenta dos fotografías del evento, a la izquierda el movimiento de reptación y a la derecha el material en movimiento.

Figura- 43. A la izquierda panorámica de movimiento por erosión en terracetos, el corrimiento de suelo se da debido al sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha

detalle del material que se está moviendo. Movimiento de inventario SIMMA 26822, observado en el área limítrofe entre las veredas de Albania, Tempestuosa y Arrugas.



Fuente: Autor

En movimiento registrado en la vereda Arrugas (26741) se observa una fotografía panorámica y de detalle en la Figura- 44 y en la Tabla 10 las características morfométricas del movimiento y la Llana Caliente (26760) se observa en la fotografía de la Figura- 45 y sus características morfométricas en la Tabla 10, estos movimientos son de tipo deslizamiento subtipo deslizamiento traslacional en estado reactivado, estilo múltiple y distribución ensanchado. Son cerros alargados con pendiente recta de gradiente moderado con cobertura vegetal que presenta cicatrices de corrimientos de suelo, los cerros están aislados por llanuras y presentan deslizamientos con las mismas características.

Los deslizamientos suceden debido a la alta meteorización química que han generado las aguas lluvias. Para el caso de 26741 el material cae de la ladera a una llanura sin uso la apreciación del riesgo es baja, diferente del caso 26760 en el que el material se desplaza del cerro a la llanura pasando sobre una vía que comunica las fincas ganaderas se considera de riesgo moderado.

Se encontró que el material de estos movimiento corresponden con la Formación Colorado que son alternancias de arenisca cuarzosa de grano fino a medio, lodolitas y arcillolitas rojas; en el punto 26741 se encontró que en la parte superior hay

desarrollo de suelo residual arcillo limoso de color rojo oscuro suelto. En la parte inferior niveles de arcillolita gris claro con manchas rojas amarillentas debido a la alta meteorización; para el registro 26760 se encontró cuarzo arenisca de grano fino color blanco amarillento en bloques de hasta 1 m, En una matriz arcillo limosa de color rojizo amarillento suelta con clastos y bloques de cuarzo arenisca de grano fino poco cementadas y bloques de lodolita grises y bloques redondeados de arenisca de grano fino.

Figura- 44. A la izquierda panorámica de ladera con deslizamiento traslacional. A la derecha detalle del material que se está moviendo. Movimiento registrado como 026741 en el SIMMA observado en la vereda Arrugas.



Fuente: Autor

Tabla 10. Morfometría deslizamiento 026741

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	20	Ancho de la masa desplazada [m]	45
Longitud horizontal corona a punta [m]	60	longitud de la masa desplazada [m]	80
Fahrboschung [°]	45	Espesor de la masa desplazada [m]	3
Dirección del movimiento [°]	215	Longitud Total [m]	85
Azimut de talud [°]	89		

Fuente: Autor

Figura- 45. A la izquierda panorámica de ladera deslizamiento traslacional. A la derecha detalle del material que se está moviendo, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026760 en el SIMMA se observa en la vereda la Llana Caliente.



Fuente: Autor

Tabla 11. Morfometría deslizamiento 026760

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	36	Ancho de la masa desplazada [m]	80
Longitud horizontal corona a punta [m]	40	longitud de la masa desplazada [m]	45
Fahrboschung [°]	42	Espesor de la masa desplazada [m]	3
Dirección del movimiento [°]	123	Longitud Total [m]	54
Azimut de le talud [°]	48		

Fuente: Autor

El movimiento registrado como 026743 se observa en la Figura- 46 es un movimiento de tipo deslizamiento y subtipo deslizamiento traslacional se encuentra en estado reactivado y tiene una distribución creciente debido a que crece en más de una dirección, una de ellas retrogresiva y otra ensanchada, se presenta en estilo múltiple. El material que se encuentra es un depósito de 1,30 m de espesor compuesto de gravas y cantos subredondeados y redondeados de cuarzo arenisca de grano medio y fino y algunas lodolitas embebidas en una matriz arcillo limosa de color areno amarillenta suelta. En la parte inferior arcillolita de color gris claro con tono violáceo gris y amarillo bastante meteorizado. Corresponde con la Formación Real de edad N1

Se encuentra en un valle en V amplio de colinas alargadas a lo largo de sus laderas de gradiente moderada se presentan estos movimientos en masa, el más grande es de tipo deslizamiento rotacional. Este se observa en la Figura- 47 y sus características morfométricas se enlistan en la Tabla 12.

Gran parte de los deslizamientos se da a lo largo de una vía y debido a la retrogresión del movimiento se ha visto afectada dejando suspendida una cerca que la bordeaba y una tubería que transporta hidrocarburo en el área del deslizamiento traslacional medido, en otro de los deslizamientos en el mismo punto, hay una vivienda cerca de la zona de desprendimiento de la corona. La apreciación que se hizo del riesgo con base en lo anterior es alta.

Figura- 46. A la izquierda panorámica de ladera deslizamientos traslacionales y rotacionales. A la derecha detalle del material que se está moviendo, desarrollo de

suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026743 en el SIMMA se observa en la vereda Albania del municipio de San Vicente de Chucuri.



Fuente: Autor

Tabla 12. Morfometría deslizamiento 026743

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	50	Ancho de la masa desplazada [m]	80
Longitud horizontal corona a punta [m]	141	longitud de la masa desplazada [m]	120
Fahrboschung [°]	20	Espesor de la masa desplazada [m]	5
Dirección del movimiento [°]	125	Longitud Total [m]	150
Azimut de le talud [°]	44		

Fuente: Autor

Figura- 47. A la izquierda Corona de deslizamiento rotacional creciente y a la derecha afectación al borde la vía, cerca y tubería de transporte hidrocarburo

suspendido por el movimiento de material ladera abajo. Movimiento registrado como 026743 en el SIMMA se observa en la vereda Albania por la vía que conduce de Albania a la Hacienda la Pradera.



Fuente: Autor

En el registro de inventario SIMMA número 26745 se encontraron gravas y cantos subredondeados y redondeados de cuarzoarenisca de grano medio a fino y algunas lodolitas embebidas de una matriz arcillosa de color amarillento suelta, intercaladas con arcillolitas de color gris claro meteorizado a color violáceo y amarillento. Corresponde con el Grupo Real de edad N1

El movimiento esta reactivado, causo el mayor daño en la temporada invernal de 2010, pero se reactiva tras cada periodo invernal. La actividad está compuesta por un deslizamiento traslacional y un flujo de tierras y su distribución es ensanchada. La Figura- 48 muestra el detalle del material y a la derecha una panorámica del movimiento, del mismo modo, la Tabla 13 enlista las características morfométricas del evento.

Se trata de laderas denudacionales de pendiente suave y moderada con escasa vegetación que han favorecido la escorrentía, El movimiento se encuentra a unos metros del plano de falla de la Falla de Arrugas. El movimiento es causado principalmente por lluvia y ya que es una vía por donde se transporta carga pesada se considera contribuyente la vibración artificial del tráfico. Hasta ahora, se han

reportado daños a potreros, establos y vías. Hay unas viviendas en las coronas de desprendimiento que no han sufrido daños, pero debido al alto peligro en el que se encuentran, se considera una apreciación de riesgo alta.

Figura- 48. A la izquierda detalle del material que se está moviendo. A la derecha panorámica de movimiento a lo largo de la vía. Movimiento de inventario SIMMA 026745 se observó en el sitio Hacienda la Pradera en la vereda Albania.



Fuente: Autor

Tabla 13. Morfometría deslizamiento 026745

Diferencia de Altura Corona a punta [m]	35	Ancho de la masa desplazada [m]	50
Longitud horizontal corona a punta [m]	102	longitud de la masa desplazada [m]	100
Fahrboschung [°]	19	Espesor de la masa desplazada [m]	2
Dirección del movimiento [°]	127	Longitud Total [m]	110
Azimut dele talud [°]	48		

Fuente: Autor

El movimiento registrado por el SIMMA como 26768 se observa en la Figura- 49 en una fotografía panorámica y de detalle de grietas de desecación, presenta un suelo residual de color café rojizo, blando derivado de arcillolitas plásticas. Corresponden

con la Formación Colorado de edad E3-N1 compuesta por una alternancia de areniscas cuarzosas de grano fino a medio, lodolitas y arcillolitas rojizas. Flanco W del Anticlinal de Mugrosa, en zona de influencia de la Falla Mugrosa. El movimiento esta en estado reactivado, estilo compuesto por reptación de suelos y flujo de tierra con distribución creciente (ensanchado y retrogresivo), se trata de lomas redondeadas de pendiente rectilínea de gradiente moderado con valles en U abiertos, algunas ondulaciones leves. presenta erosión laminar y grietas de desecación.

Este movimiento está compuesto por un flujo de tierra y reptación de suelo. La fuerte deformación causada por la lluvia y el sobrepastoreo de ganado vacuno ha causado corrimientos de suelo, que se han movido a lo largo del talud y debido a que es un material blando, húmedo y muy plástico su desplazamiento ha alcanzado grandes distancias favorecido por el gradiente de la ladera hasta afectar la vía y continuar su camino hasta el otro lado ladera abajo. La vía es destapada tras lluvias fuertes porque se tapa la carretera de uso industrial. Hasta ahora el movimiento no ha ocasionado daños representativos, pero su característica retrogresiva es una amenaza alta para la vivienda que se encuentra cerca de la corona de desprendimiento del flujo. El riesgo se considera moderado debido a la amenaza que representa el movimiento para la vivienda.

El movimiento se da a lo largo de la ladera en varios tramos y con las mismas características por esto se tomaron varias coordenadas:

1038892 E; 1038792 E; 1038899 E

1241476 N; 1241145 N; 1241353 N

121 Altura; 129 Altura; 140 Altura

Figura- 49. A la izquierda panorámica de ladera con corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha detalle del material que se está

moviendo, erosión laminar, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026768 en el SIMMA vereda la Llana de Cascajales.



Fuente: Autor

El registro de inventario número 026702 se observa en la Figura- 50 es una fotografía panorámica de varios lóbulos antiguos y reciente es un movimiento de tipo flujo subtipo flujo de tierra en estado reactivado como lo evidencian flujos más antiguos con cobertura vegetal y nuevos desprendimientos en la corona, estilo múltiple ya que es una amplia zona en donde se encuentran varios eventos con las mismas características. Su distribución es creciente ya que tienen una componente ensanchada y otra retrogresiva en el progreso de desprendimiento.

En la parte inferior arcillolitas violáceas muy blandas altamente meteorizadas que presentan erosión en surcos. En la parte superior hay desarrollo de suelo residual de color amarillento rojizo. Se observan bloques rodados escasos antiguos que alcanzan 1 [m] de diámetro son cuarzo areniscas conglomeraticas de color amarillento con gránulos y guijos de cuarzo y feldespato poco cementados. Corresponde con la Formación Mugrosa (Tom) de edad E3. El detalle del material se puede ver en la fotografía de la Figura- 51.

Este movimiento sucede en áreas sin uso por lo que su actividad no genera ningún tipo de daño potencial. Por ello, la apreciación de del riesgo es muy baja.

Figura- 50. Área que presenta varios Flujos de tierra. Movimiento registrado como 026702 en el SIMMA que se observó en la vereda de la Llana de Cascajales.



Fuente: Autor

Figura- 51. A la derecha zona de desprendimiento del flujo principal. A la izquierda detalle del material que se está moviendo, desarrollo de suelo residual, cambio de tonalidades por meteorización y cobertura vegetal. Movimiento de inventario SIMMA 026702. Observado en la Llana de Cascajales.



Fuente: Autor

6.1.1.4 Municipio de Simacota

El Municipio de Simacota está demarcado por barreras naturales y se encuentra abarcando terrenos sobre la Cordillera Oriental (Serranía de Yariguies) y sobre el Valle del Magdalena Medio con alturas que oscilan entre los 90 y 3400 m.s.n.m.

Simacota está dividido en dos regiones el Bajo Simacota y Alto Simacota, este primero está cubierto en gran parte por la Plancha 119 Barrancabermeja VMM; el

Bajo Simacota está compuesto por los corregimientos de Vizcaína, La Rochela y la Aguada

Los movimientos de captura tipo inventario registrados para este municipio en esta región son: en la vereda vizcaína baja el registro número 26802 y en la vereda la Esperanza el registro 26803. Su ubicación se detalla en la Tabla 14.

Tabla 14. Georreferenciación de puntos de inventario cargados en el sistema de información de movimientos en masa SIMMA en el Municipio de Simacota en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM

N° Registro SIMMA	Coordenadas Geográficas Latitud Longitud Altura	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico
26803	6°49'28,4267"N 73°49'10,7943"W 148	1028501 1246432 148	Cerca de Aguas Blancas Bajas-Simacota Bajo, vía de las Palmas al Guayabal. Zona de inflexión del flanco E de un Sinclinal y el Flanco W de un anticlinal cuyo eje ha sido desplazado por una falla; ubicados el W del sinclinal. De Infantas. Finca los medios en la Vereda la Esperanza.
26802	6°51'41,42732"N 73°51'3,48315"W 122	1025039 1250516 122	Vía que lleva de tres esquinas a la línea del ferrocarril del Atlántico. Sector Aguas Blancas en la vereda Vizcaína Baja.

Fuente: Autor

En la Vereda la Esperanza en el sitio conocido como Aguas Blancas se encontró también el movimiento registrado en el SIMMA como 026802, se trata de un suelo residual café amarillento con cristales de cuarzo y feldespatos redondeados tamaño de grano medio y fino, en una matriz gris meteorizando a color rojo y amarillo. Corresponde con el Grupo Real de edad N1.

El movimiento es de tipo reptación subtipo reptación de suelos en estado reactivado, estilo único y distribución creciente. Modelado en lomo alargado denudacional con ladera de gradiente moderado a abrupto convexo con valles en V apretadas, el movimiento se da debido al sobre pastoreo de ganado vacuno en el área hay meteorización química causando erosión pluvial y erosión laminar. Es un movimiento muy lento y permite el crecimiento de cobertura vegetal a medida que hay desplazamiento de masa. La Figura- 52 es una fotografía panorámica del movimiento.

Este movimiento representa un riesgo muy bajo debido a que no hay áreas que se puedan ver comprometidas por el movimiento además de que es muy lento el desplazamiento.

El movimiento se da a lo largo de la ladera por esto se tomaron varias coordenadas:

1025039 E; 1025314 E; 1025174 E

1250516 N; 1250475 N; 1250505 N

122 Altura; 146 Altura; 127 Altura

Figura- 52. A la izquierda panorámica de ladera con corrimientos de suelo debido a sobre pastoreo de ganado vacuno. A la derecha detalle del material que se está moviendo, erosión laminar, meteorización química evidenciado en el cambio de

tonalidades, desarrollo de suelo residual y escasa cobertura vegetal. Movimiento registrado como 026802 en el SIMMA. Se observa en la vereda Vizcaína Baja.



Fuente: Autor

El movimiento registrado por el SIMMA como 026803 son capas gruesas de arenisca conglomerática con matriz de grano fino medianamente cementadas, redondeadas y bien calibradas color amarillorrojizo con clastos subredondeados a angulares de lodolitas y areniscas de grano muy fino intercaladas con finas capas de arenisca de estratificación plano paralela y con laminación cruzada con textura clástica, los clastos son tamaño arena media y gruesa predominantemente feldespática, también hay cuarzos y algunos fragmentos oscuros posiblemente metamórficos en una matriz de arena fina y media, tiene color ocre-amarillento y se parte en tablas. Corresponde con Grupo Real de edad N1.

El movimiento es de tipo caída de detritos son caídos de detritos en estado activo, estilo único y distribución ensanchada que ocurren en un afloramiento rocoso con gradiente alto escarpado de rocas sedimentarias estratificadas, donde los agentes erosivos han modelado cárcavas, surcos y abarrancamientos. Los detritos y bloques de rocas caen por colapso gravitatorio debido a la meteorización química debido a la erosión pluvial, se determinó que el factor detonante es la lluvia y como factor contribuyente a la descompresión mecánica debido a la cercanía con un eje de anticlinal. La Figura- 53 es una fotografía panorámica del movimiento y la Figura- 54

es una fotografía de grietas de desecación debido a la intensa meteorización y erosión presente en el área debido a episodios de humectación-desecación.

En este punto de la vía hay una Y; una principal que se usa para llegar a Bajo Simacota y otra vía alterna que conduce por algunas Fincas como la Finca Los Medios en al mismo destino, por la parte de atrás de la vía más principal hay una vía abandonada por los constantes colapsos de rocas y material detrítico que caen de un afloramiento sedimentario el daño se aprecia como severo. La otra vía también sufre daños, pero la gente del sector la abre cada vez que se tapa tras cada ola invernal el daño es leve. El daño registrado para este punto es moderado.

Hay bastante erosión surcos, cárcavas y abarrancamientos, algunos de ellos a lo largo de una de las vías, hay evidencias de hidratación y desecación en grietas y costras de desecación por la parte de arriba y abajo del afloramiento. El área es relativamente extensa, por lo que se tomaron varias coordenadas.

1028579 E; 1028501 E

1246222 N; 1246432 N

100 Altura; 148 Altura

Figura- 53. Caída de detritos (026803) Estado de erosión severa observado en la vereda la Esperanza.



Fuente: Autor

Figura- 54. Grietas de desecación debido a la humectación y posterior desecación, registro SIMMA .26803. observado en la vereda la Esperanza.



Fuente: Autor

6.1.1.5 Municipio de El Carmen de Chucuri

El municipio de El Carmen está ubicado en el piedemonte occidental de la cordillera Oriental en una semi-montañosa. El sector que cubre el área de estudio para este municipio no se encontró movimientos apreciables para la escala de trabajo.

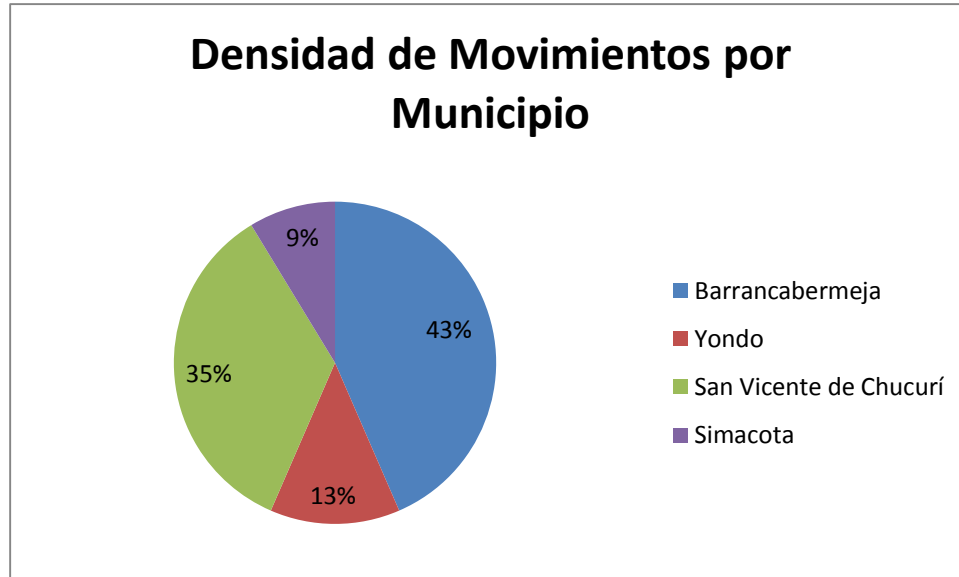
6.1.1.6 Municipio Puerto Parra

El municipio de Puerto Parra se encuentra ubicado al occidente del departamento de Santander, sobre la margen derecha del valle del río Magdalena y posee una extensión de 761,04 Km². Su clima es tropical Húmedo, con fuertes precipitaciones caen alrededor de 2950mm anuales. El sector que cubre el área de estudio representa a este municipio con áreas planas a suavemente onduladas, sin presencia de movimientos en masa.

6.1.2 Indicadores estadísticos morfodinámicos

Las características litológicas y geomorfológicas en los diferentes municipios cambian y hacen que algunos sectores sean más vulnerables a presentar movimientos en masa que otros. La Figura- 55 es una gráfica que representa la densidad de movimientos presentes en el área de estudio por municipios. El municipio con mayor cantidad de movimientos en masa es Barrancabermeja, en el que se caracterizaron el 43% de eventos, le siguen San Vicente de Chucuri (35%), Yondó (13%) y Simacota (9%), los municipios de Puerto Parra y el Carmen de Chucurí no aparecen en la gráfica debido a que el territorio perteneciente a estos municipios presente en el área objeto no tuvo ningún registro.

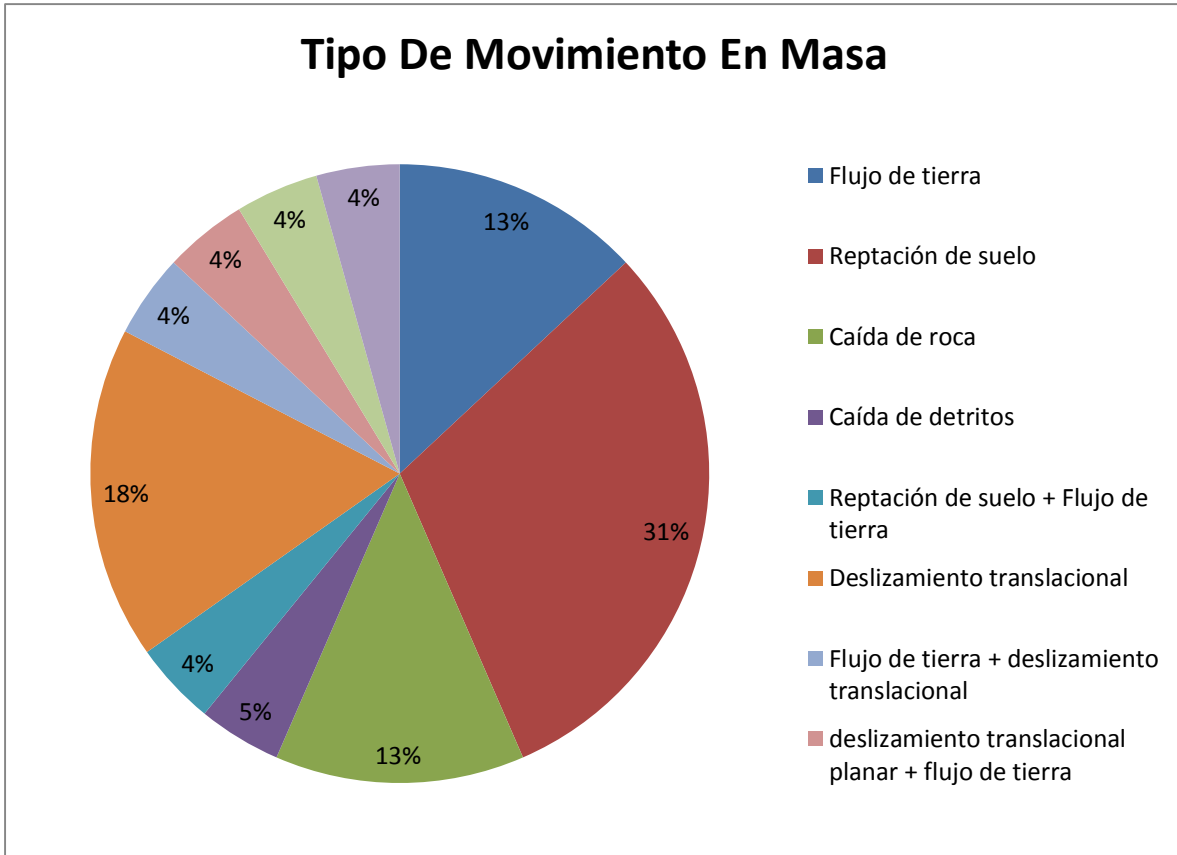
Figura- 55. Densidad de movimientos presentes en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM por municipios.



Fuente: Autor

En la Figura- 56 es una gráfica de la que se tiene como resultado que los movimientos activos y reactivados encontrados son la mayoría de reptación y deslizamientos traslacionales, seguidos por movimientos de flujos y caídas, asimismo se observan movimientos compuestos.

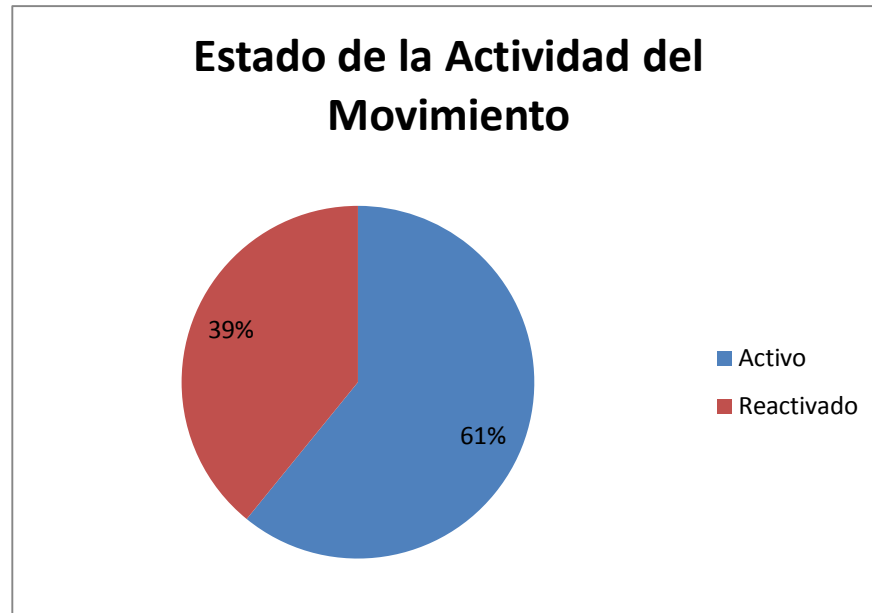
Figura- 56. Distribución de la densidad de movimientos en masa según su mecanismo.



Fuente: Autor

Los eventos que se observaron en la recolección de información fueron movimientos con estado activo o reactivado, debido a que son movimientos que están representando daños de diferente tipo. La Figura- 57 refleja que hay más nuevos movimientos que movimientos en sitios donde ya había ocurrido algún evento. Esta información nos permite tener en cuenta sitios que representan un problema constante de movimientos en masa y otros que se están activando debido a la influencia del hombre y hay movimientos que se están afianzando ya sea por la presencia de nueva cobertura vegetal o por la estabilización de la ladera.

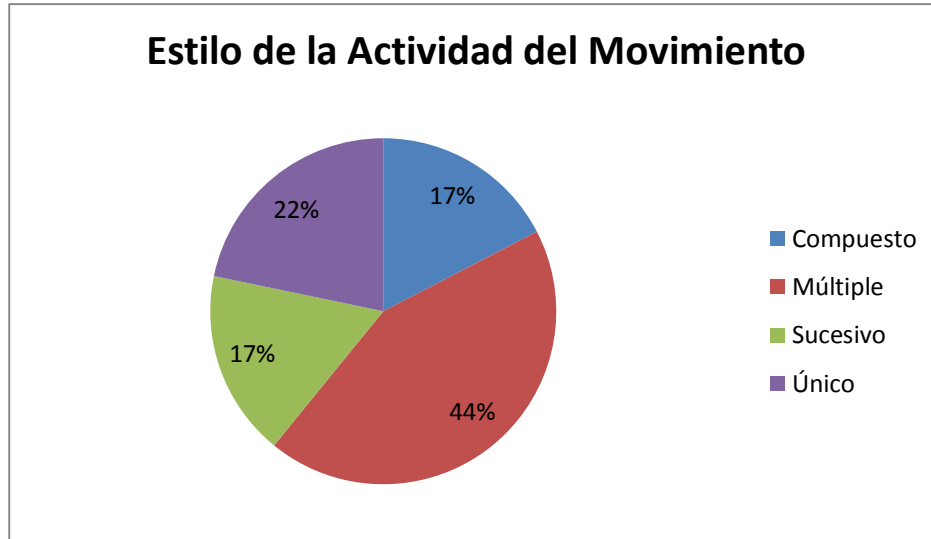
Figura- 57. Distribución de la densidad de Estado de la actividad de movimiento de los eventos inventario recogido para la Plancha 119- Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

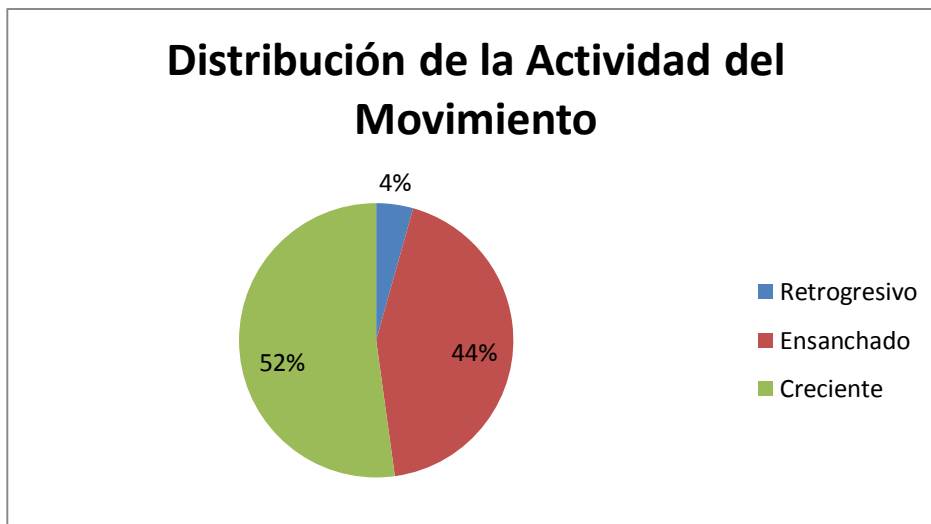
En cuanto al estilo y la distribución se encontró que más de la mitad de los movimientos son de distribución creciente (52%) debido a que la mayor parte de ellos, presentan un crecimiento en más de una dirección, otra gran parte son ensanchados (44%) y unos pocos retrogresivos (4%) lo que se puede apreciar en la gráfica de la Figura- 58. En cuanto al estilo de las actividades, la mayor parte son múltiples (44%) ya que los movimientos se han reactivado luego de cada época invernal presentando el mismo tipo de movimiento en cada nuevo evento. También se presentan varios movimientos de estilo único (22%), compuesto 17%) y sucesivo (17%). La Figura- 59 es una gráfica en donde se observan los estilos predominantes en los movimientos en masa registrados en el área de estudio. Estos dos son los parámetros para definir la actividad de movimiento.

Figura- 58. Estilo de la actividad de movimiento de los eventos inventariados para la plancha 119 Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

Figura- 59. Distribución de la densidad de la actividad de movimiento de los eventos inventariados para la plancha 119 Barrancabermeja VMM

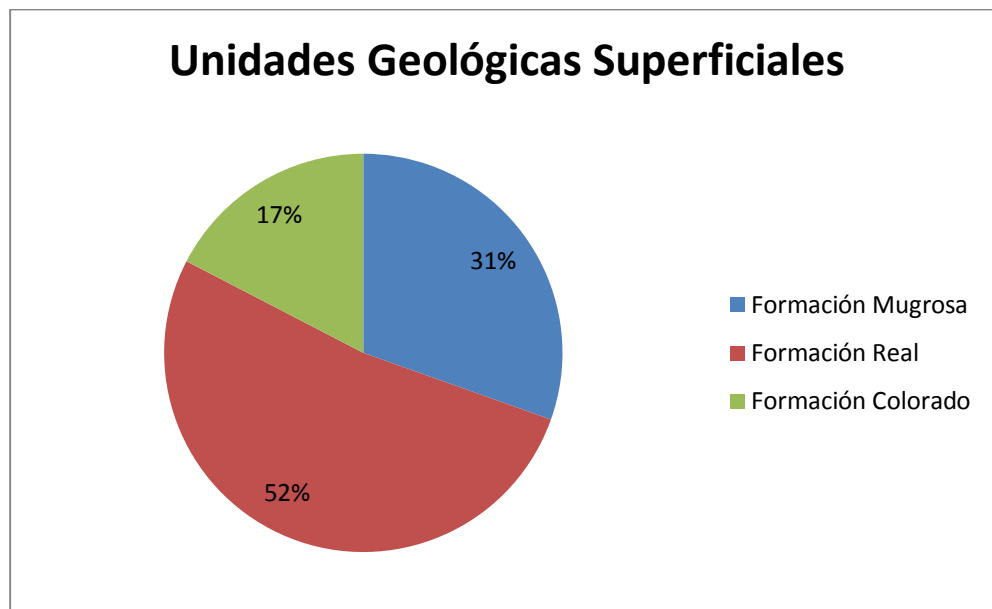


Fuente: Autor

Las unidades geológicas superficiales encontradas en el área de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM son unidades sedimentarias del Cretácico, Neógeno y

Cuaternario con alto grado de erosión y meteorización. También se presentan cuerpos de agua entre las que hay lagunas, quebradas, caños y ríos principales y secundarios. En la captura de información realizada por la plancha se encontró que son solo las unidades cretácicas que presentan estos movimientos como Grupo Real (Tmr), Formación Colorado (Toc) y Formación Mugrosa (Tom), siendo el Grupo Real la que más movimientos en masa presenta, la Figura- 60 es una gráfica en donde se ilustra la densidad de movimientos en masa presentes en cada unidad.

Figura- 60. Unidades geológicas aflorante en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM

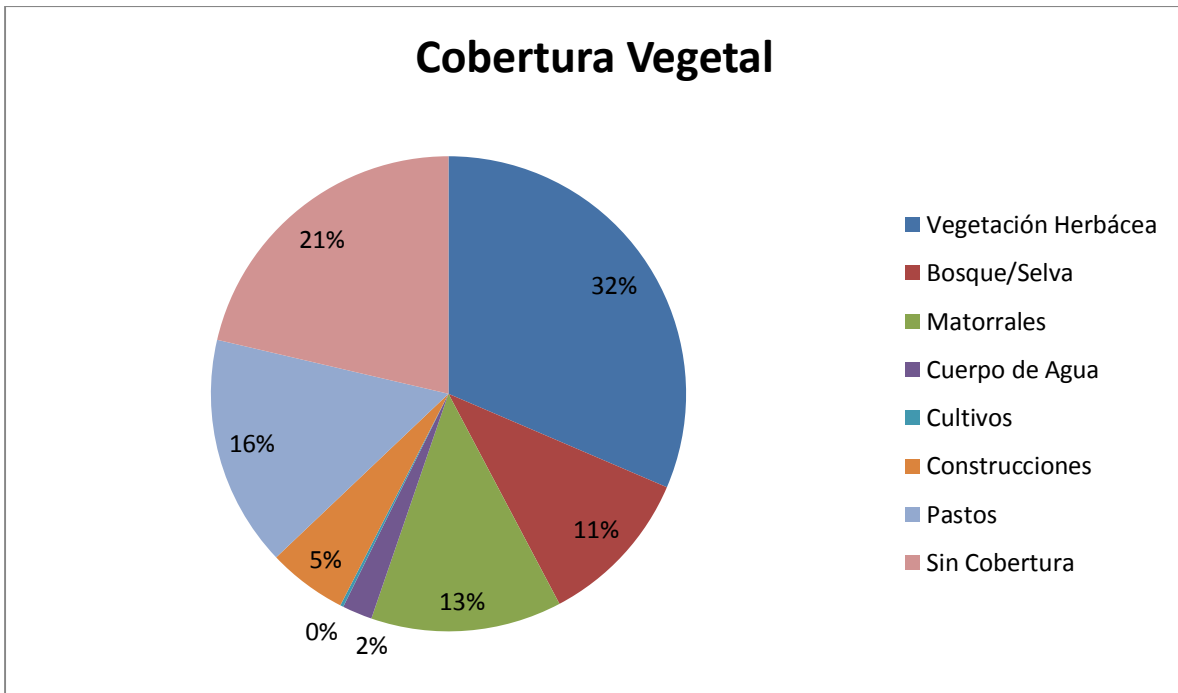


Fuente: Autor

De la cobertura de suelo en las áreas con movimiento en masa en la Plancha 119-Barrancabermeja VMM muestra como gran parte de las áreas en las que se observaron deslizamientos tienen cobertura vegetal escasa ejerciendo un control parcial debido a que los patrones erosivos y de meteorización son bastante agresivos en esta plancha; aunque el 21% del área se registró sin cobertura, existe vegetación herbácea de 32%, pastos 16%, matorrales 13%, Bosque 11%, construcción 5% y 2% cuerpos de agua. La Figura- 61 es una gráfica que ilustra las diferentes coberturas

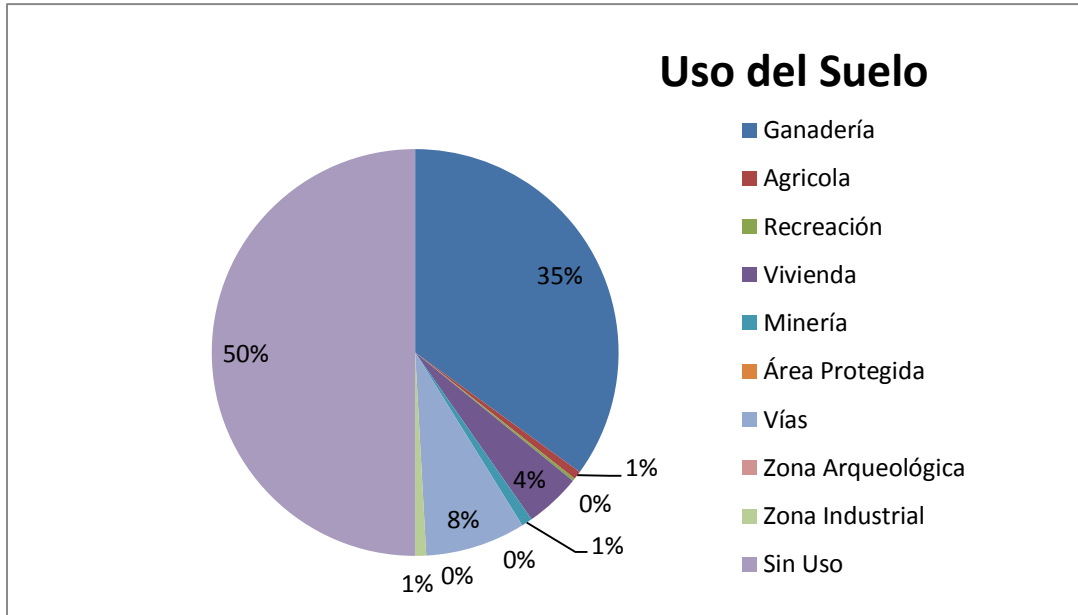
presentes en los sitios con movimientos en masa. También, la gráfica de la Figura-62 muestra como el 50% de las áreas no tienen uso, otra gran parte (35%) son áreas de ganadería, (8%) vías, (4%) viviendas y (1%) zona industrial y (1%) Minería.

Figura- 61. Distribución de la cobertura de suelo en las áreas con movimiento en masa en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

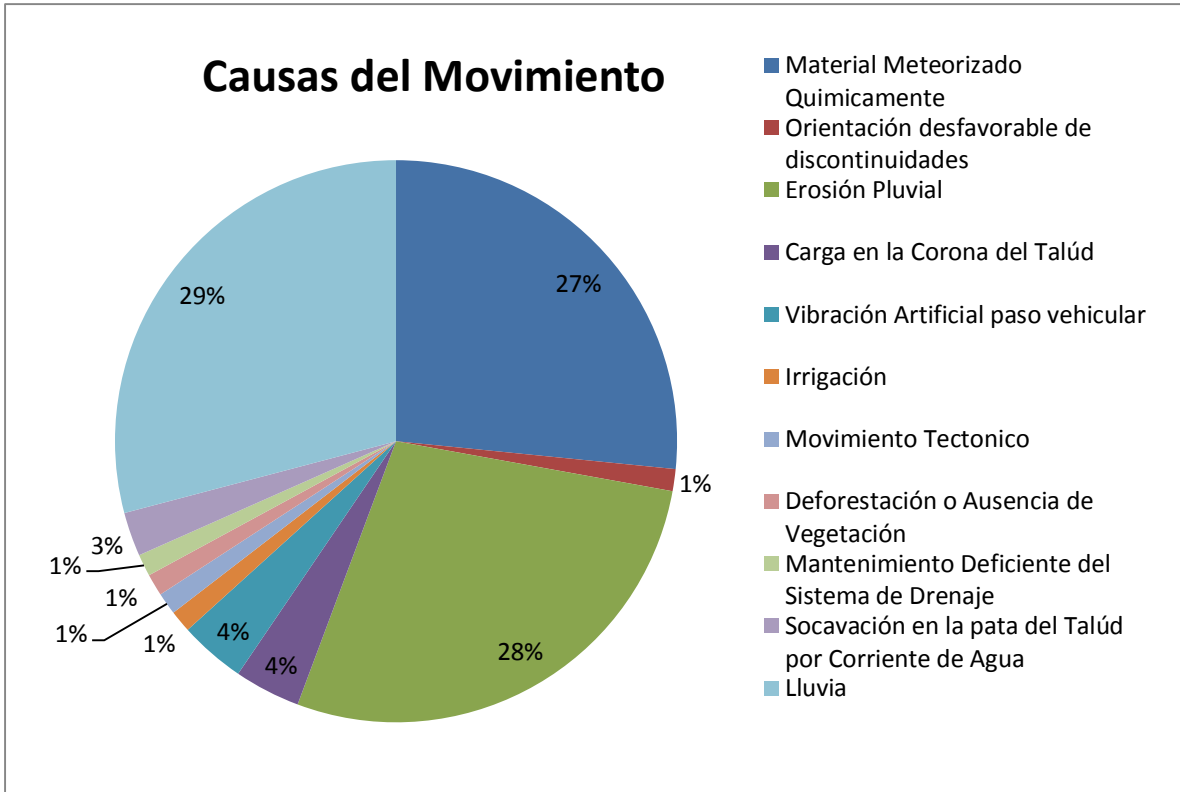
Figura- 62. Distribución del uso de suelo en las áreas con movimientos en masa en la Plancha 119- Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

Las razones por la que se presentan gran parte de movimientos en masa se ilustran en la Figura- 63. Es una gráfica de las causas que generaron los eventos, se tiene como factor detonante es la lluvia en un 29%, también se debe a la erosión pluvial (28%) y al material esta meteorizado químicamente (27%) otros factores contribuyentes son la vibración artificial debido al paso vehicular por las vías y carga en la corona del talud y en algunos casos socavación en la pata del talud por alguna corriente de agua estos principalmente. Hay otros factores antrópicos que contribuyen a que se den los movimientos.

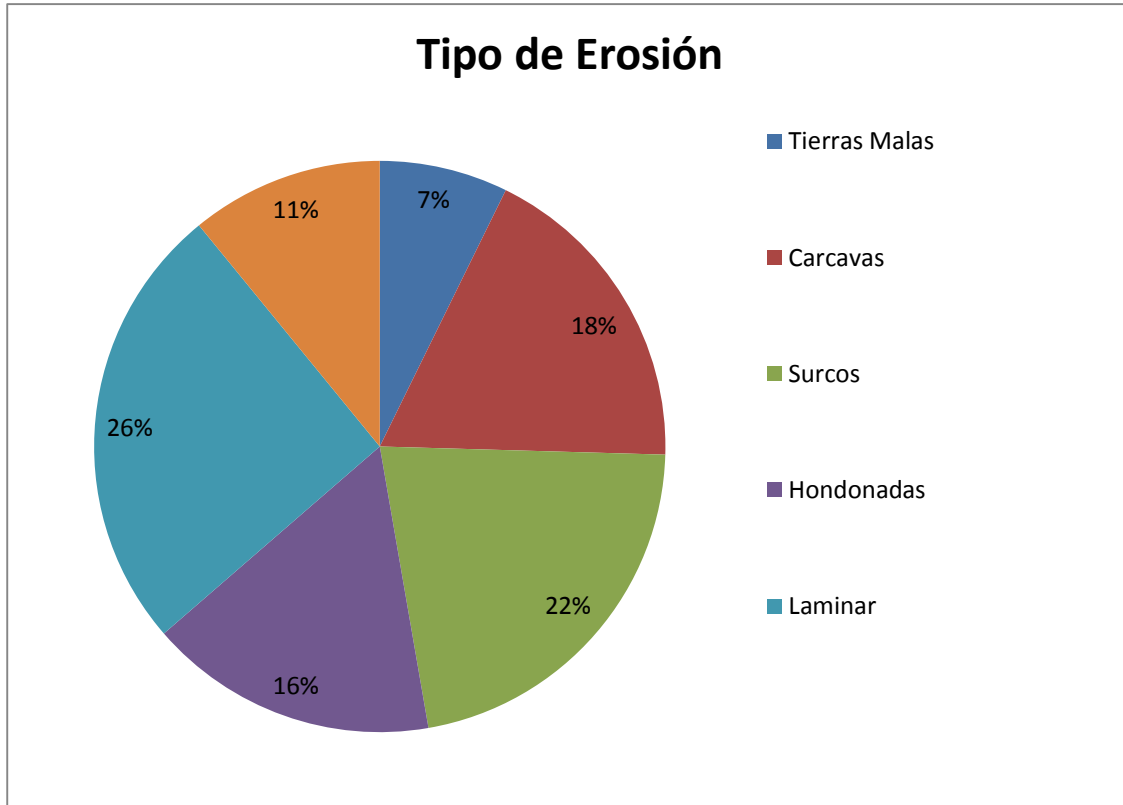
Figura- 63. Causas de Movimientos registrados en inventario para la Plancha 119 Barrancabermeja VMM.



Fuente: Autor

La zona comprendida por la Plancha 119 Barrancabermeja VMM es una zona que presenta extensas manifestaciones de erosión con la siguiente distribución plasmada en la Figura- 64 se tiene en la zona de los movimientos que de tipo laminar 26%, surcos 22%, cárcavas 18%, hondonadas 16%, Tierras malas 7% y otros tipos de erosión como Chimeneas de Hadas, Estoraques, grietas y costras de desecación) que representan el 11%.

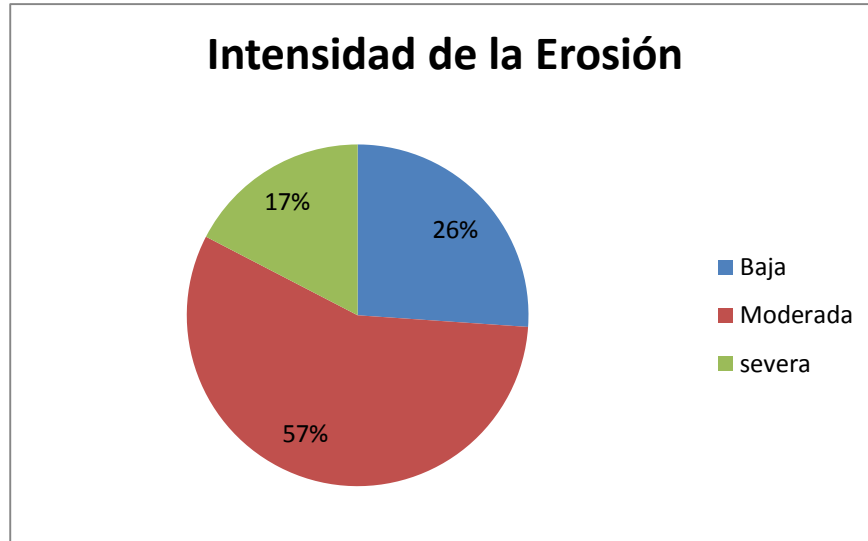
Figura- 64. Erosión activa en el área de influencia de los movimientos en masa presentes en el área de estudio.



Fuente: Autor

La intensidad de la erosión se ve en la Figura- 65 es una gráfica de la distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según el grado de intensidad de erosión asociada como se ve el 57% moderada, 26% baja y 17% severa

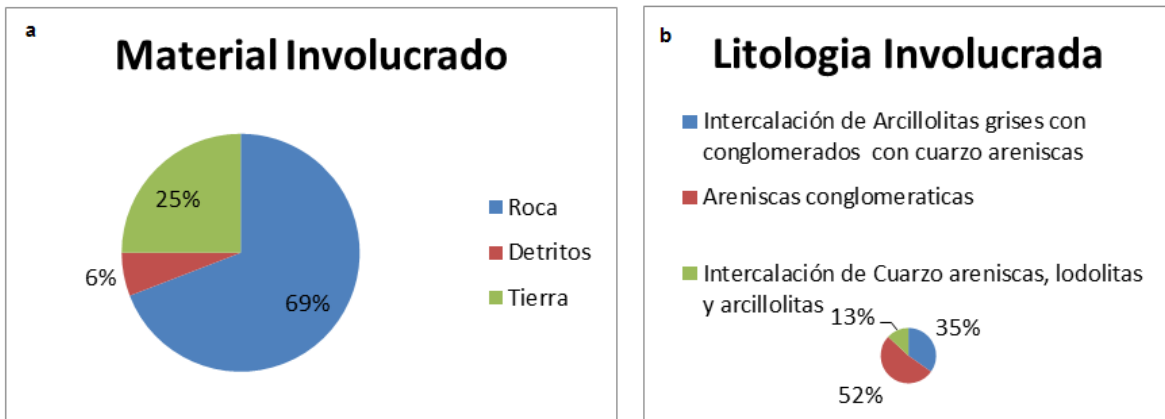
Figura- 65. Distribución de densidad de movimientos en masa inventariados según el grado de intensidad de erosión asociada.



Fuente: Autor

Frente al material involucrado en el movimiento la Figura- 66 permite concluir que el 69% son rocas, 25% detritos y 6% tierra, que corresponde naturalmente con el material de las litologías en los diferentes deslizamientos 52% areniscas conglomeraticas, 35% intercalaciones de arcillolitas grises con conglomerados con cuarzo arenisca. 13% intercalaciones de cuarzo arenisca, lodolitas y arcillolitas.

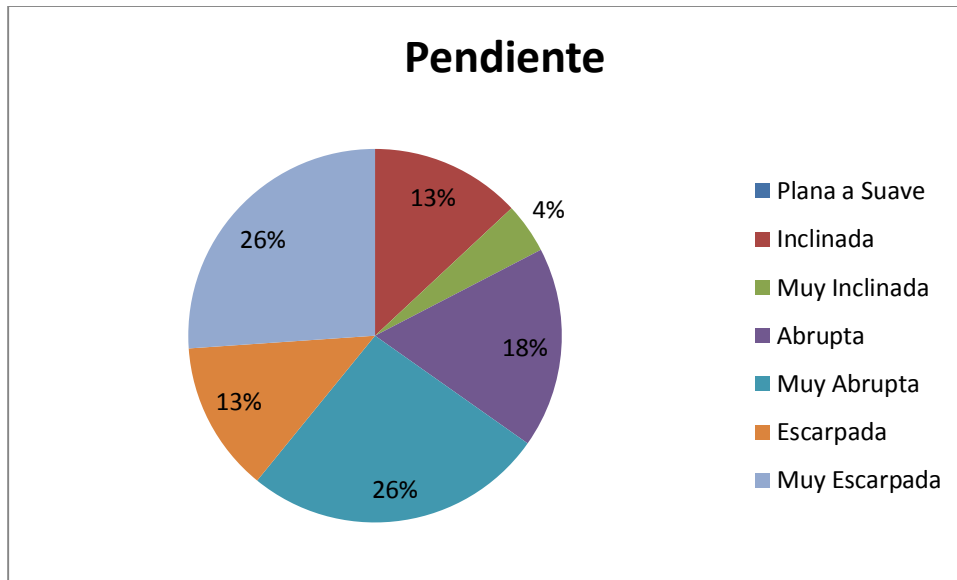
Figura- 66. (a) Material involucrado y (b) Litología involucrada en los movimientos en masa inventariados para el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA



Fuente: Autor

La inclinación de la ladera en el sitio del movimiento en general no es la inclinación natural del terreno, sino que ha sido deformada, es por ello que la inclinación se observa en la ladera no afectada por el movimiento; la inclinación de las laderas del relieve circundante a los movimientos registrados se ilustran en la gráfica de la Figura- 67 de la que se concluye que las laderas tienen inclinaciones muy abruptas 26%, muy escarpadas 26%, abrupta 18%, escarpada 13%, inclinada 13% y 4% muy inclinada, con dificultad se encontraron que las laderas que presentan movimientos en masa y que fueron registradas para el Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA sea Planas a Suaves, aunque la topografía de la plancha en general es bastante llana, los deslizamientos se dan en laderas de lomos y cerros. Figura- 67

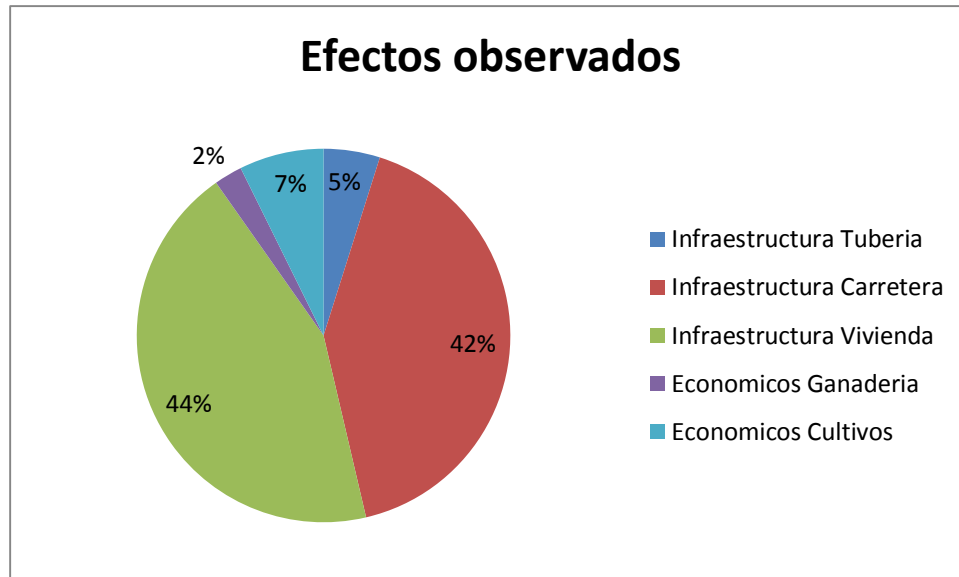
Figura- 67. Inclinación de la ladera que presenta el relieve circundante.



Fuente: Autor

Las áreas en que se producen los movimientos en masa son áreas de veredas lejanas y sectores rurales, varios de los movimientos registrados afectan a la infraestructura de vías (42%) ya que generan colapsos sobre las carreteras que generan su deterioro o en otros casos el movimiento tiene una vía en su corona de desprendimiento así mismo se encontraron viviendas (44%) con daños en su infraestructura o en zonas de alto riesgo. También, se han afectado cultivos, potreros, establos de ganado y hay tuberías que transportan hidrocarburo suspendidas en el aire porque el corrimiento de material las ha dejado en este estado. Los efectos de los movimientos registrados se plasman en la grafica de la Figura- 68 donde la mayor cantidad de daños ocasionados han sido a viviendas y carreteras.

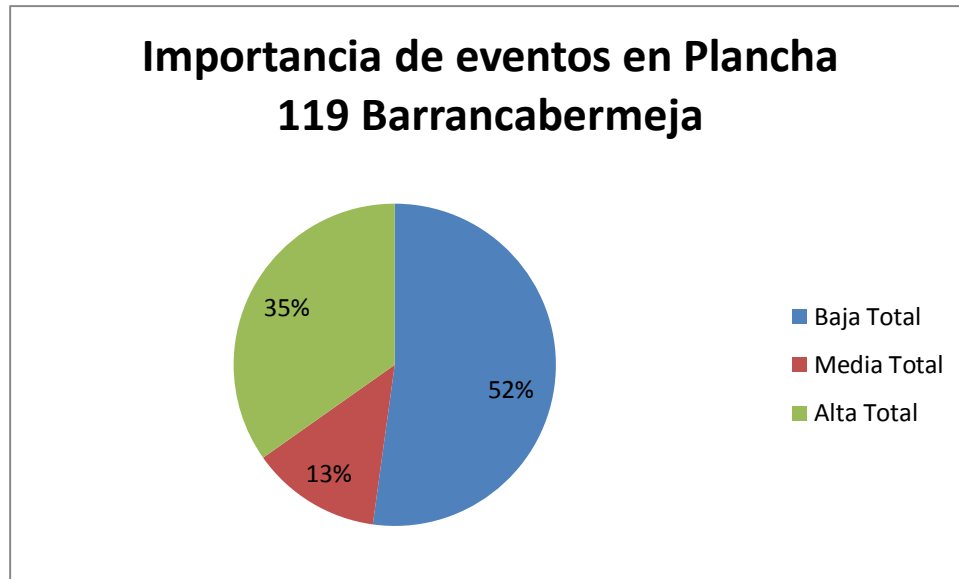
Figura- 68. Efectos observados por causa de movimientos en masa en la plancha 119 Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

Los eventos que se dan en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, que fueron registrados en el inventario del Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA se les determinó una importancia relativa basados en el tipo de movimientos, sus características dinámicas, su estado de deterioro y los daños que pueden llegar a generar; la grafica de la Figura- 69 indica que la mayoría de movimientos son de baja importancia (52%), esto debido a que la mayor parte de estos movimientos se dan en zonas rurales, se trata de sitios recónditos y de acceso difícil, se consideró de importancia alta el 35% de las actividades ya que su actividad afecta la vida o calidad de vida de seres humanos, 13% de los eventos se les asignó importancia media o moderada, debido a que no representan riesgo alto a la vida humana, aunque si pueden llegar a representar daños económicos.

Figura- 69. Importancia de los eventos de movimientos en masa en la plancha 119 Barrancabermeja VMM



Fuente: Autor

6.2 GEOMORFOLOGIA DE LA PLANCHA 119 BARRANCABERMEJA VMM

La Plancha 119 Barrancabermeja está ubicada en el valle medio del Rio Magdalena y comprende el área limítrofe de los departamentos de Antioquia y Santander, hacia el este tiene levantamientos estructurales debido al piedemonte occidental de la Cordillera Oriental.

Se encontraron tres tipos de ambientes morfogenéticos, que son (1) denudacionales que predominan con un 55.89% (1355.5 km²) y se encuentran modelando gran parte de la plancha, (2) Estructurales representando un 4.2% (101.82 km²) del área de estudio, afectados por intensa meteorización, observados hacia el este de la plancha, donde hay un dominio de rasgos estructurales debido a fallamientos y plegamientos y (3) relieve fluvial tallando el 39.9% (967.42 Km²) siguiendo los principales cauces activos de los Rio Magdalena, Cascajales, Oponcito, las Quebrada Vizcaína y Zarzal y algunas ciénagas y su área de influencia. El área

cubierta por estos ambientes se puede observar en el mapa de ambientes geomorfológicos en el ANEXO H

A continuación, en la Tabla 15, se relacionan las unidades geomorfológicas definidas para la Plancha 119 Barrancabermeja VMM según los criterios en este documento mencionados para la determinación de ambientes morfogenéticos, con el área y porcentaje de cubrimiento en la zona de estudio.

Tabla 15. Cuadro de unidades geomorfológicas de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, con su área y porcentaje de la unidad en el área.

Ambiente	Cód.	Unidad Geomorfológica	Área Km ²	Porcentaje de unidad %
Ambiente Denudacional (D)	Dco	Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción	19,22	0,79
	Dcrd	Colina residual disectada	98,64	4,07
	Dcrem	Cerro remanente o relicto	10,51	0,43
	Dcrs	Cerro residual	10,01	0,41
	Ddi	Deslizamiento Indiferenciado	1,31	0,05
	Deem	Escarpe de erosión mayor	19,98	0,82

	Deeme	Escarpe de erosión menor	4,85	0,20
	Dires	Lomo residual	42,38	1,75
	Dga	Glacis de acumulación	1,26	0,05
	Dge	Glacis de erosión	9,81	0,40
	DI	Lomerío indiferenciado	3,83	0,16
	Dld	Loma denudada	117,75	4,86
	Dlor	Loma residual	179,48	7,40
	Dmo	Montículos y ondulaciones denudacionales	452,84	18,68
	Dp	Planicie	190,57	7,86
	Dpn	Penillanura o Peniplanicie	193,06	7,96
Ambiente Estructural (S)	Se	Espinazo	4,44	0,18
	Sclc	Ladera de contrapendiente de Cuesta	41,29	1,70

	Sles	Ladera Escalonada	1,45	0,06
	Slfe	Escarpe de línea de Falla	2,80	0,12
	Ssan	Sierra Anticlinal	3,49	0,15
	Sshle	Ladera estructural de sierra homoclinal	0,12	0,00
	Sslp	Sierra y lomo de presión	12,87	0,53
	Sss	Sierra Sinclinal	25,68	1,06
	Sssle	Ladera de contrapendiente sierra sinclinal	9,68	0,40
Ambiente Fluvial (F)	Fca	Cauce aluvial	68,40	2,82
	Fbc	Barra compuesta	5,04	0,21
	Fbp	Barra Puntual	1,20	0,05
	Fbl	Barra longitudinal	14,40	0,59
	Flg	Laguna	50,13	2,07

	Ftas	Terraza de acumulación subreciente	147,04	6,06
	Fpi	Plano o llanura de inundación	546,76	22,55
	Fpl	Plano y artesa lagunar	4,56	0,19
	Fta	Terraza de acumulación	75,58	3,12
	Ftae	Escarpe de terrazza de acumulación	3,43	0,14
	Ftan	Terraza de acumulación antigua	11,67	0,48
	Fte	Terraza de erosión	33,63	1,39
	Ftee	Escarpe de terrazza de erosión	5,58	0,23
Total:			2424,75	100

Fuente: Autor

Las unidades geomorfológicas que a continuación se describen se definen en base a la metodología siguiendo criterios genéticos, morfológicos y geométricos, sin

discriminar los procesos dinámicos activos presentes. Ver ANEXO A. Mapa Geomorfológico de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM

5.2.1 GEOFORMAS DE ORIGEN DENUDACIONAL

Las geoformas agrupadas en origen denudacional son geoformas donde predominan procesos exógenos degradacionales, su forma es modelada por la acción de la meteorización pluvial y erosión, estas formas prevalecen y son afectadas por la nueva sedimentación.

La zona de estudio es un área afectada por fuertes procesos denudacionales, por ello son este tipo de unidades las que predominan, generalmente son áreas planas, ligeramente onduladas, montículos y lomas de diferentes características.

5.2.1.1 Cono y lóbulo coluvial y de solifluxión (Dco):

Esta unidad se encuentra por lo general en ladera de pendiente muy abrupta sobre la que se ha depositado un curso coluvial; los coluviones son de tamaños heterogéneos de areniscas de grano fino embebidas en una matriz areno limosa, hay evidencia de intensa meteorización y erosión. Esta es una geoforma típica de piedemontes, se encuentra en los límites de llanuras de inundación y prominencias topográficas alomadas o colinadas y se forman por procesos de transporte y deposición de este material coluvial a lo largo de laderas amplias.

Esta unidad se encuentra labrando a la Formación Umir al este de la falla de la Salina. También, se observa en la parte sur este de la plancha sobre la Formación Mugrosa, muy cerca del eje del Sinclinal de Andes. Asimismo, sobre el Grupo Real al este de la Falla de Infantas. Del mismo modo, se observa en ambos flancos de la Falla Casabe en territorio antioqueño.

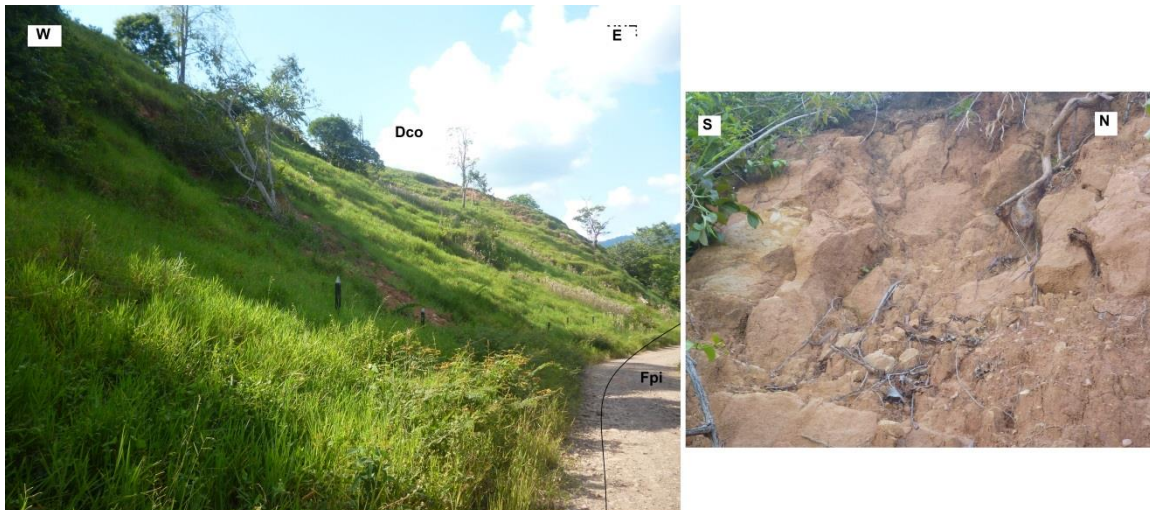
La ladera presenta pastos predominantemente en su cobertura vegetal y uso ganadería, los materiales que lo componen presentan meteorización que se

evidencia en el cambio de color de los coluviones y el desarrollo de una delgada capa de suelo residual color café rojiza que presenta movimientos de tipo flujo. Asimismo presenta un estado moderado de erosión laminar reciente.

También, presenta movimientos de reptación de suelo registrados en SIMMA con los números 26812, 26922 y 26811

En el sector conocido como la Llana Caliente en el Municipio de San Vicente de Chucuri, se observó esta geoforma presentando características muy similares a las descritas, la Figura- 70 muestra el perfil de la ladera sobre la cual hay un depósito coluvial. Este cono coluvial se encuentra a lo largo de una ladera recta de aproximadamente 55 m de altura en su nivel base local, inclinación de ladera abrupta, longitud corta y forma rectilínea, pendiente muy escarpada, tiene un índice de relieve bajo, el patrón de drenaje es subdendrítico. Asimismo presenta tipo de erosión laminar de intensidad moderada. La geoforma se encuentra modelando la Formación Mugrosa. En este sector se registra un movimiento de tipo traslacional de rocas, en estado activo, estilo múltiple, distribución ensanchado y de edad reciente el número de registro SIMMA es 26760.

Figura- 70. Ladera con depósito de abanico coluvial dominado por flujos hidrogravitacionales. La imagen corresponde con Dco del sector de la Llana Caliente en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander)



Fuente: Autor

5.2.1.2 Colina residual disectada (Dcrd):

Esta unidad geomorfológica se caracteriza por tener alturas que en el área de trabajo varían entre 50-70 m de altura en su nivel base local con cimas agudas y estrechas, laderas convexas y pendientes muy abruptas, de índice de relieve bajo. Está asociada con rocas que han sufrido tectonismo y con desarrollo de una delgada capa de suelo residual. El material ha desarrollado erosión esferoidal y alto grado de disección en U, posiblemente debido a que se han desarrollado sobre rocas blandas fracturadas.

Se forman debido al alto grado de meteorización y erosión; esta geoforma se encuentra tallando al Grupo Real a ambos lados de la Falla Infantas y sobre el eje del Anticlinal de San Luis. Esta unidad presenta en el área de estudio y sobre el Grupo Real algunos movimientos de tipo deslizamiento que han sido registrados en el SIMMA con los números 26816, 26817, 26743 y 26745.

La Figura- 71 muestra esta unidad observada en el sector conocido como San Luis en el municipio del Carmen de Chucuri. Esta geoforma presenta escasa cobertura vegetal dominada por pastos y cuyo uso principalmente corresponde con ganadería; por lo que en algunos sectores presenta corrimientos de suelo debido al sobrepastoreo de ganado vacuno en forma de terracetas, también se observa erosión esferoidal. El grado de meteorización es intermedio y se evidencia en el cambio de color del material geológico. Hay desarrollo de una delgada capa de suelo residual.

En el sector conocido como el Limoncito en San Vicente de Chucuri sobre el Grupo Real se registró en el Sistema de Información de Movimientos en Masa un movimiento de tipo reptación de suelo sobre esta geoforma. El número de registro es el 26818.

Figura- 71. Prominencia topográfica de morfología colinada, ladera y cima muy disectada y erosión esferoidal (Dcrd) observada en la vereda San Luis del municipio del Carmen de Chucuri (Santander).



Fuente: Autor

5.2.1.3 Cerro Remanente o Relicto (Dcrem)

Prominencia Topográfica aislada de morfología alomada que sobresale de la topografía circundante, presenta cima redondeada y estrecha, con ladera de longitud corta y que varía de cóncava a convexa. Presenta meteorización diferencial. Se forman debido al alto grado de meteorización y erosión propias del ciclo denudativo

que domina esta área de estudio. Se encuentra sobre la Formación Colorado en el flanco occidental de la Falla de Infantas.

Esta unidad geomorfológica. Presenta cobertura vegetal preferentemente de pastos, vegetación herbácea y matorrales y aunque la mayoría del área tiene como uso ganadería o sin uso, gran parte es destinada para uso industrial en la explotación de hidrocarburos. El patrón de drenaje es subdendrítico. Asimismo presenta un alto grado de meteorización y desarrollo de una capa muy delgada de suelo residual color amarillento. Del mismo modo se encuentra que hay erosión de tipo laminar y en terracetos formados por la lluvia y el sobrepastoreo de ganado vacuno. Los movimientos de suelo observados en este sector son debido a la ganadería y al uso industrial pero no son representativos de la escala de trabajo, debido a ello no se registran en el sistema de información de movimientos en masa. La Figura- 72 presenta un ejemplar de esta unidad observada en el municipio de Barrancabermeja.

Figura- 72. Morfología alomada aislada (Dcrem) observada en el sitio conocido como la Cira, en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja (Santander).



Fuente: Autor

5.2.1.4 Cerro Residual (Dcrs):

Prominencia topográfica aislada de morfología alomada, cimas redondeadas, ladera convexa larga de pendiente escarpada, desarrollo de una capa gruesa de suelo residual. Presenta intensos procesos de meteorización diferencial.

Esta unidad se observa mediante imágenes modelando al Grupo Real en el sector de Pozo Nutria II en el municipio de San Vicente de Chucuri (Santander), es decir,

en la parte central-este entre los ejes del Sinclinal Peña de Oro y el Anticlinal de San Luis.

5.2.1.5 Cono de deslizamiento Indiferenciado (Ddi):

Cono y lóbulo de tierra de morfología baja, Sus principales características morfológicas son pendientes recta y semiescalonada. Se observa esta geoforma de origen denudacional al límite este y central de la plancha sobre la Formación Umir en el Flanco este de la Falla de la Salina. Asimismo, se observa mediante imágenes en la zona central de la plancha para el sector conocido como campo seis en la vereda del Centro del Municipio de Barrancabermeja, al occidente de la Falla de Infantas modelando a la Formación Colorado. En el sector conocido como Barrasanta en la vereda Los Laureles en el municipio de Barrancabermeja (Santander) se presentan varios deslizamientos y flujos activos de estilo único y distribución creciente; el material es ligeramente húmedo y con una baja plasticidad. Presentan erosión laminar reciente en estado moderado. Se observan lo largo de las laderas iniciado por procesos intensos de reptación. Este movimiento fue registrado en SIMMA con el número 26824. La Figura- 73 presenta fotografía panorámica de esta unidad denudacional.

Los usos que tiene el suelo en este sector son ganadería, industrial y vías; y la cobertura del suelo es principalmente pastos, vegetación herbácea y matorrales.

Figura- 73. Deslizamiento Traslacional en la vereda Laureles, en donde varias laderas de montículos denudacionales presentan deslizamientos traslacionales y flujos de suelo iniciado por procesos de reptación presentan riesgo alto.



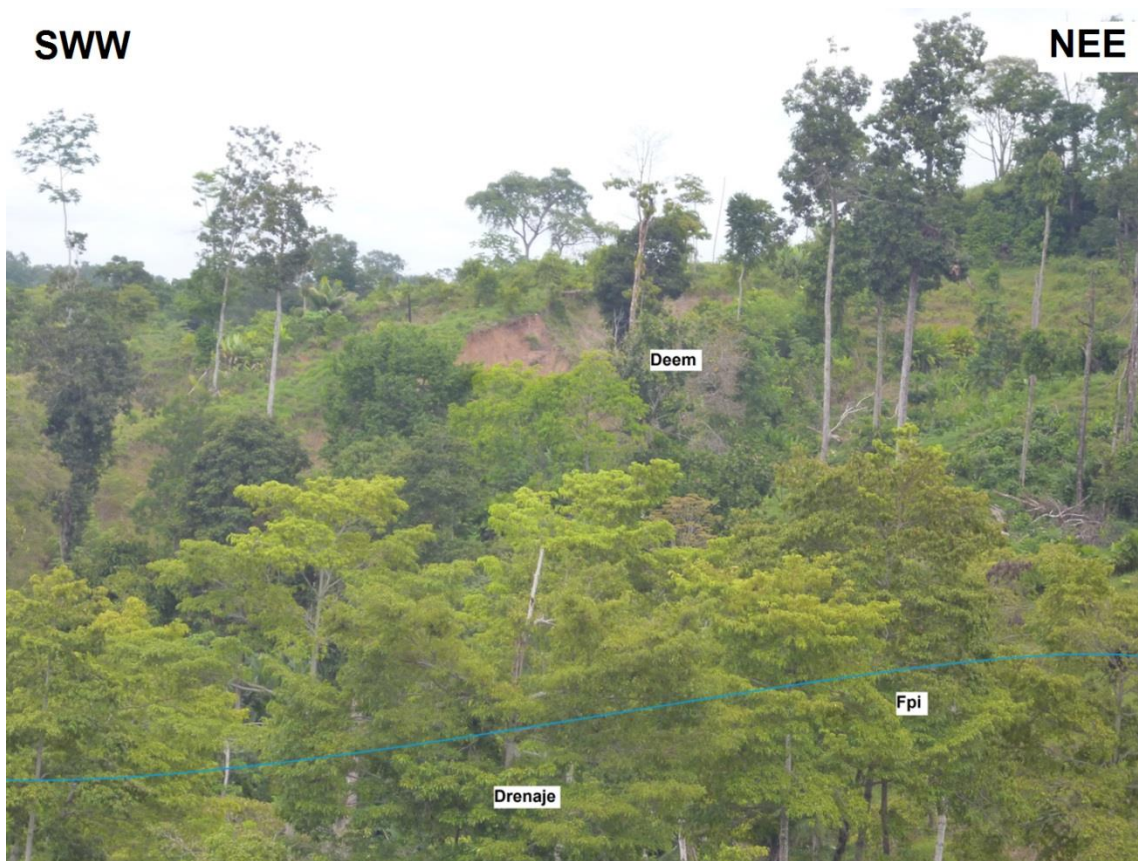
Fuente: Autor

5.2.1.6 Escarpe de Erosión Mayor (Deem):

Escarpe de longitud corta de forma cóncava y eventualmente recta, formada debido a la socavación fluvial lateral del Rio Oponcito, hay pequeños movimientos en masa remontantes a lo largo del drenaje, se pueden ver en sectores cicatrices de arrancamiento de material por colapso gravitatorio ocasionado también por inestabilidad en la pata del talud que no apreciables a la escala de trabajo. El escarpe a lo largo del rio y su llanura de inundación, es modelado por la Formación Colorado al este y oeste, y por el Grupo Real en un tramo central de la geofoma. La parte este

cartografiable del escarpe esta sobre el eje de la Falla de Arrugas y el eje del Sinclinal Peña de Oro. La Figura- 74 presenta esta unidad donde se observa con una densa cobertura vegetal representada por bosque y matorrales predominantemente y sin uso. Además, luce bastante meteorizada y con procesos de erosión debido a la socavación del drenaje, hacia su parte superior desarrolla suelo residual color café amarillento y hacia la base está limitado por llanura de inundación.

Figura- 74. Escarpe formado por la socavación lateral del Rio Oponcito observado por la via que conduce de Yarima hacia Albania en el municipio de San Vicente de Chucuri (Santander)



Fuente: Autor

5.2.1.7 Escarpe de Erosión Menor (Deeme):

Escarpe de longitud muy corta, cóncavo y eventualmente recto, de relieve bajo. Con pendientes muy escarpadas. Se observa esta unidad en la Formación Umir sobre la falla la Salinas. Asimismo, modelando a la Formación Colorado en el cruce entre el Rio Cascajales y el Rio Oponcito. Del mismo modo, se observa hacia la parte norte central de la plancha cerca a la vereda el Centro de Barrancabermeja (Santander), al occidente de la Falla de Infantas y sobre el Grupo Real. La Figura- 75 muestra esta unidad que se forma por procesos de erosión. Se producen movimientos en masa, entre ellos uno de registro inventario 26814. Presenta cobertura predominantemente pastos y su uso es ganadería e industrial. Desarrolla una delgada capa de suelo residual color rojizo amarillento por el estado de meteorización del material parental que es el Grupo Real.

Figura- 75. Escarpe (Deeme) formado por socavación de un drenaje menor con una amplia llanura de inundación. En algunos sectores se producen movimientos en masa de tipo Deslizamiento Traslacional. Fuertes procesos erosivos por la vía que conduce de Barrancabermeja a Bucaramanga.



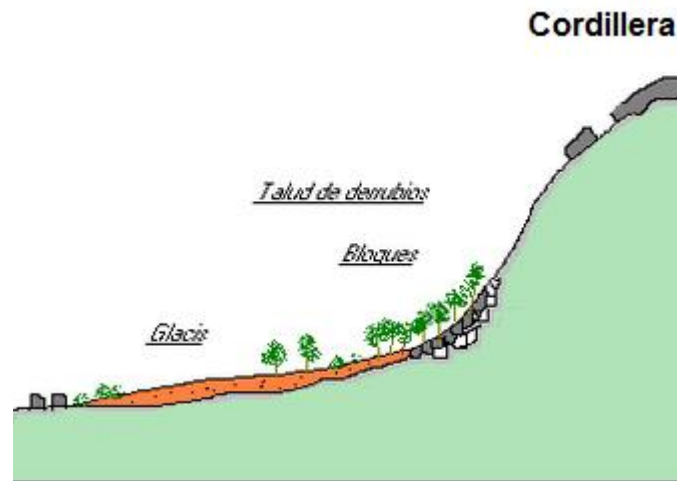
Fuente: Autor

5.2.1.8 Glacis de acumulación (Dga):

Superficie de acumulación de longitud muy larga de forma convexa, suavemente inclinada, se forma por la acumulación de material fino y coluvial proveniente de la Formación Umir debido a la erosión laminar, se observa por imágenes ubicada en el piedemonte estribación occidente de la Cordillera Oriental en el sector conocido como el Chucho del Carmen de Chucuri en el Departamento de Santander. Presenta

cobertura vegetal predominantemente de pastos y matorrales y su uso es la ganadería, lo que se observó a través de imágenes satelitales, presenta erosión laminar. La Figura- 76 muestra un diagrama sencillo donde se representa la ubicación del glacis junto al piedemonte de la cordillera oriental.

Figura- 76. Diagrama que ilustra la ubicación del glacis de acumulación junto al piedemonte.



Fuente: Modificado de imágenes google Glacis. Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

5.2.1.9 Glacis de erosión (Dge):

Superficie de erosión muy larga de forma cóncava y suavemente inclinada se observa al sur este de del área de estudio, en la zona de piedemonte de la cordillera oriental. La Figura- 77 muestra el sitio en donde se identificó un glacis de erosión mediante una imagen satelital de Google Earth.

Figura- 77. Glacis de erosión junto al piedemonte de la Cordillera Oriental (Dge), observado en la vereda Dos Bocas en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).



Fuente: Modificado de Google Earth. Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

5.2.1.10 Lomerío Indiferenciado (DI):

Porción de terreno extensa de morfología alomada, caracterizada por una repetición de colinas redondeadas y lomas alargadas, con cumbres variables. Separadas por un denso drenaje dendrítico. Se encuentra modelando la Formación Mugrosa al occidente de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM. Presenta pequeños movimientos en masa de reptación no apreciables para la escala de trabajo. El uso corresponde con ganadería y la cobertura es predominantemente pasto, también, hay desarrollo de suelo residual color marrón amarillento. La Figura- 78 es una

fotografía panorámica donde se observa esta unidad en el departamento de Antioquia.

Figura- 78. Lomos alargados y montículos, de diferentes alturas con cobertura vegetal de pastos y uso ganadería al occidente de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM en el departamento de Antioquia



Fuente: Autor

5.2.1.11 Loma desnuda (DI):

Prominencias topográficas de morfología alomada y elongada, con relieve relativo bajo, de laderas cortas, de forma convexa y recta, cuyas pendientes son muy abruptas. Su origen está asociado a procesos intensos de meteorización y de erosión diferencial. Estas geoformas se caracterizan por presentar movimientos en masa y procesos erosivos intensos. Algunos de las lomas presentan movimientos en masa de tipo rotacional y unos más pequeños traslacionales. Estos movimientos son de importancia baja debido a que no generan daños. La inestabilidad se presenta debido a la alta deformación iniciada por terracetas por sobrepastoreo de ganado vacuno, procesos de humectación desecación que han generado inestabilidad y son detonados por la lluvia. La Figura- 79 presenta una panorámica de esta unidad.

Se observó esta unidad tallando al Grupo Real en la zona norte centro y sur-central del área, al occidente de la Falla Infantas. También, en la parte norte y centro-oriental de la zona de estudio; al occidente del Sinclinal de Peña de Oro.

La Formación Colorado también modela en superficie esta geoforma sobre el eje sinclinal de Peña de Oro al sur oriente del área de estudio

Asimismo, entre los ejes del Sinclinal Peña de Oro y Anticlinal de San Luis sobre la Formación Mugrosa que aflora al sur oriente de la zona objeto.

En general, presenta una densa cobertura vegetal representada en pasto y su principal uso es la ganadería y en algunos lugares es zona industrial. Muestra fuertes procesos erosivos y alto grado de meteorización, hay desarrollo de una delgada capa de suelo residual color amarillo rojizo. En algunos sectores se han visto movimientos en masa por colapso gravitatorio del material litológico que han presentado en vías de comunicación intrapoblados.

Figura- 79. Geoformas denudacionales alomadas que localmente presentan movimientos en masa en el sector de San Isidro en Barrancabermeja Santander



Fuente: Autor

5.2.1.12 Loma residual (Dlor):

Esta unidad se caracteriza por tener alturas que en esta plancha variaron entre 150-180 m de altura sobre su nivel base local, tienen morfología alomada y elongada, con relieve relativo bajo, las laderas son convexas, la pendiente es muy inclinada y desarrollan capas de suelo residual de casi 3 m de espesor, hay intensos procesos de meteorización y erosión diferencial.

En la plancha 119 Barrancabermeja VMM se presenta esta geoforma de Loma residual se observa modelando la Formación Colorado predominantemente, se localizaron prominencias topográficas con estas características al oriente y occidente de la Falla de Infantas. Y hacia la parte sur oriental de la plancha sobre el eje del Anticlinal de San Luis.

Igualmente, se observaron morfologías de este tipo hacia la parte sur central de la zona de estudio, sobre el eje de un sinclinal que modela al Grupo Real sobre este sector. Asimismo, al noreste de la Plancha entre la Falla de Infantas y el eje del Sinclinal de Peña de Oro.

De la misma forma, La Formación Mugrosa, hacia la parte norte occidente de la Plancha 119, en territorio antioqueño.

De igual modo, se encuentra en el límite suroriente del área, sobre la Formación Umir, en el bloque este de la Falla la Salinas.

Esta unidad se observa en la Figura- 80 en una fotografía panorámica tomada en el Municipio de San Vicente de Chucuri, sobre la Formación Colorado, donde la unidad aparece presentando cobertura vegetal predominantemente pastos y matorrales y su uso ganadería. La geoforma tiene pendiente muy inclinada, longitud de la ladera corta y convexa, presenta drenaje subparalelo y canales en V cerrados.

Figura- 80. Geoforma de loma residual denudada (Dlor) del sector de la Llana Fría en el Municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).



Fuente: Autor

5.2.1.13 Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo):

Se observaron en esta plancha caracterizados por ser una elevación del terreno con una altura que varía ente 25-50 metros sobre su nivel de base local, de morfología colinada, de laderas cóncavas a rectas suavemente inclinadas y con drenajes divergentes; estas formas deben su origen a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables dispuestas de manera horizontal o ligeramente inclinadas desarrolla una fina capa de suelo residual y en algunos casos debido al uso de ganadería presenta reptación de suelo.

Esta geoforma es la más predominante en esta plancha y de este ambiente, se encuentra modelando zonas con y sin control estructural.

Hacia la parte este en el municipio de Yondó (Antioquia) casi todo el sector que corresponde con la Formación Mugrosa y esta modelado por esta geoforma.

Asimismo, se observa en el sur occidente de la plancha territorio santandereano, la geología corresponde también con la Formación Mugrosa.

La Formación Colorado esta tallada por esta geoforma Hacia la parte central y casi que a lo largo del eje del Sinclinal de Infantas, sobre la Falla Arrugas y entre los ejes del Anticlinal de San Luis y el Sinclinal de Andes.

Además, el Grupo Real labra esta forma hacia la parte norte y este de la plancha; al este de la Falla de Infantas y sobre los ejes del Sinclinal de Peña de Oro y el Anticlinal de San Luis.

Esta geoforma se observa en la fotografía de la Figura- 81 tomada por la vía que va de Yarima hacia Albania en el municipio de San Vicente de Chucuri sobre la Formación Colorado, la geoforma presenta meteorización débil; erosión laminar, tierras malas y terracetas de intensidad suave; patrón de drenaje subdendritico de textura mediana; desarrollo de suelo residual color rojizo, índice de relieve bajo, ladera inclinada de longitud muy corta y convexa; forma de canal en V abierta; su principal uso es la ganadería y la cobertura del suelo es predominantemente pastos.

Esta unidad presenta movimientos en masa de tipo deslizamiento traslacional, flujo de suelo y reptación de suelo de tipo activos, estilo múltiple y distribución ensanchada tal como se registró en el SIMMA 26741, 26702, 26813 y 26768.

Figura- 81. Geoforma de montículos y ondulaciones denudaciones limitando con llanura de inundación por la vía que conduce de Yarima hacia Albania en el municipio de San Vicente de Chucuri (Santander).



Fuente: Autor

5.2.1.14 Planicie (Dp):

Porción de terreno extensa y plana, no confinada de relieve relativo muy bajo y pendiente plana. En la plancha 119 se presentan cerca a zonas fluviales en donde se encuentra cerca de lomos denudacionales bajos. Se forman debido a los intensos procesos denudativos.

Modela a la Formación Mugrosa al occidente norte y sur de la Plancha en Antioquia y Santander (Municipios de Barrancabermeja y Simacota). Así mismo, el Grupo Real esta labrado por esta unidad hacia la parte sur central y nororiental de plancha.

Por el contrario, para la Formación Colorado y para la Formación Umir esta geoforma no fue definida en ninguno de sus afloramientos en esta plancha.

En el municipio de Simacota en el departamento se observa esta geoforma; la Figura- 82 es una fotografía panorámica de una planicie de índice de relieve bajo, inclinación plana, de longitud extremadamente larga y rectilínea. Ostenta una densidad de drenaje baja de textura fina con un patrón paralelo, se encuentra sobre el Grupo Real, desarrollando una fina capa de suelo residual, el grado de meteorización que muestra es fresca y el tipo de erosión es laminar de intensidad suave.

Esta unidad es muy estable en cuanto a la susceptibilidad a movimientos en masa.

Figura- 82. Extensa Planicie observada en la vereda Vizcaína Baja en el municipio de Simacota (Santander) con pastos como principal cobertura vegetal y uso ganadería.



Fuente: Autor

5.2.1.15 Penillanura o peniplanicie (Dpn):

Esta geoforma se caracteriza por ser una superficie de extensión regional ligeramente ondulada, estas ondulaciones forman una repetición sistemática de cerros bajos que varían de altura según la intensidad de los procesos denudativos de la zona, se encontró ondulaciones dunudacionales menos bajas hacia los

sectores con predominio fluvial y más pronunciadas hacia sectores estructurales, en general los cerros de estas ondulaciones son alargados, con cimas de similar altura, separados drenajes subparalelos.

Esta unidad se observó cerca a zonas con influencia fluvial y modelando la superficie del Grupo Real, la Formación Colorado y la Formación Mugrosa. La Formación Umir no está representada por esta unidad geomorfológica en ningún de sus afloramiento en esta plancha.

La Figura- 83 es una fotografía tomada en el sector conocido como Miraflores, en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja donde se observa una peniplanicie denudacional, de índice de relieve muy bajo, inclinación de la ladera suave con longitud larga y ondulada. La forma de los canales son de U abierta. Presenta un drenaje de textura mediana y patrón de drenaje subparalelo. El grado de meteorización es débil y el tipo de erosión es laminar de intensidad suave. El principal uso es ganadería y su cobertura es predominantemente pasto. En la Figura se puede observar que esta geoforma presenta muy baja susceptibilidad a movimientos en masa, puede presentar problemas de inundación.

Figura- 83. Extensa planicie ligeramente ondulada. Observada en el sector de Miraflores de la vereda el Centro en el municipio de Barrancabermeja



Fuente: Autor

5.2.1.16 Lomo residual (Dires):

Elevación de terreno menor a 200 m sobre su nivel base local, de morfología alomada y alargada, de laderas cortas, forma convexa, índice de relieve muy bajo, pendiente abrupta. Presenta drenaje dendrítico. Esta unidad presenta movimientos en masa que han sido registrados en el SIMMA con los números 26802 y 26803.

Esta unidad modela al Grupo Real, a la Formación Mugrosa y a la Formación Colorado hacia la parte central de la plancha y a lo largo de la Falla de Infantas.

La Figura- 84 es una fotografía panorámica de una geoforma con estas características, se observaron en la unidad presente en el sitio conocido como Campo Diez y Seis en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja, muestra evidencia de procesos de erosión en terracetas y meteorización en el cambio del color y deterioro del material geológico.

Figura- 84. Lomo residual observado en el sitio conocido como Campo Diez y Seis en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja (Santander).



Fuente: Autor

5.2.2 GEOFORMAS DE ORIGEN MORFOESTRUCTURAL

Estas geoformas deben su origen a la dinámica interna de la tierra manifestada en pliegues cuando el material afectado es dúctil y fallas en el caso de material frágil. Las estructuras geológicas son las que modelan el paisaje, donde su expresión

morfológica está definida por la litología, en la zona de estudio, presentan fuertes procesos denudacionales activos.

5.2.2.1 Espinazo (Se):

Esta unidad se caracteriza por ser una sierra simétrica elongada de crestas agudas a redondeadas y morfología colinada o alomada con una altura base local que supera los 600 m, definida por intercalación de estratos de roca de diferente consistencia, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones labrados por la escorrentía, gracias a su diferente resistencia. Presenta inclinaciones abruptas a muy abruptas con procesos de remoción no cartografiados en la escala de trabajo. Se presenta como un conjunto de cerros alineados, elongados que están afectados por erosión diferencial entre rocas resistentes-blandas y por disección acentuada. La Figura- 85 es una panorámica de esta unidad, se observa en el límite sur este de la plancha modelada sobre la Formación Umir y Formación la Luna, a las que está representando con el eje y flanco este del Sinclinal de la Salina. Presenta drenaje dendrítico, su principal uso es la ganadería, su cobertura predominante es pastos, bosques y matorrales, presenta desarrollo de suelo residual con alto grado de meteorización y erosión.

Figura- 85. Espinazo Estructural observado en el Municipio de Carmen de Chucuri visto desde el sector conocido como la Guajira.



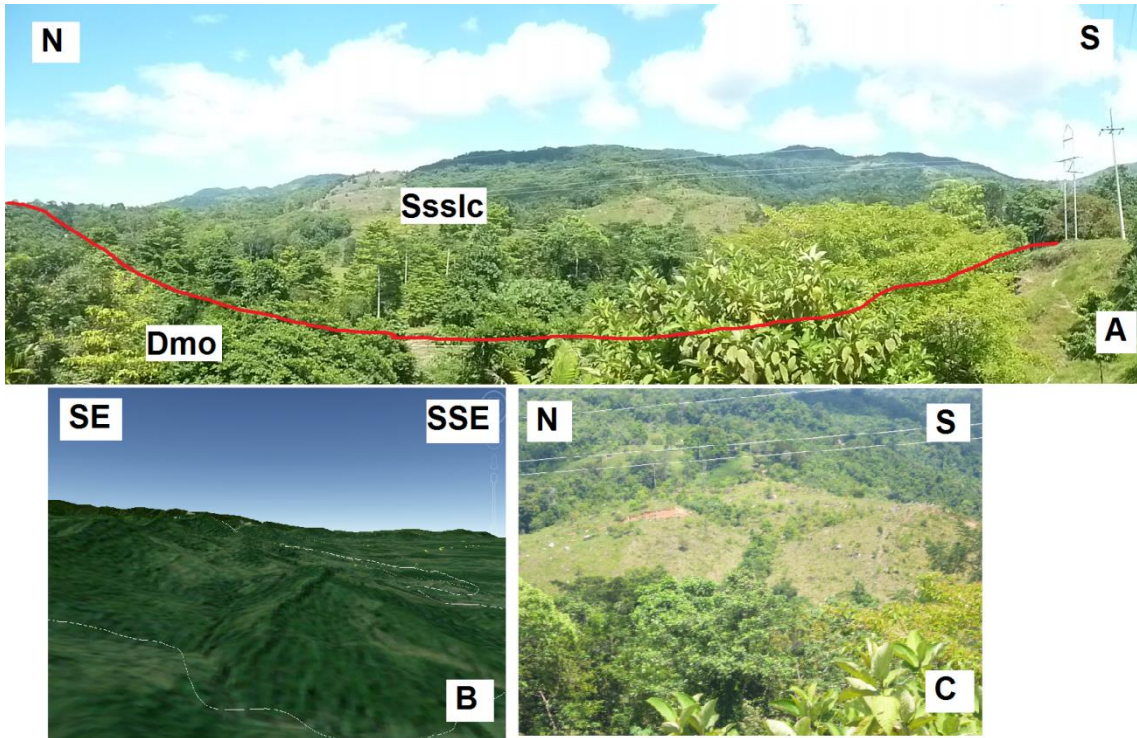
Fuente: Autor.

5.2.2.2 Ladera de contrapendiente de sierra sinclinal (Ssslc):

Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por la disposición de estratos inclinados en contra de la pendiente del terreno, de longitud moderadamente larga de formas irregulares escalonadas con pendiente que varía de abrupta a escarpada. Presentan drenaje subparalelo.

La Figura- 86 es una panorámica tomada en la vereda Nutria del municipio de San Vicente de Chucuri (Santander), en esta se observa esta unidad de relieve montañoso, con inclinación de la ladera abrupta a escarpada, de longitud muy larga y forma escalonada. Presenta drenaje subparalelo. Hay desarrollo de suelo residual, intensos procesos de erosión y meteorización. Sus usos son ganadería, vías, viviendas y zona industrial y su cobertura es vegetación herbácea, pasto, matorrales y bosque. Hay algunos movimientos en masa a lo largo de la ladera especialmente las zonas más escarpadas, estos eventos no se representan debido a que no son cartografiables en la escala de trabajo.

Figura- 86. Ladera de sierra sinclinal (A) Fotografía de Ladera modelando la Formación Umir (B) imagen de google earth se ven los escalonamientos de la ladera debido a la erosión diferencial de las diferentes capas sedimentarias. (C) Procesos coluviales locales.



Fuente: Autor

5.2.2.3 Ladera escalonadas (Sles):

Ladera estructural, con estratos en forma de escalón, con pendiente escarpada de longitud corta escalonada. Esta unidad se observó en el sector conocido como el Chucho en el municipio de el Carmen de Chucuri (Santander) modelando a la Formación Mugrosa al sur oriente de la plancha; hacia el occidente de la Falla Salinas y al este del eje del Sinclinal de Andes. La Figura- 87 es una fotografía panorámica de esta unidad que presenta índice de relieve bajo, luce débilmente meteorizado y con erosión laminar de intensidad suave, su cobertura es pasto y su uso ganadería.

Figura- 87. Ladera escalonada observada hacia el sector del Caño De Las Moscas en el municipio del Carmen de Chucuri (Santander).



Fuente: Autor

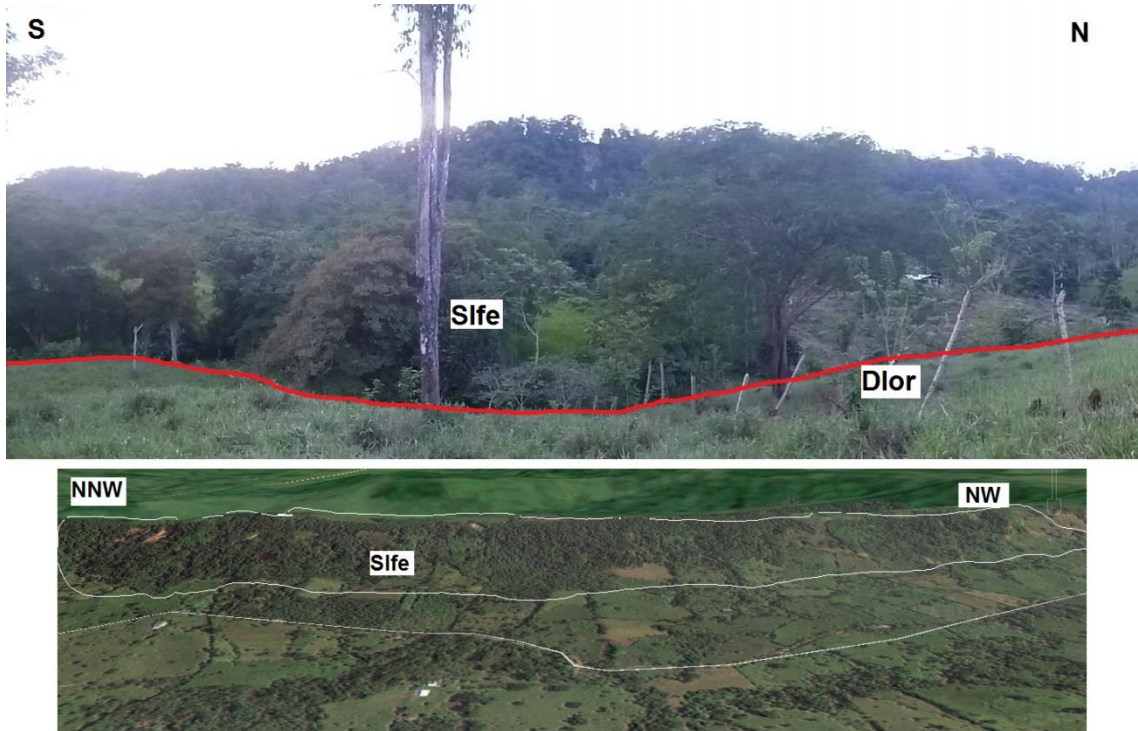
5.2.2.4 Escarpe de línea de Falla (Slfe):

Escarpe cuya ladera es corta, de pendiente muy escarpada recta, se forma por la erosión acentuada a lo largo de una línea de falla. Se observa a lo largo de la línea de falla de la Falla de Salinas, se encuentra sobre la Formación Umir, Formación Colorado Y Formación Mugrosa.

Hacia la parte sur este de la plancha en la línea de falla de la Falla la Salina, se observa esta geoforma con una densa cobertura vegetal y algunos procesos de

remoción en masa no apreciables en la escala de trabajo, tal y como se puede apreciar en la Figura- 88.

Figura- 88. Escarpe de línea de falla con algunos procesos de remoción en masa no apreciables a la escala de trabajo. Sector la Guijira en el municipio del Carmen de Chucurí.



Fuente: Fotografía: Autor. Imagen: Google Earth Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

5.2.2.5 Sierra sinclinal (Sss):

Sierra de morfología alomada, amplia en forma de artesa elevada formada en el eje de un sinclinal. Modela a la Formación Colorado y a la Formación Mugrosa al oriente de la plancha sobre el eje del sinclinal de Andes. Presenta algunos movimientos en masa no apreciables en la escala de trabajo de tipo deslizamiento traslacional y de reptación.

En la Figura- 89 se observa que su cobertura dominante es matorral, bosque y pasto y su uso es ganadería. Exhibe un drenaje subdendrítico de textura mediana. Hay desarrollo de suelo residual y un grado débil de erosión y meteorización

Figura- 89. Sierra Sinclinal observada desde la Llana Fría de San Vicente de Chucuri (Santander). Sss.



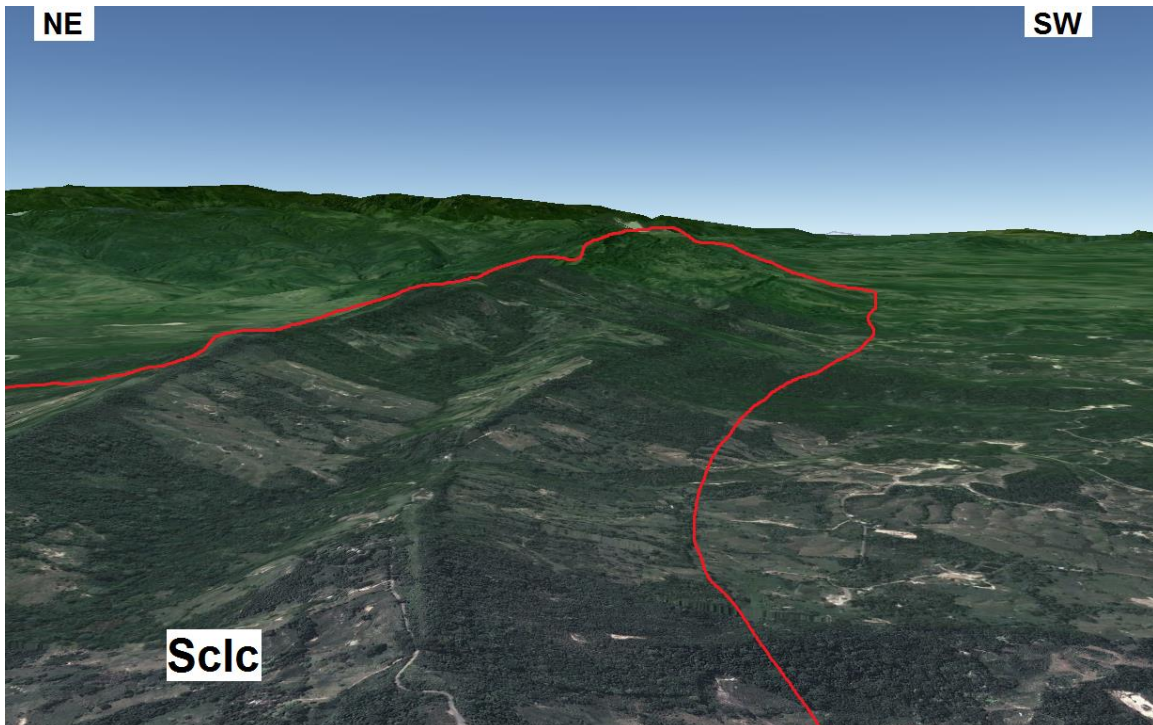
Fuente; Autor

5.2.2.6 Ladera de contrapendiente de cuesta (Sc1c):

Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, de longitud larga, de formas cóncava con pendientes escarpadas. Se constituye de intercalaciones de rocas, con desarrollo de drenaje subparalelo, presenta localmente algunos procesos coluviales. Lo que se puede ver en la Figura- 90 de la imagen satelital de Google Earth.

Esta unidad se observa al noreste de la plancha sobre la Formación Umir, el Grupo Real y la Formación Colorado en la vereda Pozo Nutria en el municipio de San Vicente de Chucuri.

Figura- 90. Ladera de contrapendiente de cuesta observada por imágenes satelitales en la vereda de Pozo Nutria en el municipio de San Vicente de Chucuri.



Fuente: Modificada de Google Earth fecha de consulta 25 de diciembre de 2013.

5.2.2.7 Sierra Anticlinal (Ssan):

Sierra elongada de morfología colinada a alomada de cimas redondeadas, que siguen el eje del anticlinal formado por el arqueamiento de los estratos de la Formación Umir y a la presencia de la Falla de la Salina, muy cerca del río Oponcito.

5.2.2.8 Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle):

Parte Norte de la estructura de ladera de sierra homoclinal denudada que proviene de la plancha 134 Puerto Parra VMM, definida por la inclinación de los estratos de

la Formación Mugrosa en favor de la pendiente, de longitud moderada, de formas rectas a convexas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas. Ladera formada por la presencia de la Falla de Arrugas.

5.2.2.9 Sierra y lomo de presión (Sslp):

Prominencia topográfica alomada localmente curvada encontrándose tres (3) lomos de presión en la parte occidental de la plancha, dos en direcciones NE-SW y NW-SE, debido al plegamiento intenso, con verticalización de secuencias sedimentarias de la Formación Mugrosa y del Grupo Real, generado en una de las fallas del sistema trascurrente de la Falla de la Salina. También se observa influenciado por la Falla de Infantas más alargado y con prominencias alomada en estratos de la Formación Colorado. En esta unidad se registraron tres movimientos en el SIMMA con los números 26810, 26774 y 26693.

5.2.3 GEOFORMAS DE ORIGEN FLUVIAL

Las geoformas a continuación descritas son modeladas debido a la dinámica fluvial; se detallan fluviales y lagunares, generalmente se encuentra que son producto de los procesos de erosión de las corrientes de los ríos en clima activo e inactivo. En la Plancha 119 Barrancabermeja VMM se encontraron geoformas aledañas a cauces activos y al interior de estos.

5.2.3.1 Cauce aluvial (Fca):

Canal de forma irregular excavado por corrientes perennes, dentro de sedimentos aluviales. El área de estudio cuenta con una densa red hidrográfica que fluye hacia el Río Magdalena. Las corrientes más representativas son Río Opón; Río Oponcito y Cascajales cuyos caudales nutren al Río la Colorada. La Figura- 91 es una fotografía del imponente cauce activo del Río Magdalena.

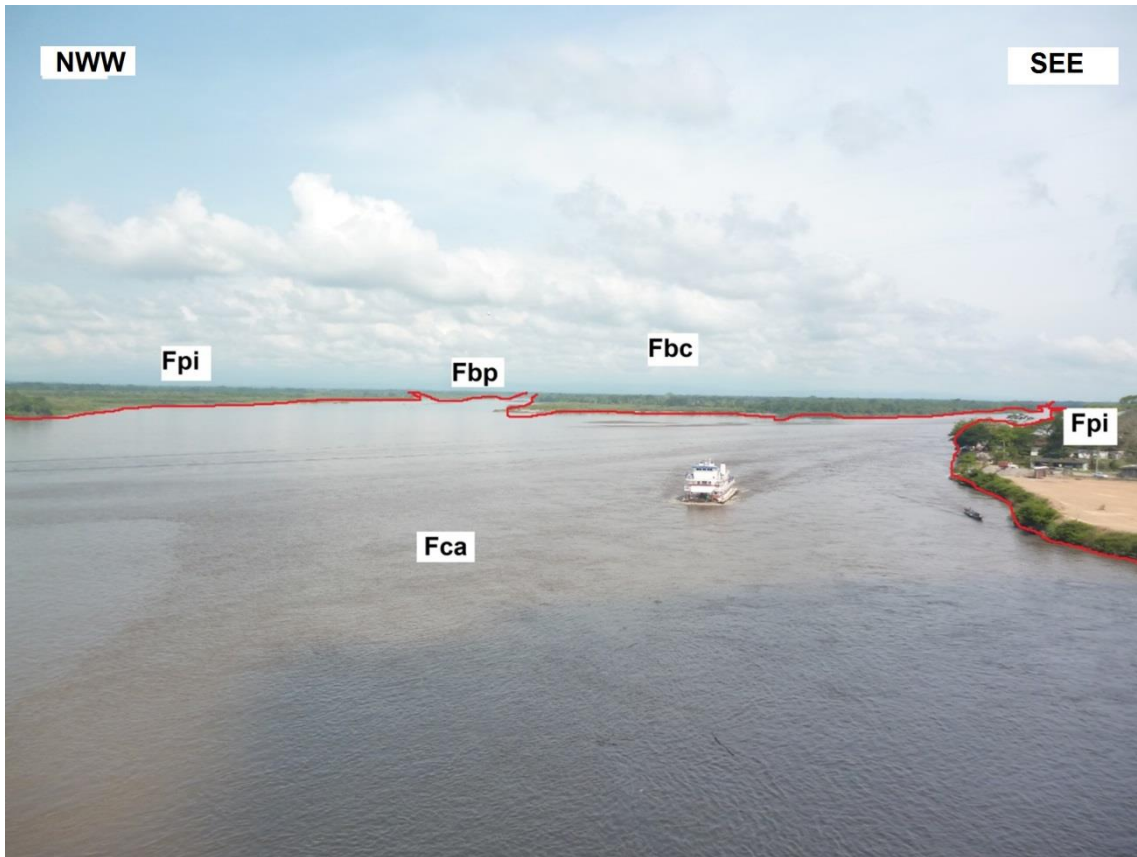
5.2.3.2 Barra Compuesta (Fbc):

Superficie formada por más de una barra que alcanza varios kilómetros longitudinalmente. Se formó por el amalgamiento de varias barras debido a varios eventos de erosión y sedimentación y/o recuperación de canales y causes abandonados. Se observa hacia la parte más norte y más sur del cauce activo del Rio Magdalena. La Barra compuesta se encuentra en el bloque oeste de la Falla Casabe. La unidad sobre la que se encuentran modelados esta cartografiada como Qt (Cuaternario Aluvial). Presenta cobertura vegetal de matorrales y pastos predominantemente. Esta unidad se observa en la Figura- 91 es una fotografía panorámica en donde se alcanza a apreciar esta unidad.

5.2.3.3 Barra Puntual (Fbp):

Cuerpo en forma de medialuna y morfología suavemente ondulada compuesto por crestas y artesas de poca altura. Esta geoforma se localiza en la parte cóncava de la curvatura del rio Magdalena en sectores meandriformes, esto es debido a la acumulación de sedimentos que son erodados en la parte convexa del cauce. El rio magdalena en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM está representado por una curva meandrica, la unidad de Barra Puntual se observa en los dos puntos de inflexión del cauce del Rio Magdalena, en la zona noroccidente y en centroccidental del área de estudio. Esta geoforma se observa en campo y se pudo definir mediante imágenes satelitales, la Figura- 91 deja ver el extremo sur que corresponde con esta unidad geomorfología de origen fluvial.

Figura- 91. Barra Compuesta y Barra Puntual en el Cauce Activo del Rio Magdalena observados desde el puente Guillermo Gaviria Correa que va de Yondó (Antioquia) a Barrancabermeja (Santander) en el valle medio del Rio Magdalena.



Fuente: Autor

5.2.3.4 Barra longitudinal (Fbl):

Esta unidad se caracteriza por ser un cuerpo elongado visto desde planta; de forma convexa en superficie de morfología suavemente ondulada, dispuesta de forma paralela (en el centro) a los cauces fluviales mayores. En la plancha 119 se observa al oeste a lo largo del cauce activo del rio Magdalena como se ve en la fotografía de la Figura- 92. La unidad cuaternaria aluvial se pudo observar en el Cauce activo del Rio Magdalena desde el Puerto de San Rafael de Chucuri presenta cobertura vegetal de bosque y pastos.

Figura- 92. Barra Longitudinal en el cauce activo del Rio Magdalena visto desde el Puerto de San Rafael de Chucuri en el municipio de Barrancabermeja (Santander)



Fuente: Autor

5.2.3.5 Laguna (Flg).

Depósito natural de agua de origen fluvial, lo que es evidente ya que se encuentran hacia los bordes oriental y occidental del Rio Magdalena; seguramente se formaron en épocas de inundación de antiguas depresiones y que debido a que son pobremente drenadas permanecen durante tiempos secos. Hacia el oriente del Rio Magdalena las ciénagas más representativas son la Ciénega San Silvestre (que se observa en la Figura- 93), el Zarzal, Juan Esteban, El Opón y Chucuri; hacia el occidente las más representativas son la Ciénega el Castillo, La Represa, Popa, Colector y Laguna Medio.

5.2.3.6 Terraza de acumulación subreciente (Ftas).

Modelando al oriente del Rio Magdalena; en la Formación Mugrosa al sur oriente y al Grupo Real al nororiente, donde se observan franjas de terreno plana con ondulaciones, localmente presenta pequeños escarpes que no superan los 10 m de altura. Se atribuye su origen a épocas en que el rio amplía el valle erosionando los márgenes. Con fuerte cobertura vegetal y principal uso ganadería. Hay pequeños procesos de reptación activos que no representan amenaza debido a que no pueden llegar a representar daños de ningún tipo. La Figura- 93 deja ver el área de la ladera de inclinación muy abrupta a escarpada de lo que es una amplia terraza.

Figura- 93. Ciénega San Silvestre observada en la salida norte del municipio de Barrancabermeja (Santander) que conduce al caserío de Puerto Wilches (Santander).

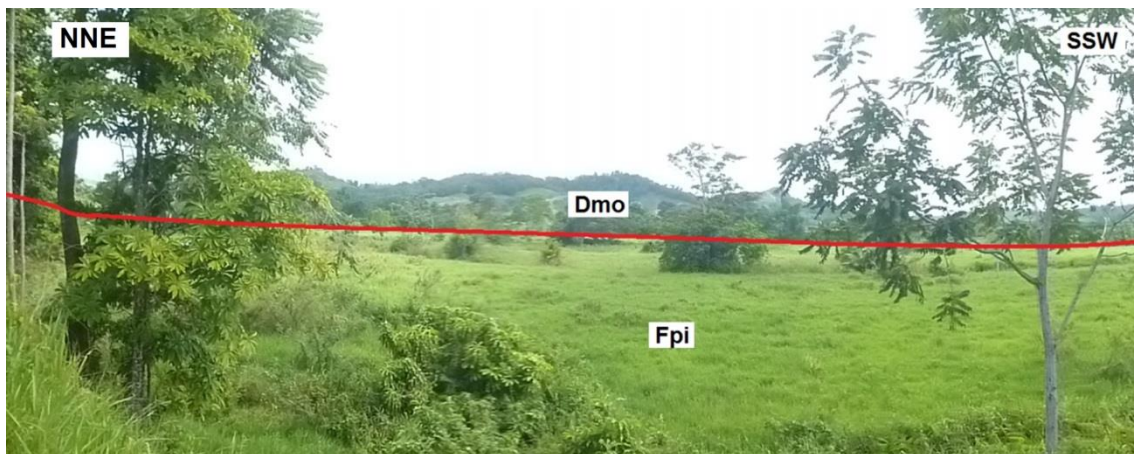


Fuente: Autor.

5.2.3.7 Plano o llanura de inundación (Fpi):

Extensa región plana con ligeras ondulaciones inundable en épocas de alta pluviosidad. Se observan al borde y a lo largo de cauces fluviales. Presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad. Localmente de esta superficie sobresalen montículos debido a la erosión y acumulación de sedimentos. La Figura- 94 es una fotografía panorámica de la llanura de inundación del Rio Cascajales.

Figura- 94. Llanura de inundación del Rio Cascajales observado en la vereda Clavellinas del municipio del Carmen de Chucuri (Santander).



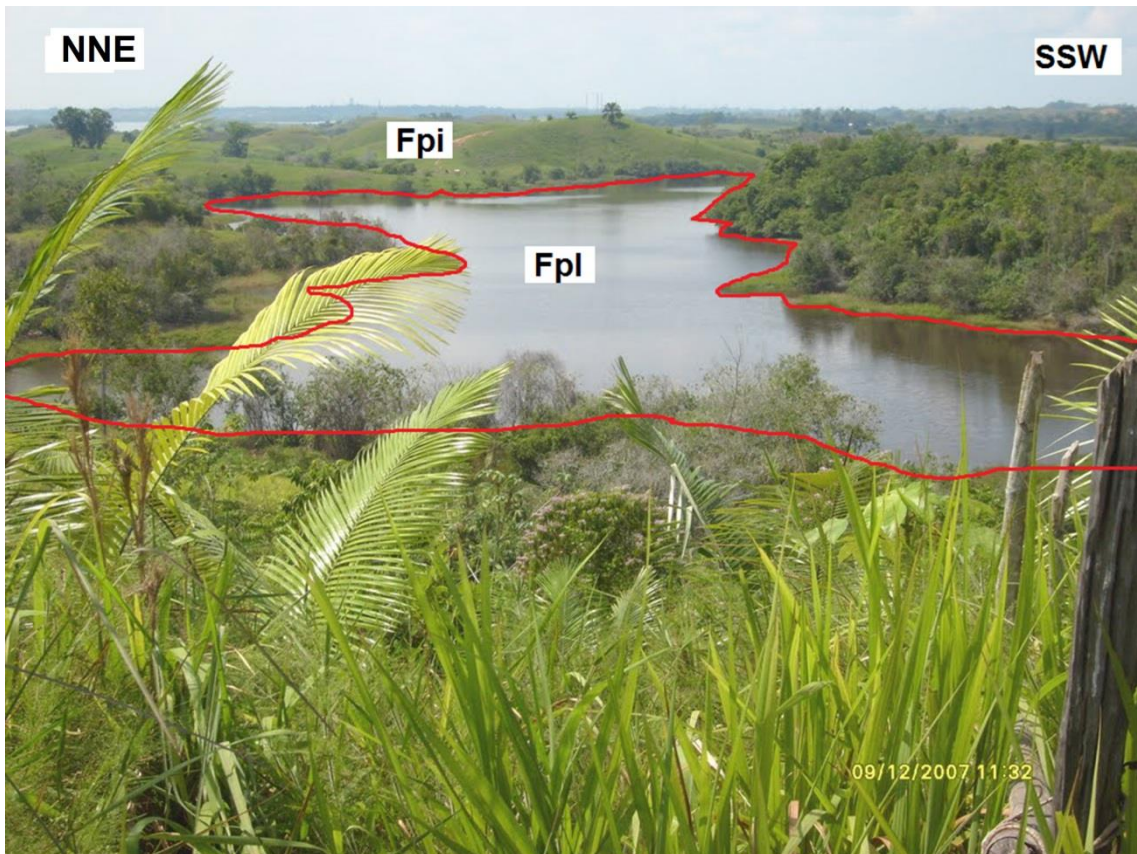
Fuente: Autor.

5.2.3.8 Plano y artesa lagunar (Fpl):

Cuerpo natural de agua de aspecto pantanoso localmente, de forma irregular y de poca profundidad, acumulado en artesas de origen tectónico o estructural. Se presentan como planos de material lacustrino fino, localmente colmatadas de agua de origen pluvial. Esta unidad se observa en el sector norcentral de la Plancha 119 en la ciénaga el Zapaterito y Ciénega Sabala. La Figura- 95 es una fotografía

panorámica de la ciénaga Zapaterito, esta geoforma se determinó por imágenes satelitales de Google Earth, misma fuente de la que copio la fotografía.

Figura- 95. Ciénaga de Zapaterito observada desde el sector Naranjal en el municipio de Barrancabermeja (Santander)



Fuente: Sabaloagropecuarios Tomada de Google Earth Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

5.2.3.9 Terraza de acumulación (Fta):

Superficie plana elongada de longitud muy larga, localmente ligeramente ondulada tallada sobre depósitos cuaternarios a lo largo del cauce fluvial del Rio Magdalena, están limitados por escarpes que varían de altura algunos presentan inestabilidad no cartografiable a la escala de trabajo. Se observó con fuerte cobertura vegetal y principal uso ganadería. Esta unidad se encuentra modelada a lo largo de la llanura

de inundación del río Magdalena y en un tramo de la llanura de inundación de la Quebrada Vizcaína sobre la Falla De Infantas. Se observa esta unidad en la fotografía de la Figura- 96 tomada a 5 km por la ruta 45 que conduce de Bucaramanga a Barrancabermeja.

Figura- 96. Terraza de Acumulación observada en el Km 5 de la vía a la ciudad de Bucaramanga en el municipio de Barrancabermeja (Santander).



Fuente: Autor

5.2.3.10 Escarpe de terraza de acumulación (Ftae):

Talud vertical bordeando terrazas aluviales de acumulación, se formó debido a la incisión y profundización de un cauce, los escarpes alcanzan aproximadamente 60 metros de altura en su nivel base local y esta modelado sobre el Grupo Real.

Esta unidad geomorfológica se observó entre el sitio conocido como Cuatro Bocas, ubicado en la vereda el Centro del Municipio de Barrancabermeja y como se ve en la fotografía de la Figura- 97 en la ladera se presenta movimiento de tipo reptación de suelo activo debido a que su principal uso es la ganadería, además la pendiente es muy abrupta. Presenta cobertura vegetal donde predomina el pasto y desarrollo de suelo residual. Asimismo, se observa erosión laminar e intensa meteorización. En el SIMMA este movimiento se registró con el número 26821.

Figura- 97. Escarpe de terraza de acumulación observada por la vía que conduce de la Vereda Cuatro Bocas A La Vereda El Centro en el municipio de Barrancabermeja (Santander)



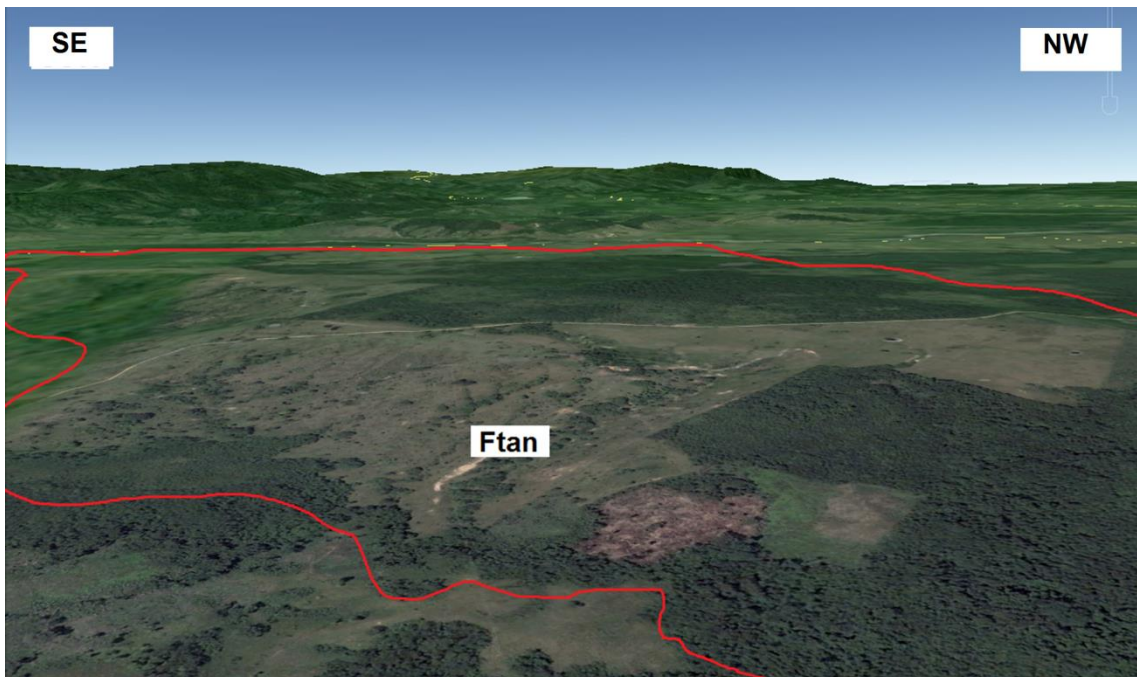
Fuente: Autor

5.2.3.11 Terraza de acumulación antigua (Ftan).

Esta unidad geomorfológica se encuentra labrando al Grupo Real y sobre terrazas aluviales, ubicadas hacia la parte sur de la Falla de Arrugas. Corresponde con una franja alomada de varios kilómetros de extensión en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas largas, con formas cóncavas y pendientes inclinadas. Hacen parte de antiguas llanuras de inundación. Su origen está asociado posiblemente a la existencia de abanicos antiguos. La unidad presenta abundante cobertura vegetal como bosque, matorral y pasto. Su principal uso es la ganadería, razón por la que la

ladera presenta corrimientos de suelo de tipo reptación. Presenta drenaje subparalelo y desarrollo de suelo residual. Esta unidad se pudo ver con la ayuda de imágenes satelitales de Google Earth como se ve en la Figura- 98. Los movimientos no se registran ya que no son cartografiables en la escala de trabajo.

Figura- 98. Terraza de acumulación antigua observada mediante imagen satelital en la Vereda Clavellinas del municipio de San Vicente De Chucuri (Santander)



Fuente: Google Earth. Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

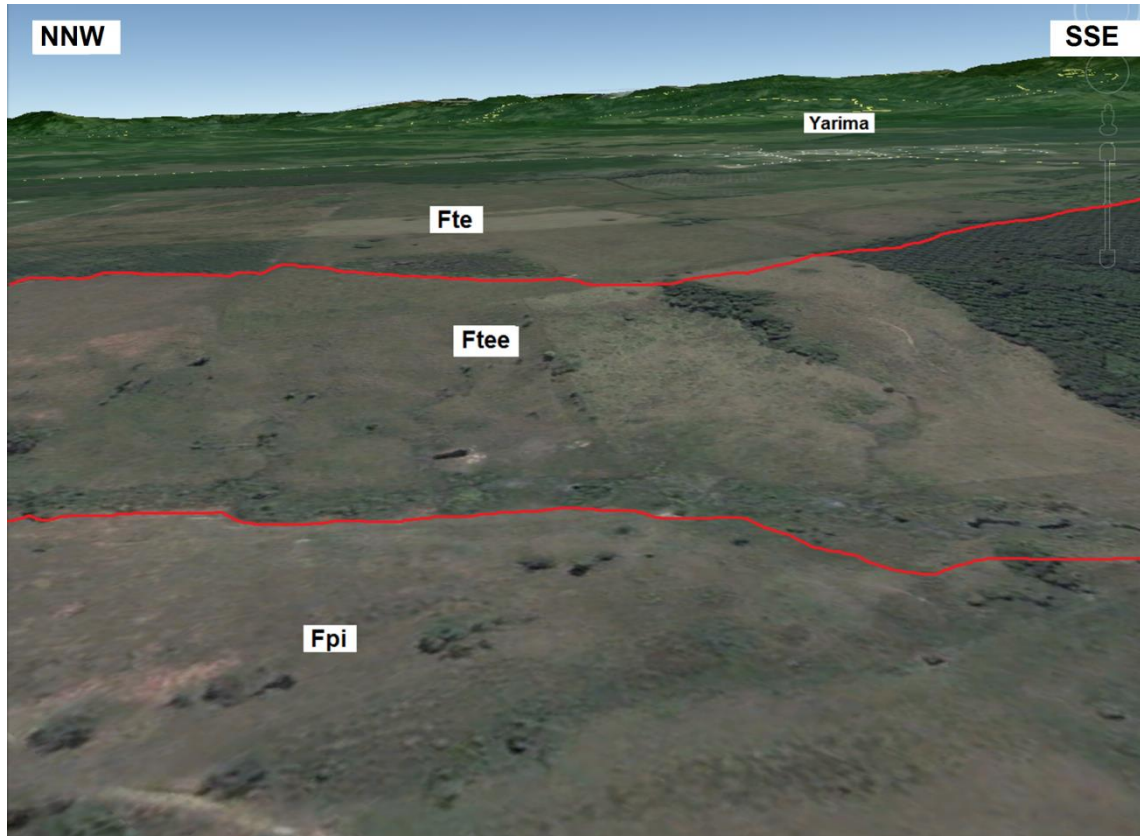
5.2.3.12 Terraza de erosión (Fte):

Esta unidad geomorfológica se observó modelando la unidad cartografiada como terraza aluvial a los alrededores de Yarima en San Vicente de Chucuri (Santander), se ve una extensa región plana elongada, localmente presenta ligeras ondulaciones y escarpes de diferente altura. Esta unidad se observa en la Figura- 99 en una imagen de Google Earth.

5.2.3.13 Escarpe de Terraza de erosión (Ftee):

Talud subvertical ligeramente escalonado que bordea terraza de erosión, su altura varía desde unos pocos metros hasta decenas de metros. Esta unidad se observa en la Figura- 99 en una imagen de Google Earth.

Figura- 99. Terraza de erosión y escarpe de terraza de erosión observada a los alrededores de la vereda Yarima del municipio de San Vicente de Chucuri.



Fuente: Imagen de Google Earth. Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013

7 CONCLUSIONES

Este trabajo presenta el resultado de la observación de características del relieve que permitieron la definición de las unidades geomorfológicas propuestas en el mapa geomorfológico de la plancha 119 Barrancabermeja VMM, a partir la estandarización de unidades geomorfológicas para escala 1:100000 del glosario de unidades geomorfológicas (SGC 2012) y la descripción de movimientos en masa que hacen parte de los procesos denudativos que prevalecen en el área de estudio.

La litología es un indicador de los ambientes morfogenéticos, se observa que existe una gran correspondencia entre ellos para el área de estudio. Las geoformas presentes en la Plancha 119 Barrancabermeja VMM, son producto de procesos endógenos y exógenos caracterizados en tres ambientes morfogenéticos: morfoestructural, denudativo y fluvial.

Las unidades predominantes son denudacionales (55.89%), debido a que el área corresponde con el valle intramontano. La unidad denudacional que más área cubre son Montículos y ondulaciones denudacionales con un 18.68%, es decir, 452.84 km².

Hacia la parte este del área comprendida por la plancha, en el sector del piedemonte, se encuentran varias fallas importantes como el Sistema de Fallas de la Salina, Falla de Infantas, Falla de Arrugas y pliegues que involucran la secuencia Neógena, caracterizados por sus ejes subparalelos a los cabalgamientos del piedemonte de la cordillera oriental, mostrando un porcentaje poco representativo de relieve de ambiente morfoestructural (4.2%), la unidad que más área cubre es Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc), que representa el 1.70%, es decir 41.9 km².

Asimismo, por tratarse de un terreno con topografías planas y onduladas, presentan una densa red de drenajes, incorporados en este documento en las unidades de

ambiente fluvial (39.9%), la unidad que más área cubre en la plancha es Plano o llanura de inundación (Fpi) con un 22.55%, es decir, 546.76 km².

En general, el área de estudio presenta topografía de relieve bajo, drenajes paralelos a dendríticos de textura mediana, se encuentran formas de erosión de intensidad débil a moderada y procesos de meteorización muy intensos y activos, que se encuentran modelando las formas del terreno en la actualidad, junto con movimientos en masa que se manifiestan por estas razones en zonas en donde la topografía se hace un poco más elevada. Los principales movimientos son de reptación de suelo, por el uso excesivo de ganadería, asimismo algunos deslizamientos translacionales, rotacionales y flujos; la mayoría de ellos, no cartografiados en la escala descrita en este documento.

Hay movimientos lentos que pueden llegar a ser más importantes que los rápidos debido a la cantidad de masa desplazada.

Los agentes geomorfológicos como el agua de lluvias, la escorrentía, el viento, los animales y el hombre son responsables de los procesos geomorfológicos exógenos que afectan la superficie terrestre, degradando unos paisajes y construyendo otros, las unidades que presentan movimientos en masa son: Dco (26822, 26760, 26812 y 26811), Dcrd (26816, 26818, 26817, 26743 y 26745), Ddi (26824), Deeme (26814), Dlres (26802, 26803) y Sslp (26810, 26774 y 26693).

Los movimientos se registran principalmente hacia la vereda Albania del municipio de San Vicente de Chucuri, hacia el municipio del Carmen de Chucuri y en algunos sectores altos de la vereda el Centro y Laureles del municipio de Barrancabermeja. Los movimientos en masa, presentes en el área de estudio; recientes y los de la base de datos, no son numerosos ni de amenaza alta, por lo que la principal amenaza en el área de estudio es por inundación.

En el área de estudio, se observa que los materiales que presentan predisposición a que tengan movimientos en masa, son aquellos que forman unidades con desarrollo de suelo residual, altamente meteorizados, con estratificación a favor de la pendiente, estratos muy fracturados y por el grado de inclinación de la ladera.

El modelado del relieve y el hecho de que el material del área de estudio tienda a sufrir movimientos en masa, es debido a dos factores principalmente: Por un lado, la geomorfología que a pesar de que no es un relieve muy alto, si presenta sectores con lomos y cerros, con intensos procesos de erosión y meteorización. Por otro lado, el desarrollo de suelos de tipo Entisoles, Inceptisoles y Molisoles, en menor grado se encuentran los Vertisoles y Oxisoles, lo que en general nos dice que se trata de suelos jóvenes y sin desarrollo o con desarrollo incipiente de horizontes, aunque en algunos sectores, el desarrollo de suelo es más avanzado.

La morfogénesis debe su desarrollo, ya sea a partir de material geológico meteorizado o rocas frescas. La formación de suelos es favorecido por el clima característico del área, que presenta periodos de sequía donde el material geológico forma agrietamiento y encostramiento y periodos húmedos, en los que la lluvia y la escorrentía infiltran y lavan el material meteorizándolo y debilitándolo para finalmente generar por gravedad un movimiento del material.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso del Glosario Geomorfológico SGC (2013), que define unidades geomorfológicas, a partir de sus características morfométricas, para evitar la subjetividad en la caracterización de unidades.
- En el mapa geomorfológico se generalizan las unidades, discriminando sus características individuales (es decir que cambian de un lugar a otro), que modifican su comportamiento ante la ocurrencia de movimientos en masa. Se recomienda, incluir en el formato de Cartografía Geomorfológica UIS (2013), un espacio en donde se pueda hacer una calificación para cada unidad geomorfológica y geológica; que permita un diferenciamiento, según el estado de cada unidad.
- El glosario tiene una amplia variedad de unidades de diferentes ambientes, se recomienda hacer un atlas para cada unidad a la estandarización para una mejor aplicación del manual en otros proyectos.
- Se recomienda que para los planes de ordenamiento territorial y gestión del riesgo, se tengan en cuenta los siguientes movimientos registrados en la base de datos de SIMMA, sus causas y apreciación del riesgo.

Se identificaron algunos sitios que presentan movimientos en masa en el municipio de Barrancabermeja, se recomienda tener en cuenta esta información en programas de gestión del riesgo. Los puntos de movimientos en masa registrados en SIMMA, para el Municipio de Barrancabermeja están ubicados en los asentamientos de

Barrancabermeja (26814, 26823, 26819, 26821, 26816, 26818, 26824) y la vereda el Centro (26774, 26693, 26810)

Tabla de Apreciación del riesgo de los movimientos activos en el municipio de Barrancabermeja Departamento de Santander. .

N° Registro SIMMA	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico	Causas	Apreciación del Riesgo
26814	1028664 1270790 97	Margen izquierdo de la vía que va de Barrancabermeja a Bucaramanga, en sector de San Isidro, cerca al aeropuerto de Yariguies. Saliendo por el Sur del casco urbano de Barrancabermeja.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial y socavación en la pata del talud	Baja ya que el deslizamiento está aislado en medio de una amplia llanura aluvial
26819	1028080 1267612 98	Vía que va de la vereda el centro de Ecopetrol a Puerto Parra, en el sitio conocido como los Laureles en predios de la hacienda Casa Blanca	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Bajo, debido a que no hay nada, que pueda dañarse por causa del movimiento

26821	1030310 1265881 140	Vía que conduce del Centro en Barrancabermeja al sector conocido como Cuatro Bocas.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Baja, no hay daños potenciales.
26823	1028562 1269513 172	Margen derecho y margen izquierdo de la vía que va de Barrancabermeja al aeropuerto Yariguies. En un sitio conocido como Centro Recreacional el Oasis	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Baja, el movimiento es muy lento para afectar la vía
26824	1031741 1259856 144	Sector San Isidro, vía que va de la Virgen a sector conocido como Barrasanta	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Media, ya que es una zona industrial cuyas vías podrían afectarse con el avance del movimiento.
26818	1045479 1269331 102	Por la vía que va del municipio de Puerto Parra al municipio de Bucaramanga. En el Sector conocido como el Limoncito	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Baja, el movimiento es lento y no genera daños

<p>26816</p>	<p>1042089 1276286 118</p>	<p>Al E de La Falla De Infantas, dos kilómetros del sitio conocido como el Zarzal, en un sector llamado Alto Buey Pelado, por la vía que va de Barrancabermeja a Bucaramanga. En predios de la Finca Patio Bonito</p>	<p>Alta meteorización química causando por erosión pluvial. Deforestación, deficiencias en el sistema de drenaje y socavación en pata del talud</p>	<p>Alto, debido a que hay más de siete viviendas y una cancha de futbol, sobre las coronas de los deslizamientos. Fuertes procesos erosivos.</p>
<p>26774</p>	<p>1035659 1252684 121</p>	<p>Vía que va del sitio conocido como el Oponcito al municipio de Bucaramanga</p>	<p>Alta meteorización química causando por erosión pluvial.</p>	<p>La infraestructura de la vía se ve amenazada aunque hay control parcial de un muro de contención. No hay Riesgo considerable.</p>
<p>26693</p>	<p>1035546 1251797 142</p>	<p>Por la vía que va del sitio conocido como</p>	<p>Alta meteorización química</p>	<p>Representa un riesgo a la infraestructura</p>

		Santa Clara antes al desvío que va a Yarima	causando por erosión pluvial y Colapso gravitatorio en el escarpe.	de la vía principal. Puede ocasionar taponamientos temporales en el flujo vehicular,
26810	1035552 1252055 127	Vía que va de Puerto Parra a Barrancabermeja.	Inclinación desfavorable del plano de estratificación.	La vía no ha sido afectada hasta ahora, pero con el tiempo el colapso de material puede deteriorar el estado de la vía, además, causar taponamientos en el flujo vehicular.

Fuente: Autor.

Se identificaron algunos sitios que presentan movimientos en masa en el municipio de Yondó en el departamento de Antioquia. Los movimientos de captura inventario registrados para la zona de estudio en el municipio de Yondó son tres y están ubicados en las veredas de San Miguel del Tigre 026813, San Luis Beltrán 026812 y Yondó Nuevo 026811.

Tabla de Apreciación del riesgo de los movimientos activos en el municipio de Yondó, Departamento de Antioquia.

N° Registro SIMMA	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico	Causas	Apreciación del Riesgo
26812	1014811 1262615 111	Vía que va del municipio de Casabe (Yondó) al sitio conocido como la Argentina. Vereda San Luis Beltrán.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial. Además, carga en la corona del talud y vibración artificial por paso vehicular.	Baja, La retrogresión del movimiento puede llegar a afectar la infraestructura de la vía.
26811	1016966 1264896 89	Junto a la Ciénaga la Represa. Vereda Yondó Nuevo.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Alta, para la infraestructura vial.

26813	1010726 1276151 87	Margen derecho de la vía que conduce de la hacienda Brisas de la Montaña a la vereda San Miguel del Tigre. Vereda San Miguel Del Tigre	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Bajo. Aunque, hasta ahora no se han registrado daños en la vía debido al movimiento, con el tiempo los corrimientos de suelo pueden llegar a tapar la vía
--------------	--------------------------	--	--	---

Fuente: Autor

Se identificaron algunos sitios que presentan movimientos en masa en el municipio de San Vicente de Chucuri en el departamento de Santander. Los movimientos de captura inventario registrados para la zona de estudio en el municipio de San Vicente de Chucuri son nueve y están ubicados en el área limítrofe entre las veredas de Albania, Tempestuosa y Arrugas (26822, 26741, 26743, 26745); también en la vereda la Llana Caliente (26760), la Vereda Vizcaína (26817) y la Llana de Cascajales (26768, 26702).

Tabla de Apreciación del riesgo de los movimientos activos en el municipio de San Vicente de Chucuri, Departamento de Santander.

N° Registro SIMMA	Coordenadas planas E N	Referente Geográfico	Causas	Apreciación del Riesgo.
-------------------	------------------------	----------------------	--------	-------------------------

	Altura			
26822	1044521 1259778 151	Desviando de la vía que va de Bucaramanga a Puerto Parra en la Vía que va del sitio conocido como la Explanación al sitio llamado el Marfil. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Baja, ya que el movimiento es muy lento y la pendiente suave.
26741	1043650 1253420 170	Vía que va de Yarima al sitio conocido como la Pradera. Cerca al Caño lo Muertos. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	El material que se mueve en estos deslizamientos no puede llegar a ocasionar daños. El riesgo es despreciable.
26817	1058589 1278355 97	Vía que conduce de la vereda San Alberto a la vereda Pozo Nutria. Eje Anticlinal de San Luis cerca a la Falla la Salina. A unos metros	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Alto, debido a que hay viviendas al borde del talud.

		de la hacienda Huitaca. Vereda Vizcaína.		
26760	1056777 1254026 156	Margen izquierda por la vía que va de Albania a San Vicente de Chucuri. Cerca de la Quebrada la Llana. Flanco E del Anticlinal de San Luis. Cerca de la Falla de la Salina, Sector la Guacamaya. Vereda de Llana Caliente.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Los movimientos caen sobre la vía afectando a los finqueros del sector, que pasan con su ganado y cultivos.
26743	1046762 1256371 208	Margen derecho de la vía que va de la vereda Albania a la hacienda la Pradera. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas	Alta meteorización química causando por erosión pluvial. Además, de vibración artificial causada por el paso vehicular.	Alta, para la vía y una vivienda.

<p>26745</p>	<p>1948943 1256433 220</p>	<p>Vía del sitio conocido como la Pradera a Albania, cerca al caño de los Muertos en área de influencia de la Falla Arrugas. Entrada NW a la Vereda Albania. Finca del señor Luis y fincas cercanas. Área limítrofe entre las veredas Albania, Tempestuosa y Arrugas.</p>	<p>Alta meteorización química causando por erosión pluvial. Además, de carga en la corona del talud, vibración artificial causada por el paso vehicular y tectónica, ya que se encuentra en una zona cercana a fallas geológicas.</p>	<p>Alto, debido a que hay viviendas, vías y potreros que pueden ser afectados por la actividad del movimiento.</p>
<p>26768</p>	<p>1038892 1241476 121</p>	<p>Cerca al corregimiento de Yarima en el Flanco E del sinclinal de Infantas. Vereda la Llana de Cascajales.</p>	<p>Alta meteorización química causando por erosión pluvial.</p>	<p>Hasta ahora, el movimiento no ha ocasionado daños, pero su característica</p>

				retrogressiva es una amenaza alta para la vivienda que se encuentra cerca de la corona de desprendimiento del flujo.
26702	1044814 1240505 229	Cerca de la vereda Clavellinas, a unos metros del río Cascajales.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	No hay riesgo de que estos movimientos generen daños infraestructurales, económicos y/o ambientales.

Fuente: Autor

Se identificaron algunos sitios que presentan movimientos en masa en el municipio de Simacota en el Departamento de Santander. Los movimientos de captura tipo inventario registrados para este municipio en esta región son: en la vereda vizcaína baja el registro número 26802 y en la vereda la Esperanza el registro 26803.

Tabla de Apreciación del riesgo de los movimientos activos en el municipio de Simacota, Departamento de Santander.

N° Registro SIMMA	Coordenadas planas E N Altura	Referente Geográfico	Causas	Apreciación del Riesgo.
26803	1028501 1246432 148	Cerca de Aguas Blancas Bajas-Simacota Bajo, vía de las Palmas al Guayabal. Zona de inflexión del flanco E de un Sinclinal y el Flanco W de un anticlinal cuyo eje ha sido desplazado por una falla; ubicados el W del sinclinal. De Infantas. Finca los medios en la Vereda la Esperanza.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	Moderada. Debido a que hay una vía con daño severo y otra que puede llegar a dañarse.
26802	1025039 1250516 122	Vía que lleva de tres esquinas a la línea del ferrocarril del Atlántico. Sector Aguas Blancas en la vereda Vizcaína Baja.	Alta meteorización química causando por erosión pluvial.	La infraestructura de la vía se ve amenazada y hay control de un muro de contención. No hay Riesgo considerable.

Fuente: Autor.

BIBLIOGRAFIA

ALCALDÍA DE SAN VICENTE DE CHUCURI 2012 Nuestro Municipio Colombia [Fechas de consulta: 25 de diciembre de 2013] Disponible en: http://www.sanvicentedechucuri-santander.gov.co/informacion_general.shtml

ALCALDIA EL CARMEN DE CHUCURI 2013 Nuestro Municipio [Fecha de consulta: 19 de diciembre de 2013]. Disponible en: http://www.elcarmen-nortedesantander.gov.co/informacion_general.shtml

ALCALDIA PUERTO PARRA 2000 Documento Resumen del EOT del Municipio de Puerto Parra. Ministerio de Desarrollo Económico. 92p. Santander-Colombia.

ALCALDIA SAN VICENTE DE CHUCURI 2001, Plan de Ordenamiento Territorial. Administración José Ricaurte Mejía Monsalve. 120p. Santander-Colombia.

ALCALDIA SIMACOTA 2012 Nuestro Municipio [Fecha de consulta: 19 de diciembre de 2013] Disponible en: http://www.simacota-santander.gov.co/informacion_general.shtml#geografia

ALCALDIA SIMACOTA 2012 Plan de Desarrollo Municipal “De la Mano con la Gente” Administración de Marcela del Pilar Arce Hernandez. 193p. Santander-Colombia.

ALCALDIA YONDÓ, 2000 Documento resumen EOT Municipio de Yondó. Dirección de Planeación. Administración de Eliseo Galeano Marino. 53p. Antioquia-Colombia

ALCALDIA YONDÓ, 2008 Plan de Desarrollo Yondó Antioquia. Administración de Jorge Rodríguez Salcedo. 211p. Antioquia-Colombia.

ARIAS, A. C. (2007) Factores Que Inciden En La Formación Del Suelo. Universidad Estatal a Distancia, Suelos tropicales, Vol. 2, página 31-37. Costa Rica.

CARVAJAL et al., 2003. Visión integral de la geomorfología Colombiana. Resumen poster. Memorias del IX Congreso Colombiano de Geología. Medellín. Colombia.

CARVAJAL, J. 2012. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Servicio Geológico Colombiano 83 p. Bogotá.

CARVAJAL, J. 2012. Propuesta De Estandarización De La Cartografía Geomorfológica En Colombia. Servicio Geológico Colombiano 83 p. ISBN: 978-958-99528-2-5. Bogotá.

CARVAJAL, J., 2002. Caracterización de la metodología geomorfológica adaptada por INGEOMINAS. Documento interno INGEOMINAS sometido a discusión y modificaciones. 13p. Bogotá. Colombia.

CARVAJAL, J., 2003. Documentación detallada del modelo de datos para la faceta de geomorfología. Documento INGEOMINAS preliminar, sometido a discusión y modificaciones. 48p. Bogotá. Colombia.

CIRE 2011 Deslizamiento Barrio Triunfo – Barrancabermeja, Centro de Información de reporte de emergencias. Colombia. En <http://garza.uis.edu.co:8080/emergencia/reports/view/174>

CRUDEN Y VARNES (1996) Clasificación de movimientos en masa en Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, 2007 Capitulo 1. Numerale 1.2 Pág. 3-30 Colombia.

CRUDEN Y VARNES (1996) Clasificación de movimientos en masa en Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, Capitulo 1, Numeral 1.2 Pág. 3-30 Colombia.

DANE 2010 Comunicado de Prensa de Resultado definitivo del Registro Único de Damnificados 2010-2011, Colombia [Fechas de consulta: 25 de diciembre de 2013] Diponible en http://www.dane.gov.co/files/noticias/Resultados_Finales_Reunidos.pdf

El TIEMPO 2010 Articulo: Ola invernal en Colombia 2010. [Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013] Disponible en: http://www.eltiempo.com/colombia/otrazonas/ARTICULO-WEB-NEW_NOTA_INTERIOR-9360233.html

GRUPO DE ESTÁNDARES PARA MOVIMIENTOS EN MASA (2007) Formato Modificado para Catalogo de Movimientos en Masa en Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, capitulo 3 pág. 103. 2007 Colombia

GRUPO DE ESTÁNDARES PARA MOVIMIENTOS EN MASA (2007) Formato Modificado Para El Inventario De Movimientos En Masa Vs 2012 en Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, capítulo 3 pág. 103. 2007 Colombia

GÓMEZ, J et al 2007 El Mapa Geológico de Colombia-MGC Historia, Explicación y perspectivas. Servicio Geologico Colombiano 7 p.

Gómez, L. et al. 2008 Cartografía geológica y Muestreo geoquímico Escala 1:100000 de la Plancha 119 Barrancabermeja VMM. INGEOMINAS 105 p. Bogotá.

GRUPO DE ESTÁNDARES PARA MOVIMIENTOS EN MASA (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4 Capítulo 3 Pág. 87-104. Colombia

GRUPO DE ESTÁNDARES PARA MOVIMIENTOS EN MASA (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4 Capítulo 3 Pág. 87-104. Colombia.

IGAC, 1986. Estudio General de Suelos del departamento de Arauca, Bogotá DC.

IGAC, 1993. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Casanare, Bogotá DC.

IGAC, 2003. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Norte de Santander, Bogotá DC.

IGAC, 2004. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Boyacá, Bogotá DC.

IGAC, 2004. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Santander, Bogotá DC.

IGAC, 2005. Cartografía oficial de Colombia- Hoja 119. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Subdirección de geografía y Cartografía. Bogotá. Colombia.

IGAC, 2007. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento de Antioquia, Bogotá DC.

IGME (1988) Procesos de movimientos en laderas. Instituto Geológico y Minero de España. Riesgos geológicos. Página 76-81. España.

INGEOMINAS (2012) Propuesta Metodológica Sistemática para la generación de Mapas Geomorfológicos Analíticos Aplicados a la Zonificación de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:100.000. Subdirección de Amenazas Geológicas y Entorno Ambiental Proyecto Mapa Nacional de Amenaza por Movimientos en Masa Escala 1:100.000. 88 pág. Bogotá, Colombia.

JULIVERT, M., BARRERO, D., BOTERO, G., DUQUE, H., et al. 1968. Léxico Estratigráfico Internacional: América Latina, Colombia. Unión Internationale Des Sciencis Géologiques, p. 572. París. Francia.

MINISTERIO DEL INTERIOR Y DE JUSTICIA 2010 Decreto 4580 de 2010: Estado de emergencia económica, social y ecológica por razón de grave calamidad pública. Colombia [Fecha de Consulta: 25 de diciembre de 2013]. Disponible en http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/decreto/2010/decreto_4580_2010.html.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2006 Estado Comunitario: Desarrollo para todos Tomo II. Administración de Álvaro Uribe Vélez. 74p Bogotá-Colombia.

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO - GEOCIENCIAS Para Las COMUNIDADES ANDINAS (PMA-GCA). 2007. Movimientos en masa en la región andina, una guía para la evaluación de amenazas.

SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, 2013. Documento Metodológico De La Zonificación De Susceptibilidad Y Amenaza Por Movimientos En Masa Escala 1:100.000. Versión 2, Bogotá. D.C.

SGC (2012) Formato Modificado para Catalogo de Movimientos en Masa en Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, capítulo 3 pág. 103. 2007 Colombia

SGC (2012) Formato Modificado Para El Inventario De Movimientos En Masa Movimientos en Masa en la Región Andina: Una Guía Para La Evaluación De Amenazas Servicio Nacional de Geología y Minería Publicación Geológica Multinacional No. 4, capítulo 3 pág. 103. 2007 Colombia

SGC 2013 Sistema de Información de Movimientos en Masa SIMMA, {Recurso web}, Datos de mapa ©2013 Google, INEGI, Inav/Geosistemas SRL, Mapcity. [Fecha de consulta: 25 de diciembre de 2013] Disponible en: <http://zafiro.ingeminas.gov.co/SIMMA/Account/Login.aspx?ReturnUrl=%2fSIMMA%2fInventario%2fNuevoRegistro.aspx>

SGC, 2012. Documento metodológico para la zonificación de susceptibilidad y amenaza relativa por movimiento en masa, escala 1:100.000. Servicio Geológico Colombiano. Bogotá D.C. 135 pag.

USDA, 2010. Clave para la Taxonomía de suelos. Onceava Edición. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio de Conservación de los Recursos Naturales. Traducción de CARLOS Ortiz-Solorio y Ma. Del Carmen Gutierrez-Castorena. México. 366 pag.

VANGUARDIA LIBERAL 2010 Deslizamientos e inundaciones en Barrancabermeja, por fuertes lluvias. Colombia. [Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2013] Disponible en <http://www.vanguardia.com/historico/63622>

VANGUARDIA LIBERAL 2010 San Vicente de Chucuri, en alerta por deslizamientos. Colombia. [Fecha de consulta: 26 de diciembre de 2013] Disponible en <http://www.vanguardia.com/historico/78172-san-vicente-de-chucuri-en-alerta-por-deslizamientos>

VELASQUEZ, E. 1999. Contribution methodologique a la prise en compte du milieu physique dans la planification environnementale du territoire en zone montagnense de Colombie. Tesis de PHD. Université de Grenoble, 310 p. Francia.

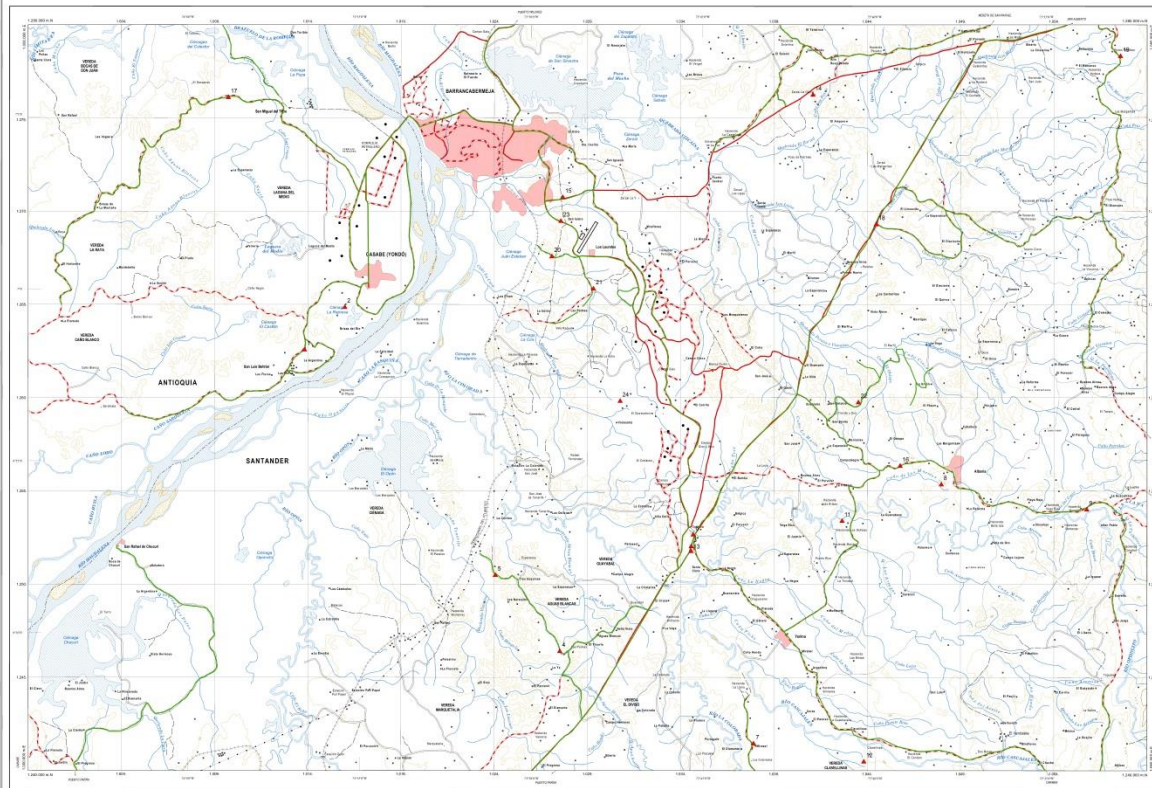
WARD, D., GOLDSMITH, R., CRUZ, J., JARAMILLO, L., VARGAS, R. 1977. Geología del Cuadrángulo H13 Pamplona a escala 1:100.000. Ingeominas, Bogotá. Colombia.

WARD, D., GOLDSMITH, R., CRUZ, J., RESTREPO, H. 1973. Geología de los Cuadrángulos H12 Bucaramanga y H13 Pamplona, Departamento de Santander. Ingeominas, Boletín Geológico, Vol. XXI (1-3). Bogotá. Colombia.

ANEXOS

**ANEXO A: MAPA GEOMORFOLOGICO DE LA PLANCHA 119
BARRANCABERMEJA VMM DEPARTAMENTO DE SANTANDER
ESCALA 1:100.000**

**ANEXO B: MAPA DE ESTACIONES Y RECORRIDOS DE CAMPO
DE MORFOLOGIA-MORFODINAMICA**



Convenciones de campo
 ▲ Estaciones
 — Recorrido

REPÚBLICA DE COLOMBIA
 DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN COGAZZI
 INSTITUTO NACIONAL DE GEOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA

CARTA GENERAL
 Escala 1:100,000

1:100,000

CONVENCIONES

POBLACIONES

BOGOTÁ
 Valle de Guadalupe
VALLEDEPAR
 Pto. Nuevo
 Río de Oro
 La Peña
 El Cajas
 La Mesa
 Páramo

CONSTRUCCIONES

CONVENIO

TRANSPORTE

RELEVÉ

ABREVIATURAS

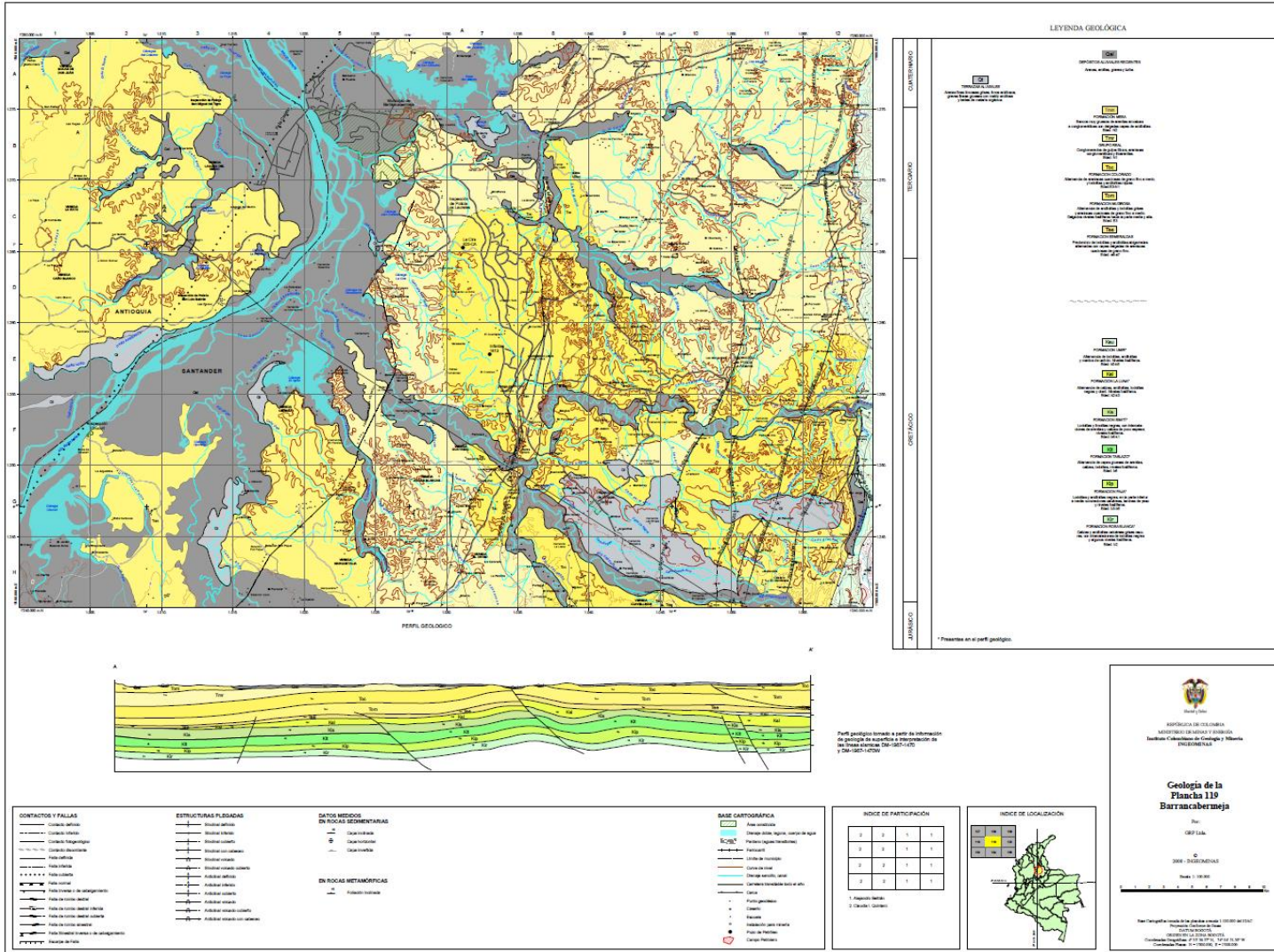
INFORMACIÓN DE REFERENCIA

REJILLA DE MALLA ADYACENTE

CARTOGRAFÍA OFICIAL DE COLOMBIA

SIGAC

**ANEXO C: MAPA GEOLOGICO PLANCHA 119
BARRANCABERMEJA VMM**



**ANEXO D: BASE DE DATOS DE REGISTRO HISTÓRICO DE
CAPTURA TIPO INVENTARIO DE MOVIMIENTOS EN MASA
1920-2012**

Tabla 16. Registro histórico de captura tipo inventario de movimientos en masa

CODIGO	EVENTO	DEPARTAMENTO (MUNICIPIO)	LATITUD	LONGITUD
7539	22/11/200 5		6,91679256	-73,54320675
8952	27/08/200 7		6,92264831	-73,53969329
10108	03/11/200 7		6,91562141	-73,54203559
9115	03/11/200 7		6,91796371	-73,54437790
10152	07/11/200 8		6,91562141	-73,54203559

Fuente: Modificado de SIMMA-registros históricos de captura tipo inventario. Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2013

**ANEXO E: BASE DE DATOS DE REGISTRO HISTÓRICO DE
CAPTURA TIPO CATÁLOGO DE MOVIMIENTOS EN MASA
1920-2012**

Tabla 17. Registro histórico de captura tipo catálogo de movimientos en masa

CODIGO	EVENTO	Departamento (Municipio)	Lat. Long.	Mecanismo
7618	01/12/2005	Santander (Barrancabermeja)	6,790308271 -73,72941972	Deslizamiento
10005	01/09/2008		6,860577321 -73,73293317	Deslizamiento
26542	01/07/2012	Santander (Simacota)	6,703611111 -73,81722222	Deslizamiento
26576	01/07/2012		6,693888889 -73,81416667	Deslizamiento

Fuente: Modificado de SIMMA-registros históricos de captura tipo catálogo. Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2013

**ANEXO F. GLOSARIO DE UNIDADES Y SUBUNIDADES
GEOMORFOLÓGICAS**

GLOSARIO DE UNIDADES Y SUBUNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

Ambiente denudacional

Se incluyen las geoformas cuya expresión morfológica está definida por la acción combinada de procesos moderados a intensos de meteorización, erosión y transporte de origen gravitacional y pluvial que han remodelado y dejado remanentes de las geoformas preexistentes y además crean nuevas por acumulación de sedimentos.

Altiplano (Da): Superficie plana con pendiente suavemente inclinada a muy inclinada, limitadas por vertientes de pendiente inclinadas a muy escarpadas, generadas a partir de levantamientos tectónicos y por procesos de denudación y erosión intensa. Se compone de dos partes, una el altiplano de morfología colinada a lomada generada a partir de antiguos procesos denudacionales (meteorización, erosión y acumulación) y fluviales regionales, y las vertientes de altiplanicie, de longitud largas a extremadamente largas, afectadas por procesos denudacionales acentuados de erosión y acumulación.

Cerro remanente o relicto (Dcrem): Prominencias topográficas aisladas de morfología colinada, lomada o montañosa que sobresale de la topografía circundante de cimas agudas a redondeadas, con laderas de longitud moderadamente corta a moderadamente largas, de forma convexas. Su origen se asocia a procesos de erosión y meteorización diferencial acentuada y antigua, se incluyen los cerros semienterrados en sedimentos mucho más recientes.

Cerro residual (Dcrs): Prominencia topográfica sobresaliente y aislada de morfología lomada o colinada de cimas redondeadas a planas y con ondulaciones, de laderas rectas a convexas, largas a muy largas, de pendiente escarpada asociadas a rocas más competentes de las circundantes y el desarrollo de suelos residuales gruesos. Su origen se asocia a procesos de meteorización diferenciales intensos que han actuado en climas húmedos tropicales antiguos.

Cima (Dc): Cresta de forma convexa plana y amplia, se presentan como franjas alargadas que bordean algunas divisorias de aguas, de pendiente plana a inclinada, con anchos entre 200 a 800 metros, limitadas por laderas cuya inclinación puede ser moderada a escarpada. Generadas a partir de procesos meteorización y erosión intensa, sumado a los procesos de origen antrópico. Esta condición de zonas aplanadas ha sido aprovechada para el asentamiento de la población.

Colina residual (Dcr): Elevación del terreno entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendiente inclinada a abrupta, con índice de relieve bajo a moderado. Estas geoformas son originadas por procesos

tectónicos o por periodos de denudación cuya configuración se halla estrechamente ligada a los factores litológicos locales. Se dan en zonas estructurales tabulares o suavemente inclinadas y afectadas por procesos denudacionales y de meteorización posteriores. Se asocian a materiales de constitución homogénea y a suelos residuales de espesor superior a 3 metros.

Colina residual disectada (Dcrd): Elevación del terreno entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, con cimas redondeadas y amplias de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendiente muy inclinada a muy abrupta, con índice de relieve bajo a moderado. Estas geoformas son originadas por procesos tectónicos o por periodos de denudación cuya configuración se halla estrechamente ligada a los factores litológicos locales y se asocian a rocas que han sido afectadas por tectonismo o a suelos espesos donde se desarrolla meteorización esferoidal (organales). Estas geoformas se distinguen por su ligero grado de disección en forma de U, porque se han desarrollado sobre un substrato rocoso relativamente blando (fracturado) o suelos residuales, siendo favorecidos por una red de pequeñas quebradas que drenan las aguas de escorrentía hacia las zonas topográficamente más bajas

Colina residual muy disectada (Dcrmd): Elevación del terreno entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, con cimas redondeadas y angostas, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendientes muy abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo a moderado. Estas geoformas son originadas por procesos tectónicos o por periodos de denudación cuya configuración se halla estrechamente ligada a los factores litológicos locales y se asocian a rocas que han sido afectadas por tectonismo o a suelos espesos donde se desarrolla meteorización esferoidal (organales). Estas geoformas se distinguen por su alto grado de disección en forma de V, porque se han desarrollado sobre un substrato rocoso relativamente blando (fracturado) y en rocas estructuralmente tabulares o ligeramente inclinadas o suelos residuales, siendo favorecidos por redes de drenaje que disectan o cortan los materiales.

Colina remanente (Dcre): Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, de morfología colinada con cimas redondeadas y amplias, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a recta y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo a moderado. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos. Estas geoformas se distinguen por que se presentan aisladas y sobresalen de la topografía existente y sus tipos de valle son en artesa.

Colina remanente disectada (Dcred): Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, con cimas redondeadas y estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo a moderadas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección de los drenajes, generando valles en U.

Colina remanente muy disectada (Dcremd): Prominencias topográficas aisladas con una altura entre 200 y 399 metros sobre su nivel de base local, con cimas agudas

a redondeadas estrechas, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y pendientes abruptas a escarpadas, con índice de relieve bajo a moderadas. Estas geoformas son originadas por procesos de denudación intensos y cuyas laderas se caracterizan por la alta disección, generando valles en V.

Cono de talus (Dct): Geoformas de forma de cono o lóbulo, localizadas en la base de los escarpes con formas angostas en el ápice y redondeadas hacia el extremo cuyas pendientes varían entre inclinadas a abruptas, las laderas son de longitudes cortas a medias con formas convexas y cóncavas hacia la parte distal. Son producto de la acumulación mecánica de bloques y fragmentos angulares heterométricos que se desprendieron por procesos de meteorización acentuada de las partes altas. Se incluyen en este tipo de geoforma los conos generados por actividad tectónica actual o subactual.

Cono flujos de detritos (Dfe): Geoforma en forma de cono o lóbulo, cuyas laderas son de longitudes cortas a largas, de formas convexas y con pendientes que varían entre inclinadas a abruptas. Sus depósitos tienen rasgos característicos como albardones o diques longitudinales, canales en forma de u, trenes de bloques rocosos y grandes bloques individuales. Su origen está asociado al transporte torrencial de sedimentos clastosoportados.

Cono y lóbulo coluvial y de soliflucción (Dco): Geoforma en forma de cono o de lóbulos alomados bajos. Se originan por procesos de transporte y depositación de materiales sobre las laderas y por efecto de procesos hidrogravitacionales, en suelos saturados y no saturados, están constituidos por bloques y fragmentos heterométricos de rocas preexistentes, embebidos en una matriz generalmente arcillosa a areno limo arcillosa

Cono o lóbulo de deslizamiento rotacional (Ddrt): Geoforma de acumulación de tierra y bloques en forma de cono o lóbulo de morfología alomada baja, de longitud muy corta a corta y de formas irregulares localmente escalonadas, muy inclinadas a abruptas. La forma es lobulada en su parte distal y basculada en asocio de empozamientos de agua en su parte alta y media. Presentan espesores de 5 - 20 metros.

Cono o lóbulo de deslizamiento traslacional (Ddtr): Cono o lóbulo, de morfología plana a suavemente ondulada, de rocas o tierra que involucra movimiento a lo largo de una superficie de falla más o menos planar. El movimiento es controlado por planos someros de debilidad (Planos de estratificación o el contacto entre un plano rocoso y los detritos suprayacentes).

Cono o lóbulo de flujo de detritos (Dlfd): Lóbulos y abanicos de morfología alomada y aterrazada, de longitudes muy largas a extremadamente largas, de formas convexas, limitados por escarpes abruptas a muy abruptas. Se constituyen de bloques rocosos angulares a subredondeados de detritos flotantes en una masa de partículas y bloques más finos (material partícula soportados). Su origen se asocia a eventos fluvio torrenciales encauzados.

Cono o lóbulo de flujo de lodo (Difl): Lóbulos de flujo alomados, localmente aterrizados de longitudes cortas a muy largas, muy disectadas, que se presentan siguiendo localmente las hondonadas y drenajes fluviales. Se constituyen de bloques angulares de 5 - 70 centímetros de arista mayor, diseminados en una matriz arcillo arenosa. Su origen se asocia a transporte de materiales producto de saturación del suelo, pueden alcanzar espesores del orden de 50 metros. Localmente presentan diques marginales limitando el cauce

Cono de deslizamiento indiferenciado (Ddi): Conos y lóbulos de tierra o roca de morfología baja, Sus principales características morfológicas son pendientes cóncavas y convexas, nichos semicirculares, pendientes escalonados, bloques inclinados, relieve irregular, formación de grietas y cambio súbito de pendiente. Generados por procesos de Movimientos en masa ladera abajo, cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante.

Escarpe de erosión mayor (Deem): Escarpes de longitud corta a larga (con alturas mayores de 20 metros), de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje mayor.

Escarpe de erosión menor (Deeme): Escarpes de longitud muy corta, con alturas de 1 a 20 metros, de forma cóncavo convexa y eventualmente recta, con pendiente escarpada a muy escarpada, originado por socavación fluvial lateral o por procesos de erosión y movimientos en masa remontantes a lo largo de un drenaje menor.

Escarpe facetado (Def): Superficies con una geometría triangular o trapezoidal, con una base amplia y angosta hacia arriba, con ladera de morfología alomada, de longitud corta a moderadamente larga, de forma cóncava, con pendientes escarpadas a muy escarpadas. Estas geoformas corresponden a laderas relictas que aparecen en torno a relieves estructurales constituidos por materiales fracturados de manera uniforme y fácilmente erosionable. Su origen se asocia a procesos de erosión, incisión y movimientos en masa asociados a las laderas, tales procesos pueden individualizar una faceta.

Cono o lóbulo de Flujo indiferenciado (Dft): Lóbulos y abanicos de morfología alomada de longitudes muy largas a extremadamente largas, de formas convexas abruptas a muy abruptas, el cuerpo despliega estructuras de flujo claras en la parte frontal lobulada y convexa, se constituyen de bloques rocosos angulares a subredondeados de tamaños métricos flotantes en matriz arenosa con gravas y arcillas, con burdo sorteamiento o gradación inversa, con acumulación de bloques al frente de la onda. Su origen se asocia a avalanchas torrenciales inducidas posiblemente por eventos sísmicos o cambios climáticos asociados a lluvias torrenciales.

Glacis (Dg): Superficie de erosión suavemente inclinada, de longitud moderadamente larga a muy larga, de formas cóncavas, esculpida en roca por procesos de escorrentía superficial en el pie de una montaña en condiciones

climáticas áridas a semiáridas. Se origina esencialmente por la erosión, al removerse gradualmente una capa de rocas de poca resistencia que descansa sobre otra de alta resistencia; al ser erosionada esta última disminuye la intensidad de la disección y se incrementa la acumulación en la base. Localmente hacia la base se encuentra cubierta por delgadas capas de grava de origen aluvial producto del arrastre de materiales asociados con el mencionado proceso.

Glacis de acumulación (Dga): Superficie de acumulación de longitudes moderadamente largas de formas cóncavas y suavemente inclinadas. Su génesis se asocia a la acumulación del material fino en zonas bajas por procesos de erosión laminar. Se incluyen igualmente los planos adyacentes, formados por rellenos de material coluvial fino con bloques, producto de la erosión laminar de las laderas circundantes y presentan espesores de 3 - 10 metros.

Glacis de erosión (Dge): Superficie de erosión larga a muy larga, de forma cóncava y suavemente inclinada, esculpida en roca en zonas de piedemonte por procesos de escorrentía superficial en condiciones climáticas áridas a semiáridas. Es característico el desarrollo de fuerte carcavamiento y tierras malas.

Inselberg (Di): Geoforma prominente, representada por un relieve residual aislado que sobresale del circundante, de cresta suave, de laderas muy escarpadas a verticales, rectas y desnudas de material vegetal. Generadas especialmente en rocas ígneas de alta competencia.

Lóbulo y cono de avalancha de detritos (Dlcad): Lóbulos y abanicos de morfología alomada de longitudes largas a muy largas, que generan pendientes naturales inclinadas a muy inclinadas con formas convexas. Su origen se asocia a avalanchas torrenciales no canalizadas inducidas por eventos sísmicos o lluvias intensas.

Lóbulo y cono de avalancha de rocas (Dlcar): Lóbulos y abanicos de morfología alomada de longitudes extremadamente largas, que generan pendientes naturales inclinadas a muy inclinadas con formas convexas. Sus depósitos están usualmente cubiertos por bloques grandes, aun cuando se puede encontrar bajo la superficie del depósito material fino derivado parcialmente de roca fragmentada e incorporada en la trayectoria. Su origen se asocia a avalanchas no canalizadas inducidas por eventos sísmicos, lluvias intensas o deshielo.

Loma residual (Dlor): Prominencias topográficas con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, de morfología alomada y elongada, con relieve relativo baja, de laderas cortas a muy cortas, de forma convexa, Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas, constituidas de suelos residuales con espesor superior a 3 metros, localmente pueden estar cubiertos por delgados depósitos de cenizas volcánicas y delgados niveles de material coluvial. Su origen está asociado a procesos intensos de meteorización y erosión diferencial.

Loma denudada (Dld): Prominencias topográficas con una altura menor de 200 metros sobre su nivel de base local, de morfología alomada y elongada, con relieve relativo baja, de laderas cortas a muy cortas, de forma convexa, cuyas pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas. Su origen está asociado a procesos

intensos de meteorización y de erosión diferencial. Estas geoformas se caracterizan por presentar movimientos en masa y procesos erosivos intensos.

Lomeríos Indiferenciados (DI): Porción de terreno extensa de morfología alomada o colinada, caracterizada por una repetición de colinas redondas o lomas alargadas, con cumbres a alturas variables, separadas por una red hidrográfica moderadamente densa y vallecitos coluvio-aluviales.

Lomo residual (DIres): Elevaciones del terreno menores de 200 metros con morfología alomada y alargada, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa y eventualmente cóncava, el índice de relieve es bajo a muy bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas generalmente sobre materiales afectados por meteorización diferencial intensa. Presentan drenaje denso dendrítico y subparalelo.

Montículo y ondulaciones denudacionales (Dmo): Elevación del terreno con una altura menor de 50 metros sobre su nivel de base local, de morfología colinada, de laderas cóncavas o convexas suavemente inclinadas y con drenajes divergentes; estas formas deben su origen a procesos de meteorización y erosión intensa sobre rocas blandas o friables dispuestas de manera horizontal o ligeramente inclinadas en sedimentos no consolidados.

Pedimentos (Dpd): Superficie de erosión de pendiente muy suave, de longitud moderadamente larga a muy larga, formado sobre una roca dura por una capa de 1 a 2 metros de aluviones, de la cual emergen relieves residuales. Los pedimentos son característicos de climas semiáridos favorables a la disgregación del granito y otras rocas duras en partículas suficientemente finas para que puedan ser transportadas por procesos de escorrentía superficial y erosión difusa. Se forman en torno a relieves residuales que pueden ser montículos redondeados, aunque muchas veces se trata de montes islas. Una vez formado el pedimento, con una pendiente hasta de 7°, los derrubios finos procedentes del desgaste de las vertientes de esos relieves son arrastrados por la arroyada hasta el llano circundante: el pedimento constituye entonces una zona de transporte intermediaria.

Pedimentos de acumulación (Dpa): Superficie de acumulación de sedimentos de longitudes moderadamente largas de formas en montículos redondeados con laderas suavemente inclinadas. Su génesis se asocia a la acumulación del material fino procedente del desgaste y por procesos de erosión intensa de rocas de origen ígneo o metamórfico.

Pedimentos de erosión (Dpe): Superficie de erosión larga a muy larga, de forma cóncava a recta y suavemente inclinadas, esculpida en roca y en suelos residuales en zonas de piedemonte por procesos de escorrentía superficial en condiciones climáticas áridas a semiáridas y en torno de los relieves residuales. Su origen obedece al proceso de erosión concentrada y al desgaste de sus vertientes de origen ígneo o metamórfico.

Penillanura o peneplanicie (Dpn): Se trata de una superficie de extensión regional ligeramente ondulada, caracterizada por una repetición sistemática de cerros bajos,

redondeados (colinas) o alargados (lomas), con cimas de similar altura, separados por una densa red hidrográfica de patrón reticular. Las colinas y lomas se forman ya sea por disección de una planicie o altiplanicie anterior, o por erosión y aplanamiento de una superficie originalmente quebrada. Término introducido por Davis (1889) para describir el paisaje desarrollado hacia el penúltimo estado de un ciclo geomórfico de denudación, supuestamente bajo clima húmedo, a partir de un territorio que en pasadas épocas geológicas comprendía una cordillera, serranía o altillanura, pero que con el transcurso de los siglos ha quedado más y más rebajado hasta una cuasi-llanura, muy probablemente como resultado de una denudación policíclica que desgastó principalmente los trechos interfluviales.

Planicie (Dp): Porción de terreno extensa, plana, no confinada, de posición baja, con índice de relieve relativo muy bajo y pendiente plana a suave, generalmente menores a 5°. Varios ríos contribuyen a formar un sistema fluvial complejo. Difluencias de corrientes de agua son frecuentes.

Planicie colinada denudada (Dpcd): Superficies erosivas suavemente onduladas de paisaje colinado, con índice de relieve muy bajo a bajo, desarrolla pendientes muy inclinadas a abruptas, con laderas cortas de forma recta a cóncava, predomina el patrón de drenaje dendrítico. Son producto de la erosión intensa que afectó diferencialmente a los macizos rocosos intensamente fracturados y meteorizados.

Planicie colinada residual (Dpcr): Áreas extensas y planas a suavemente inclinadas con morfología colinada a ondulada; con laderas cortas de forma recta a convexas, de pendientes abruptas, asociadas a rocas duras, asociadas a antiguas superficies de erosión; con presencia de suelos residuales de espesores superiores a 5 metros.

Planos aterrizados o duricostras (Dpad): Superficies planas, de morfología aterrizada, de laderas largas a extremadamente largas, que consiste en una acumulación endurecida de sílice (SiO_2), alúmina (Al_2O_3), y óxido de hierro (Fe_2O_3), generando costras endurecidas y representan la alteración química de las partes superiores de las llanuras y zonas de bajo relieve.

Terrazas o mesas calcretas o silicretas (Dtcs): Superficies planas y elevadas, de longitud larga a extremadamente larga de costras calcáreas y caliches, que se generan en la superficie por la acumulación de carbonato de calcio endureciendo el suelo, este tipo de geoformas son características de los climas árido y semiárido.

Terrazas sobreelevadas “colgadas” (Dts): Planos y superficies denudadas de morfología alomada y colinada, de pendientes suavemente inclinadas que aparecen como relictos de antiguas terrazas y modelados fluviales, emplazados a una altura mayor que el nivel base de el cauce actual. Corresponden a zonas afectadas por tectonismo o donde los procesos de erosión son más influyentes que los de depositación.

Sierra denudada (Dsd): Prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con

pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen procesos de erosión o de movimientos en masa acentuados. Su origen se asocia a procesos de erosión acentuada en sustrato rocoso homogéneo ígneo.

Sierra residual (Dsr): Prominencias topográficas de morfología montañosa y elongada de laderas largas a extremadamente largas, cóncavas a convexas, con pendientes muy inclinadas a abruptas, donde prevalecen los procesos de meteorización intensa en rocas de origen ígneo, asociada con suelos residuales con espesores mayores a 3 metros. Su origen se asocia a procesos de meteorización intensa.

Superficie de erosión o aplanamiento (Dsa): Área extensa y plana, (elevada o basculada) como resultado del trabajo prolongado e intenso de los procesos denudacionales y degradacionales (meteorización) bajo condiciones climáticas y tectónicas estables antiguas; la topografía plana horizontal recorta las capas del basamento geológico, es el último estadio en la evolución de las geofomas estructurales, en la cual la estructura pierde progresivamente su importancia

Ambiente fluvial y lagunar

Las geoformas de origen fluvial y lagunar están originadas por procesos de erosión de las corrientes de los ríos y acumulación o sedimentación de materiales en las zonas aledañas a dichas corrientes, tanto en épocas de grandes avenidas e inundación, como en la dinámica normal de corrientes perennes, durante la época seca. De esta manera es posible encontrar geoformas aledañas a ríos y quebradas y en el fondo de los cauces, cuyos depósitos son transportados y acumulados cuando éstas pierden su capacidad de arrastre. Las unidades de origen aluvial identificadas hasta el momento y su definición se listan a continuación.

Abanico fluviotorrencial (Faa): Superficie en forma de cono, de laderas cóncavo convexas, de morfología plana, aterrazada, formado donde una corriente desemboca en una zona plana. Su origen está asociado a la acumulación torrencial y fluvial en forma radial. Los depósitos aluviales se depositan radialmente desde el ápice del abanico localizado en la salida de la corriente de las montañas. Los canales fluyen radialmente, cortando el abanico, siendo más profundos en el ápice del abanico y más someros al alejarse de él. Su tamaño puede alcanzar varios kilómetros de largo y ancho.

Albardón o diques naturale (Fa): Cresta o banco de arena muy fina limosa de 1 a 2 m de alto y 3 a 4 m de ancho, localizadas en las riberas de las corrientes fluviales mayores particularmente en las partes cóncavas de las curvas de los ríos. Su origen se asocia al depósito de material tipo arena en épocas de inundación. Se constituyen de arenas finas y limos.

Barra puntual (Fbp): Cuerpo en forma de medialuna y morfología suavemente ondulada compuestas de crestas y artesas curvas de poca altura. Estos cuerpos se localizan en la parte cóncava de las curvaturas de los ríos de tipo meandriforme como producto de la acumulación de sedimentos que son erodados en la parte convexa del cauce. Están constituidos de sedimentos particularmente arenosos finos con material fino arcilloso en las artesas. Cuando se dan procesos de migración lateral de cauce la acumulación de este tipo de barras pueden conformar conjuntos sencillos o complejos de oríllales.

Barra longitudinal (Fbl): Cuerpo elongado de forma romboidal en planta y convexa en superficie de morfología suavemente ondulada, dispuesta paralela en el centro de los cauces fluviales mayores y con la punta más aguda en la dirección de la corriente. Se forman como producto de la acumulación de sedimentos durante grandes inundaciones y que luego al disminuir el caudal, quedan como remanentes que dividen la corriente. Se constituyen principalmente de arenas y gravas finas.

Barra compuesta (Fbc): Superficie formada por más de una barra unitaria que puede alcanzar de decenas a cientos de metros lateralmente y varios kilómetros longitudinalmente. El espesor máximo es determinado por la profundidad del cauce. Se dan por amalgamamiento de varias barras como resultado de varios eventos de erosión y sedimentación y/o reocupación de canales y cauces abandonados.

Cauce aluvial (Fca): Canal de forma irregular excavado por corrientes perennes o estacionales, dentro de macizos rocosos y/o sedimentos aluviales y que dependiendo de factores como pendiente, resistencia del lecho, carga de sedimentos y caudal, pueden persistir por grandes distancias. Cuando las corrientes fluyen en macizos rocosos se da un proceso básico de erosión, entallando dicho macizo y moviéndose lateralmente dentro de rocas menos resistentes. En este tipo de cauce el mayor socavamiento se da en las partes superiores de su curso, donde es mayor el gradiente y la carga de sedimentos es más gruesa. En presencia de rocas más resistentes, el curso es muy irregular con la presencia de saltos producto del cambio de resistencia en la roca, fallamiento o deslizamientos que conforman apilamientos.

Cauces rectos se restringen a valles estrechos en forma de V que tienen control estructural por fallas o diaclasas. Estos cauces cuando recorren grandes distancias pueden formar lagunas y rápidos. Dada la resistencia de las rocas, es muy raro que estos cauces sean meándricos, a excepción cuando fluyen sobre estratos de roca horizontales.

Cuando las corrientes fluyen en zonas semiplanas a planas (llanura aluvial), los cauces son de tipo meándrico o divagante, como producto del cambio súbito de la dirección del flujo. Dependiendo la cantidad de carga de sedimentos, la pendiente y caudal pueden llegar a formar sistemas anastomosados, trenzados, divergentes y otras geoformas asociadas.

Cono de deyección (Fcdy): Superficie en forma de cono en planta y de 5° - 10° de inclinación de decenas de metros de extensión, ubicados en el punto donde los canales o quebradas llegan a zonas de valles amplios. Se constituyen de tierras, arena y grava, en espesores, en donde los materiales más gruesos se localizan hacia el ápice en la zona de salida y los más finos en la zona distal.

Cuenca de decantación (Basines) (Fcd): Artesa cóncava a plano-cóncava, localmente llena de agua y pobremente drenada, de bajo relieve casi plana. Se forma por el desborde temporal de canales o ríos adyacentes, sobre las terrazas o planos de inundación quedando como remanente de agua, cuando esta vuelve al cauce normal. Se constituyen de materiales finos arcillosos con abundancia de materia orgánica.

Delta de desborde natural (Fdd): Cuerpo en forma de lengua o cono, formado por acumulación de varios m de espesor de sedimentos, luego de la ruptura de diques naturales por eventos de alta energía y gran caudal. Se constituyen de arena fina y limos.

Delta lacustrino (Fdl): Superficie en forma de delta, de baja inclinación y morfología convexa. Esta geoforma se da como producto de una rápida depositación que supera la capacidad de erosión de la corriente del lago, como producto de la desembocadura de una corriente dentro de un lago.

Escarpe de abanico fluvial (Fea): Talud subvertical de longitud muy corta a corta, de formas cóncavas o convexas, presentes en los bordes de la superficie del

abanico, generadas por procesos de incisión de la red de drenaje tributaria. Pueden alcanzar varios metros en la medida que se acerca al ápice del abanico.

Escarpe de terraza de acumulación (Ftae): Talud vertical a subvertical o escalonado, excavado sobre sedimentos aluviales, que bordean terrazas aluviales de acumulación, cuyo origen está relacionado con la incisión y profundización del cauce. La altura de los escarpes puede alcanzar decenas de metros.

Escarpe de terraza de erosión (Ftee): Talud vertical a subvertical o escalonado, que bordean terrazas aluviales de erosión, cuyo origen está relacionado con la incisión y profundización del cauce sobre el estrato rocoso. La altura de los escarpes puede ir desde pocos metros a decenas de metros.

Lago en media luna (Flm): Lago en forma de U que se forma en la curva de un meandro abandonado de un canal fluvial. Su origen esta asociado cuando el río corta el cuello de un meandro para acortar su curso, lo que hace que el antiguo canal quede rápidamente bloqueado y posteriormente separado del cauce. Si sólo se corta una curva, el lago formado tendrá forma de media luna.

Laguna (Flg). Depósito natural de agua, de dimensiones inferiores tanto en área como en profundidad a los lagos. Esa profundidad varía de acuerdo a las condiciones ambientales donde se halle y el grado de colmatación (acumulación de sedimentos) que haya sufrido. Las algunas de origen fluvial, están relacionadas con la inundación de antiguas depresiones durante la época de alta pluviosidad, las cuales pueden permanecer incluso en épocas secas ya que son pobremente drenadas.

Meandro abandonado (Fma): Tramo curvo del curso antiguo de un río, temporalmente inundable generado por la migración lateral de la corriente hacia la parte contraria de la concavidad o por el corte de la zona más angosta entre dos curvas consecutivas. Su origen se asocia al estrangulamiento de un meandro por la corriente, siguiendo el camino más recto. Se constituye de sedimentos finos arcillosos con intercalaciones de turba producto del estancamiento de aguas.

Planicie aluvial confinada (Fpac): Franja de terreno de morfología plana, muy angosta eventualmente inundable, en forma de "U", limitada por sierras estructurales, que bordean los cauces fluviales, en los cuales se observa el estrangulamiento o estrechamiento del mismo. Constituida por material aluvial (arenas, limos y arcillas).

Planicie y delta lacustrino (Fpla): Planicie extensa de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de de varios metros de altura. Se forman por el desplazamiento lateral del cauce de un río dentro de la llanura aluvial. Se constituye de arcillas con locales intercalaciones de arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas en capas paralelas producto de la acumulación de materiales transportados por las corrientes locales hacia la cuenca.

Plano o llanura de inundación (Fpi): Franja de terreno plana, de morfología baja y ondulada eventualmente inundable. Se presenta bordeando los cauces fluviales y se limita localmente por escarpes de terraza. Se incluyen los planos fluviales menores

en formas de “U” o “V” y conos coluviales menores, localizados en los flancos de los valles intramontanos. En regiones montañosas donde las corrientes fluviales tienden a unirse con sus tributarios para formar el cauce principal se presentan como superficies estrechas, alargadas y profundas que presentan una red de drenaje de tipo subparalelo de mediana densidad. Algunas veces de esta superficie sobresalen pequeñas colinas producto de la erosión y acumulación de sedimentos. Estas geoformas también se pueden presentar controladas principalmente por estructuras sinclinales. Se constituye de sedimentos finos producto de la sedimentación durante eventos de inundación fluvial.

Plano anegadizo (Fpa): Superficie en forma de artesa, de bajo relieve casi plana y de forma irregular, con suave pendiente, localizada en zonas planas mal drenadas. Su origen se relaciona fundamentalmente a encharcamiento temporal, generalmente bordeando cuencas de decantación. Están constituidas por sedimentos finos tipo limos y arcillas.

Plano y artesa lagunar (Fpl): Cuerpo natural de agua de aspecto pantanoso localmente, de forma irregular y de poca profundidad, acumulado en artesas de origen tectónico o estructural. Se presentan como planos de material lacustrino fino, localmente colmatadas de agua de origen pluvial.

Terraza de acumulación (Fta): Plano elongado de morfología plana a suavemente ondulada y modelada sobre sedimentos aluviales, que se presentan en forma pareada a lo largo del cauce de un río al cual limitan por escarpes de diferente altura. Su origen está relacionado con procesos de erosión y acumulación aluvial dentro en antiguas llanuras de inundación, por donde fluye una corriente. La formación de estas terrazas incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical. Estas terrazas pueden hacer parte de cauces rectos o meándricos, siendo los primeros muchas veces asociados a control estructural. Se constituyen de gravas arenas, limos y arcillas, cuyo tamaño va disminuyendo a medida que se aleja del cauce del río.

Terraza de acumulación subreciente (Ftas). Franja plana y suavemente inclinadas, remanentes de terrazas de edad subreciente de morfología ondulada y disectada, localmente basculada con inclinaciones de pendiente del orden de 3° a 5°, aunque en sectores pueden alcanzar los 10°, limitada por escarpes de 5 a 20 m. Su origen está relacionado cuando el río amplía el valle al ganar importancia la erosión en sus márgenes. La superficie de la anterior llanura aluvial queda adosada a las márgenes del valle en forma de escalón o resalte topográfico que constituye la terraza. Puede estar cubierta por niveles arcillosos que pertenecen a la unidad de suelos recientes de origen fluvial. Compuestas por arenas y arcillas, localmente con intercalaciones de arenas arcillosas y grava fina.

Terraza de acumulación antigua (Ftan). Franja alomada de varios kilómetros de extensión, en forma de abanico ampliamente explayado, de laderas moderadamente largas, con formas cóncavas y convexas, pendientes suaves a inclinadas. Se caracterizan por presentar pendientes de 5° a 10° en las partes altas, limitadas por escarpes de disección en forma de “V” amplia que localmente pueden alcanzar inclinaciones de 20°. La mayoría de las veces están colgadas, inclinadas y discordantes sobre rocas antiguas. Hacen parte de la antigua llanura de inundación y de abanicos aluviales que fueron basculados y sometidos a procesos denudativos

intensos que dejaron una morfología alomada, de formas lobuladas y localmente cómica. Su origen está asociado a la existencia de abanicos y planicies aluviales antiguas, muy disectadas y localmente tectonizadas. Compuestas por gravas, arenas y arcillas.

Terraza de erosión (Fte): Plano elongado de morfología plana a suavemente ondulada que se presenta en forma alterna no pareada a lo largo del cauce de un río que fluye sobre sustrato rocoso, limitada por escarpes de diferente altura, generada por procesos de erosión aluvial sobre el sustrato rocoso. Generalmente esta geoforma contiene una delgada capa de grava que cubre la superficie plana lateral erodada. Este tipo de terraza se asocia a la erosión lateral y procesos de levantamiento tectónicos. Raramente se presentan pareadas dado que los procesos de erosión no afectan simétricamente ambos lados de la corriente.

Ambiente Marino / Costero

Geoformas construidas como resultado de la interacción de los procesos marinos de oleaje y mareas sobre los elementos continentales tales como la estructura y la litología local, los aportes fluviales en los deltas y la actividad biológica de las formaciones arrecifales.

Abanico de sobrelavado (Mas): Depósitos con forma de abanico, generados a partir del arrastre de material de playas y/o dunas hacia la parte trasera de la playa o hacia el borde externo de las lagunas costeras. El mecanismo que produce este arrastre es generado por olas de altura extraordinaria que pueden ser consecuencia de tormentas, o producto del ascenso del nivel del mar.

Acantilado (Ma): Superficie de pendiente abrupta a vertical, de longitud muy corta a corta, de forma cóncava a convexa, generado a partir de procesos de erosión marina y movimientos en masa en materiales de litología variada.

Bajos arrecifales (Mba): Fondos someros cuya composición consta de especies formadoras de arrecifes en un porcentaje predominante (>70 %). Otras coberturas como macro algas, praderas de pastos marinos, fondos de arena y cascajos, representan un porcentaje mínimo (<30 %). Se extienden de forma lineal o en parches aislados frente a la costa.

Barra espiga o Barrera (cordón litoral, bahía barrera, isla barrera, barriers, barriers spits, baymounth barrier) (Mbe): Barras elongadas de morfología baja dispuestas paralelas a la línea de costa, formadas por procesos avanzados de progradación de espigas y que dejan una boca que comunica el mar con la laguna interior.

Pueden también generarse por la emergencia de barras litorales que localmente pueden estar soportadas por barreras de coral subactual. Están constituidas de arenas o gravas, cuya característica principal es que separan cuerpos de agua interiores (generalmente salobres) del mar abierto. Su formación es producto de un proceso de acrecimiento generado por el transporte de sedimentos por mareas, el oleaje, el viento, sobrelavado (overwash) por tormentas o deriva litoral. De acuerdo a su tamaño y su evolución en el tiempo, puede igualmente considerarse una región geomorfológica que incluye unidades como dunas, lagunas costeras y playas.

Barras litorales (Mbl): Cuerpos semisumergidos elongados a lo largo de la línea de costa, constituidos de arenas o gravas y formados por la acción combinada de las olas y las corrientes litorales en aguas poco profundas.

Beachrocks (Mbr): Consisten de sedimentos consolidados de composición calcárea asociados a las playas. El material litificado puede ser areniscas, brechas o conglomerados, con proporciones variables de material calcáreo y siliciclástico. Su formación ocurre en zonas tropicales, probablemente como consecuencia de la evaporación de agua marina acumulada entre los sedimentos.

Complejo de crestas y artesas de playa (Mcpy): Planos arenosos suavemente ondulados y formados de crestas y artesas de playa, presentes localmente paralelas a la línea de costa actual y que representan barras litorales subactuales que indican procesos de erosión y acrecimiento costero. Por lo general estas formaciones costeras son de baja altura (menor de 2 m).

Complejos de crestas y artesas de playa (planos de crestas de playa, playas antiguas) (Mcc): Conjunto de crestas de playa separadas por surcos paralelos, conformando planos arenosos suavemente ondulados. Representan antiguas playas y dunas ubicadas en dirección al continente, a partir de la playa activa y suelen estar cubiertos por grama o plantas rastreras. Una subunidad de esta unidad son las crestas o cordones de playa.

Delta de flujo de marea (Mdf): Lóbulos en forma de pata de pato constituido de arena, limos y abundantes conchas y localmente colonizado de manglar, que se localizan en la parte interna de las bocas que comunican el mar con las lagunas costeras. Se forman por efecto del flujo de marea y eventos de máxima energía concentrados en las bocananas.

Delta de reflujos de marea (Mdr): Lóbulos arenosos en forma de herraduras, con conchas y materia orgánica, formados por el efecto de reflujos de marea en las bocas que comunican las lagunas costeras con el mar. Su forma varía de acuerdo a la acción de dispersión de sedimentos por el oleaje, conformando verdaderos microdeltas en zonas protegidas.

Delta de sobreavanzado de playas (Mds): Conos arenosos de poca extensión, formados en la parte trasera de las playas por efectos de eventos de alta energía del oleaje, que localmente sobrepasa las barreras formadas por la franja de dunas costeras.

Espiga (Flecha litoral, barra espiga, puntales) (Me): Cuerpos arenosos bajos, configurados en forma de ganchos elongados en la dirección de la deriva y litoral, caracterizados porque uno de sus extremos se encuentra fijo a una saliente o bajo firme, mientras que el otro extremo prograda en forma curva por procesos de deriva, refracción y difracción del oleaje. Están conformadas por complejos de crestas y artesas de playa tamaño arena o grava que permiten discernir la evolución de la geoforma. Cartográficamente la espiga puede contener otras unidades como playas o lagunas costeras.

Isla (Mi): Prominencia topográfica de constitución coralina que emerge en zonas de plataforma continental cercana y sirve localmente de amarre de grandes barras litorales que conforman los tómbolos. Su origen en el área de estudio está relacionado con la ocurrencia de levantamientos diapíricos colonizados posteriormente de coral.

Laguna costera (albufera, ensenadas, lagoons) (Mlc): Son cuerpos de agua salada permanentes acumuladas en zonas de depresión, que se caracterizan por tener comunicación de manera periódica o permanente con el océano y por estar separadas del mismo por una playa o cordón Litoral.

Llanura intermareal (llanuras de marea, planos mareales, tidal fans) (Mili): Zonas de morfología plana o levemente inclinada. Su origen obedece al efecto combinado del ascenso de la marea y altos niveles freáticos, siendo característica su composición de arena fina a lodosa desprovista de vegetación o con vegetación herbácea escasa y esporádica. Se ubican en zonas protegidas del oleaje marino, bordeando lagunas costeras o en la parte interna de las espigas.

Llanuras deltaicas subrecientes (Mdps): Llanuras extensas de aspecto aterrazado y morfología ondulada suavemente inclinada y limitada hacia los cauces por escarpes de 2 - 5 m de altura. Se constituye de gravas y areniscas con estratificación cruzada con niveles delgados de arcillas grises. Procesos denudacionales intensos.

Lóbulos y planos deltaicos actuales (Mdpd): Superficies planas de aspecto aterrazado con escarpes de 1 - 1,5 m de altura, ligeramente onduladas y dispuestas en forma de lóbulos elongados en la dirección de los canales distributarios. Se constituyen de arcillas grises con locales intercalaciones de capas de arenas finas y delgados niveles de gravas y turbas.

Pilares (Mplr): Son islotes rocosos con formas columnares que sobresalen del nivel del mar, resultado de un proceso denudacional marino generado por la erosión producida por el oleaje sobre una zona acantilada de rocas con competencia variable, las cuales dejan remanentes de roca aislada a manera de islotes rocosos. Muchos de los pilares se forman por erosión marina a lo largo de diaclasas, fallas y otros planos de debilidad que permiten que el agua percole la masa rocosa. Las dimensiones de los pilares no suelen ser mayores de una hectárea, por lo que para representarlos en mapas a escala 1:25.000 o menores es necesario reemplazar los polígonos por símbolos puntuales. Subunidades y componentes que pueden estar asociados a los pilares son las cavernas, los cuellos o hendiduras (notches) y las plataformas de abrasión.

Planos de inundación (zonas bajas de inundación, cubetas de derrame, swale) (Mpi): Depresión leve y poco profunda ubicada a nivel del mar o por debajo del mismo y que sufre inundaciones periódicas (encharcamiento), como consecuencia de altas precipitaciones o alto nivel freático. Los suelos en estas depresiones presentan alta humedad y están compuestos por sedimentos finos no consolidados (arcillas, limos). Estas cubetas pueden presentar vegetación de mangle, pastos o rastreras escasas, como son las plantas de las especies *Sesuvium* sp. o *Canavalia* marítima.

Planos y llanuras con vegetación halófila (Pantano intermareal, marismas, Pantanos de manglar, saltmarshes) (Mpv): Son áreas bajas, con relieve plano-cóncavo, alto nivel freático y que presentan procesos de sedimentación marina y continental a nivel del mar o un poco por encima del nivel de marea alta. Se constituyen de lodos, arenas muy finas y abundante materia orgánica, condiciones propicias para el crecimiento de vegetación pionera como manglar y otras especies halófitas.

Estos sectores sufren inundaciones periódicas por oleajes extremos, mareas, la combinación de ambos (wave setup) o por desborde de ríos o lagunas costeras. Se

sugiere restringir el término marisma (sa/tmarsh), a zonas de pantanos con vegetación herbácea propia de latitudes altas. Pueden producirse como resultado de la ganancia en altura por acumulación de sedimentos en lagunas costeras o planos de inundación.

Plataforma de abrasión (plataforma marina, rasa litoral, shore platform, Wave-cut platform) (Mpa): Son superficies en roca pulidas y cortadas por el oleaje debido al impacto constante de las olas sobre costas acantiladas, que generan turbulencia, presión hidráulica y movilización de sedimentos. La amplitud de las plataformas depende de la competitividad de la roca, el intervalo de tiempo que el nivel del mar permanezca constante, y la fuerza del oleaje. Este último es a su vez proporcional a la configuración de la línea de costa, a la frecuencia de las tormentas y al fetch o región oceánica en la cual la superficie interactúa dinámicamente con el viento. A la configuración de la línea de costa y a la frecuencia de las tormentas. Debido a que la plataforma se forma por la abrasión causada por el oleaje, su extensión no va más allá de la zona de influencia del oleaje sobre el subsuelo o profundidad de cierre, lo cual produce plataformas que generalmente no exceden los 500 m en la horizontal.

Playas (Mpl): En términos amplios la playa se identifica por consistir de sedimentos depositados por el oleaje; o como una acumulación de arena marina que es transportada a la costa por el oleaje y las corrientes.

Terrazas marinas (terrazas costeras, plataforma arrecifal) (Mtm): Las terrazas son superficies elevadas horizontales a subhorizontales que sufren un desnivel respecto al nivel del mar. El origen de este desnivel puede ser tectónico o por cambios en el nivel del mar. Previo a la formación de una terraza marina es necesario un medio propicio para el crecimiento de corales y algas coralinas, o formación de playas. En contraste, también pueden generarse terrazas marinas a partir de plataformas de abrasión levantadas.

Tómbolo (Mtc): Unidad con forma cuspada en planta, constituida por una barra de sedimento consolidado (con línea de vegetación) o no consolidado, que generalmente presenta una forma alargada conectando una isla o arrecife con el continente o con otra isla por efecto de difracción y refracción del oleaje. Existen también tómbolos generados artificialmente por medio de estructuras que constituyen un difractor del oleaje. Al igual que las barras espiga; de acuerdo al tamaño y estado evolutivo de un tómbolo, podrían considerarse una región geomorfológica que incluye unidades como dunas, playas y lagunas costeras.

Ambiente Eólico

Geoformas formadas por la acción del viento que es capaz de desprender, levantar o arrastrar, fragmentar y depositar su carga de polvo y arena suelta y actuar como agente modelador del paisaje en zonas desérticas principalmente.

Barjanes o Barchanes (Eb): Médano en forma de media luna, con sus cuernos tendidos a sotavento (en dirección del viento), haciendo a este lado cóncavo en el plano, y al lado opuesto (o de barlovento), convexo. La cara de deslizamiento es transversal al viento.

Campo de dunas de sombra (Eds): Campo de arenas formados por montículos de 0,5 - 1 m de altura y 2 - 3 m de largo, formados por el obstáculo ejercido por vegetación herbácea o arbustiva.

Campo de dunas remontantes (Edr): Acumulaciones arenosas de 2-3 m de espesor que cubren geoformas prominentes pre existentes

Dunas (Edu): Conjunto de montículos originados por material arrastrado por el viento, generalmente conformado por sedimentos tamaño arena. Normalmente se presentan en forma de crestas de arena más o menos paralelas entre si y alargadas en el sentido del litoral. La deposición de arena ocurre sólo cuando la velocidad del viento disminuye, o cuando los granos chocan con un obstáculo que impide su transporte. Las dunas pueden agruparse en dunas activas, cuando están desprovistas de vegetación, y dunas estabilizadas o inactivas, cuando están cubiertas de vegetación o tienen un obstáculo al frente que impide su desarrollo.

Dunas antiguas (Edua): Conformadas por crestas alargadas de arena en la dirección predominante del viento, ubicadas en zonas de la costa topográficamente altas. Estos cuerpos probablemente se formaron en el Pleistoceno Superior Holoceno. Generalmente, estos cuerpos de arena se encuentran cubiertos por pastos o arbustos bajos (Martínez, 1993). Las dunas antiguas que han sufrido un proceso de compactación son conocidas como eolianitas.

Dunas costeras sin diferenciar (Edin): Campos de arena cuya forma en superficie y origen, es difícil de definir o no se ha determinado.

Dunas Longitudinales (Edl): Lomas de arena, más o menos simétricas, alargadas y estrechas, que se extienden paralelas a la dirección del viento predominante. Sus crestas pueden ser redondeadas o aguzadas, con muchos picos (en espiral) y depresiones.

Dunas parabólicas (Edp): Acumulaciones arenosas de 3 - 15 m de altura de formas elongadas y morfología alomada y formadas por dos puntas en forma de cresta dirigidas en dirección de barlovento. Parcialmente se encuentran vegetadas y estabilizadas.

Dunas Transversales (Edtr): Serie de lomas aproximadamente paralelas entre sí, rectas a ligeramente curvadas, separadas por depresiones alargadas. El eje principal (longitudinal) de cada duna es transversal a la dirección del viento prevaleciente.

Mantos de arena eólica (Ema): Acumulaciones de arena transportada por el viento, de 20 - 30 cm de espesor, que cubren grandes extensiones de terreno, ocupadas por geoformas tales como lagunas costeras subactuales a las cuales colmata, conservando una morfología plana suavemente ondulada.

Mantos de Loess (Eml): Mantos de limos (y polvo) acarreados en suspensión por el viento, los cuales comúnmente presentan una consistencia algo compacta; son calcáreos, permeables, de color grisáceo, cuando no están meteorizados, y amarillentos cuando sí lo están. Se trata de un material muy bien sorteado, finamente granulado y desprovisto de estratificación, formado por partículas angulosas y subangulares de cuarzo, feldespatos, calcita, dolomita y otros minerales que pueden mantenerse unidos con cemento de montmorillonita.

Superficies de deflación (blowouts) (Esd): Depresión topográfica con forma alargada y estrecha que presenta forma de plato o pocillo, generada por erosión, en la que las partículas más finas son transportadas por el viento, mientras que las partículas de mayor tamaño quedan como remanentes. Estas depresiones pueden ser causadas cuando la vegetación es dañada por el paso de vehículos o peatones. La unidad de superficies de deflación puede estar asociada a yardangs o afloramientos de roca alineadas, con surcos y crestas elongadas, consecuencia del efecto abrasivo del viento.

Ambiente Estructural

Corresponde a las geoformas generadas por la dinámica interna de la tierra, especialmente las asociadas a plegamientos y fallamientos, cuya expresión morfológica está definida por la litología y la disposición estructural, al plegamiento de las rocas superiores de la corteza terrestre y que aún conservan rasgos reconocibles de las estructuras originales a pesar de haber sido afectadas en diverso grado por los procesos de denudación.

Barra homoclinal (Sbh): Loma dentada, paralela y escalonada semejante a un dique geológico, que se separa por depresiones excavadas por procesos de escorrentía en los materiales menos resistentes. Estas geoformas son definidas por la disposición subvertical de las rocas granulares y por la intensa denudación que ha modelado las formas subangulares hacia superficies redondeadas y suaves.

Cerro estructural (Sce): Prominencia topográfica aislada de morfología montañosa o colinada, con laderas de longitud corta a moderadamente larga, de forma cóncava o irregular, poco disectadas, con de pendientes muy abruptas a escarpadas, las cuales han sido parcialmente aisladas de las zonas montañosas por fallamiento. Sin presencia de procesos erosivos o movimientos en masa.

Cornisa estructural (Scor): Saliente estructural u hombrera rocosa, tabular de morfología alomada suavemente inclinada, que se presenta colgada a manera de repisa en las laderas generalmente irregulares ó escalonadas de contrapendiente. Su origen se debe a erosión diferencial de rocas duras y blandas.

Cuenca de tracción (Sct): Depresión topográfica de gran extensión y de forma rómbica, cuadrada o rectangular en vista de planta, formada en una curva o escalón distensivo por procesos de extensión del plano de una falla transcurrente.

Cuesta (Sc): Sierra asimétricas elongadas y amplias de morfología colinada o alomada definida por el basculamiento suave (10° – 25°) de capas de rocas resistentes y blandas. Formada como consecuencia de la incisión o fallamiento perpendicular al buzamiento de estratos sedimentarios suavemente plegados o basculados.

Domo diapírico (Sdd): Cerro de morfología colinada a alomada, redondeado de curvatura muy suave y convexa, presenta laderas cortas de formas convexas muy disectadas y cimas planas con presencia local de ventosas o bocas centimétricas, por donde fluye lodo. Se originan por levantamientos y deformación del terreno por efecto tanto a compresión tectónica asociada a tectónica vertical por diapirismo de lodos. Puede ser activo (A) o Inactivo (I).

Escarpe de línea de falla (Sife): Escarpe cuya ladera es corta a muy corta, de pendiente abrupto, cóncavo o convexo, originado por erosión acentuada a lo largo de una línea de falla definida ésta, por el truncamiento de estructuras topográficas y geológicas.

Escarpe de meseta (Sme): Ladera de longitud corta a moderada de pendientes inclinadas a escarpadas y localmente escalonadas, las cuales se encuentran definidas por la horizontalidad de rocas duras en el tope y blandas hacia la base dispuestas en favor o en contra de la pendiente natural del terreno. Es producto de procesos de erosión diferencial y por efecto de disección de cauces los cuales favorecen la ocurrencia de movimientos en masa.

Espinazo (Se): Sierra simétrica elongada de crestas agudas a redondeadas y morfología colinada o alomada, definida por intercalación de estratos de roca de diferente consistencia, dispuestos en la ladera estructural en un patrón escalonado de lajas triangulares o chevrones labrados por la escorrentía, gracias a su diferente resistencia. Puede presentarse simétrico en sus flancos con inclinaciones entre 20° y 45° y asimétricos con inclinaciones entre 21° y 45°. Se presenta como un conjunto de cerros alineados y elongados afectados por erosión diferencial de rocas resistentes y blandas y por disección acentuada.

Espolón (Ses): Saliente de morfología alomada, dispuesta perpendicularmente a la tendencia estructural general de la región, se encuentra limitado por drenajes paralelos a subparalelos. Es resultado de la alternancia de capas duras y blandas con predominio de estas últimas las cuales se disponen perpendicularmente a la estructura mayor. Desarrollan laderas festoneadas de longitudes cortas a muy cortas con pendientes que se ven reducidas de abruptas a inclinadas por intensos procesos denudativos.

Espolón facetado (Sefc): Saliente natural que en conjunto conforma sierras colinadas que se desprenden de estructuras mayores las cuales corresponden a procesos de plegamiento, fallamiento y erosión diferencial sobre rocas de distinta competencia. Es producto de fallamiento inverso y de rumbo que generan truncamientos a manera de facetas triangulares. La forma predominante es colinada con laderas de pendiente inclinada a abrupta.

Espolón festoneado (sefes): Laderas y crestas simétricas de morfología alomada cimas agudas dispuestas perpendicularmente al rumbo de las estructuras geológicas y que definen salientes cortas y largas. El índice relativo de relieve es bajo. Las pendientes varían entre muy inclinadas a muy abruptas con formas rectas y cóncavas. Están conformados por la alternancia de niveles duros y blandos de materiales que se encuentran profundamente disectados. Entre los entallamientos eventualmente se generan pequeños movimientos de tierras y flujos donde los suelos se encuentran saturados.

Faceta triangular (Sft): Superficie planar abrupta, recta con una geometría en planta triangular o trapezoidal (base amplia y angosta hacia arriba), cuyo origen se debe al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral de relieves estructurales o interfluvios por procesos de fallamiento y erosión diferencial posterior.

Gancho de flexión (Sgf): Espolón estructural de morfología alomada y en forma de gancho en vista de planta, por efecto combinado del desplazamiento lateral y la incisión erosiva posterior a lo largo de una falla de rumbo.

Ladera de contrapendiente de cuesta (Sclc): Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en contra de la pendiente del terreno, de longitud muy corta a corta, de formas cóncava o convexa y con pendientes escarpadas. Se constituye de intercalaciones de rocas duras a intermedias de origen ígneo o metamórfico, con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo localmente denso, asociado con procesos coluviales.

Ladera de contrapendiente de espinazo (Selc): Ladera de espinazo estructural generalmente denudado, con estratos inclinados en contra de la pendiente, de longitud corta a moderadamente larga, de formas cóncavas o irregulares escalonadas, con pendientes variables entre 20° y 45°, predominan patrones dendríticos y subparalelo.

Ladera de contrapendiente de sierra homoclinal (Sshlc): Ladera de sierra homoclinal generalmente denudada, definida por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, es de longitud moderada a larga, de formas cóncava, escalonada, festoneada a irregular y con pendientes abruptas a escarpadas. Se constituye de una Interestratificación de rocas duras, intermedias y blandas. Es común la presencia de procesos coluviales y de reptación de suelos y localmente disección intensa movimientos en masa menores.

Ladera de contrapendiente sierra sinclinal (Ssslc): Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por la disposición de los estratos inclinados en contra de la pendiente del terreno, de longitud corta a moderadamente larga y de formas convexas a irregulares escalonadas con pendientes abruptas a escarpadas. Son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias, con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo asociados a la formación de barrancas profundas.

Ladera estructural de sierra anticlinal (Ssale): Ladera de sierra anticlinal generalmente denudada, con estratos inclinados en favor de la pendiente, de longitudes cortas, de formas convexas a rectas y con pendientes inclinadas a muy abruptas. Se constituye de rocas intermedias a duras generalmente de origen sedimentario y el desarrollo de patrones de drenaje subparalelo. Localmente los estratos se presentan con inclinaciones menores de la pendiente natural del terreno.

Ladera estructural de cuesta (Scle): Ladera de cuesta estructural generalmente denudada, con estratos dispuestos en favor de la pendiente del terreno (10°- 25°), de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta a irregular, con pendientes inclinadas a muy inclinadas. Se constituye de rocas intermedias a duras con desarrollo local de suelos residuales delgados, que presentan procesos locales de reptación y desarrollo de drenajes subparalelo espaciado.

Ladera estructural de espinazo (Sele): Ladera de espinazo estructural generalmente denudado, con estratos inclinados en favor de la pendiente (> 20°), de longitud muy corta a corta, de formas rectas o convexas y con pendientes muy escarpadas. Son resultado de la acción erosiva sobre rocas duras a intermedias con el desarrollo de drenajes subparalelos.

Ladera estructural de sierra homoclinal (Sshle): Ladera de sierra homoclinal generalmente denudada, definida por la inclinación de los estratos en favor de la pendiente, de longitud corta a moderada larga de formas rectas a convexas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas. Está constituida por rocas intermedias a duras con el desarrollo de suelos residuales delgados y asociados localmente con procesos denudacionales acentuados y desarrollo de tierras malas.

Ladera estructural de sierra sinclinal (Sssle): Ladera de sierra sinclinal generalmente denudada, definida por estratos inclinados en favor de la pendiente del terreno, conformando una artesa. Generalmente es de longitud corta a moderadamente larga, con forma cóncava y pendientes inclinadas a abruptas. Son producto de procesos de erosión sobre la alternancia de rocas blandas a intermedias, con predominio de drenajes dendríticos a subparalelo asociados a la formación de barrancas profundas

Ladera escalonada (Sles): Ladera estructural, con estratos en forma de escalón, cuyas pendientes varían entre muy inclinados a escarpados y dispuestos a favor o en contra de la pendiente del terreno, de longitud larga a extremadamente larga, de forma recta, irregular a escalonada, separada por escarpes abruptos de menor longitud como consecuencia de la incisión de los drenajes o por el fracturamiento perpendicular al buzamiento de los niveles litológicos donde se concentran procesos de erosión diferencial.

Laguna de falla (Ssp): Depresión pantanosa o con agua, formada en un tramo recto de una falla trascurrente, por el hundimiento de una cuña de terreno, por el efecto combinado del desplazamiento horizontal y la geometría del plano de falla.

Lomo de obturación (Slo): Prominencia topográfica de morfología alomada que ha sido desplazada lateralmente por fallamiento de rumbo y ocasiona un bloqueo parcial o total de una corriente de agua.

Lomo de falla (Sif): Cerro elongado de morfología alomada, de laderas cortas a muy cortas, de forma convexa y con pendientes abrupta a escarpadas, localizados a lo largo de una falla de rumbo, y formados por el efecto combinado del desplazamiento lateral y el plano de falla, los cuales determinan la expulsión hacia arriba de un bloque de terreno. Se caracteriza por su alto fracturamiento y estructuras en forma de flor positiva. Se asocia a rocas muy fracturadas.

Lomo de falla con faceta triangular (Sift): Estructura elongada paralela a un sistema de falla, con laderas muy inclinadas a abruptas y perpendicular a estas con forma de faceta triangular. Su origen se debe al truncamiento y desplazamiento vertical o lateral por procesos de fallamiento intenso, se presentan en rocas duras a intermedias.

Meseta estructural (Sm): Colina o loma de cima plana limitada por escarpes abruptos a muy abruptos, de longitud muy corta y de formas convexas, originadas por procesos de erosión diferencial de rocas estratificadas horizontales o con inclinaciones menores a 5°. Puede asociarse a diversos ambientes morfogenéticos

como a plataformas arrecifales subrecientes, a procesos coluviales estabilizados y al desarrollo de dolinas por disolución rocas carbonatadas.

Plano aluvial confinado (Svc): (Blind Valley) Plano aluvial de pendiente plana a suavemente inclinada el cual se encuentra limitado por elevaciones, a manera de un valle cerrado. Es producto del bloqueo temporal de un cauce fluvial, generado por fallamiento. Se constituye de materiales aluviales finos y rocas muy fracturadas.

Plancha (Sp): Ladera en capas o estratos inclinados a favor de la pendiente de longitud variable que se presentan como laderas festoneadas o dentadas hacia arriba con pendientes muy abruptas a escarpadas. Su origen obedece a procesos de plegamiento o erosión diferencial que ocurre sobre una secuencia de estratos delgados duros y blandos.

Sierra homoclinal (Ssh): Prominencia topográfica simétrica o ligeramente simétrica elongada y de morfología montañosa a colinada, de cimas agudas, definidas por una secuencia estratos o capas apilados e inclinados ($> 35^\circ$) en una misma dirección por efecto de plegamiento intenso asociado localmente con fallamiento inverso. Generalmente es producto del desarrollo o erosión de un solo flanco de una estructura geológica.

Sierra sinclinal (Sss): Sierra de morfología colinada, amplia en forma de artesa elevada formada en el eje de un sinclinal. La disposición actual obedece a procesos denudativos diferenciales que han desmantelado los flancos de la estructura, invirtiendo el relieve original, dejando la artesa como una prominencia topográfica limitada por laderas de contrapendiente.

Sierra anticlinal (Ssan): Sierra elongada de morfología colinada a alomada de cimas o crestas agudas o redondeadas, que siguen el eje anticlinal formado por el arqueamiento o combadura de los estratos o capas que se inclinan divergentemente a partir de su eje. Conforman laderas estructurales inclinadas a muy abruptas, rectas o convexas y de longitudes largas.

Sierra de barras estructurales (Ssbe): Sierra elongadas de morfología alomada de laderas irregulares a escalonadas cortas, definidas por la disposición estructural vertical o casi vertical de secuencias sedimentarias y metamórficas foliadas. Es característico el avanzado estado erosional de las laderas.

Sierras y lomos de presión (Sslp): Prominencias topográficas montañas o alomadas localmente curvas, formadas por plegamiento intenso, verticalización de secuencias sedimentarias, asociados a fallamiento inverso, generados en una zona de traspresión de una falla de rumbo o trascurrente.

Superficie tabular de meseta (Smle): Superficie elevada amplia, plana y horizontal o ligeramente inclinada limitada por escarpes. Su origen está determinado por la horizontalidad de estratos duros a intermedios calizas arrecifales y areniscas calcáreas, disectado localmente por drenajes difusos y formación de dolinas.

Terraza o berma de fallamiento (Sbf): Escalón aterrazado y alargado de morfología alomada o colinada, limitado por escarpes de línea de falla de longitud muy corta de formas convexas e inclinación abrupta. Su origen se relaciona con escalonamiento diferencial por fallamiento.

Volcán de lodo (Svl): Cerro en forma de domo de morfología colinada de laderas convexas y cima plana o en artesa, formado tanto por la deformación del terreno, como por la acumulación de lodos arcillosos y bloques producto de erupciones violentas de este material y diapirismo de lodos.

Ambiente Volcánico

Geoformas originadas como resultado de la actividad volcánica, la cual incluye erupciones explosivas y/o efusivas, además de aquellas geoformas generadas por acumulación de la remoción de productos volcánicos. La actividad volcánica se debe a la acción de procesos endógenos, los cuales ocurren en el interior de la corteza terrestre y dependen de las fuerzas internas de La Tierra. La geomorfología de los volcanes es una herramienta para entender la evolución del volcán y de sus estructuras, su ambiente tectónico, la composición del magma y su reología.

Caldera (Vcr): Depresión en forma circular a elongada, de grandes dimensiones, entre 1 y 100 km de diámetro. Su génesis se asocia al colapso de un edificio volcánico ocasionado por el vaciamiento parcial de una cámara magmática, debido a una gran erupción.

Campo de hummocks (Vch): Cono de depósito de una avalancha volcánica de escombros, generada por el colapso parcial del edificio volcánico, de morfología lobulada, irregular, conformado por montículos redondeados, cónicos o alargados de diferentes altura, y/o megabloques, constituidos por depósitos volcánicos que conformaban el edificio volcánico.

Campo fumarólico (Vcf): Plano o superficie irregular, con pendientes variadas dependiendo de su localización en el edificio volcánico. Está conformado por varios orificios con diámetros que van desde el orden centimétrico a métrico a través de ellos se expelen o se han expelido gases de origen volcánico. Las rocas o depósitos sobre los cuales se encuentran, se caracterizan por estar altamente alterados.

Cono de escoria o cono de ceniza (Vcoe): Edificio volcánico colinado, generalmente con alturas menores a los 300 m, con laderas escarpadas, mayores a 31° y de forma convexa (Vlcoe); su diámetro basal puede medir hasta 2,5 km. Presenta un cráter de grandes dimensiones que puede llegar hasta la mitad de su diámetro basal (Vccoe). Está compuesto casi exclusivamente por fragmentos escoriáceos de ceniza y lapilli volcánica de composición basáltica. Su génesis está asociada a erupciones estrombolianas en los flancos de un volcán escudo, o de un estratovolcán, o en campos basálticos.

Cono Lahárico (Vcl): Superficie en forma de abanico, de morfología plana, suavemente inclinado (2° - 5°), localmente aterrazado, con escarpes de diferente altura, puede alcanzar dimensiones kilométricas. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por cuerpos de aguas superficiales (lagos, ríos, lagunas o provenientes del derretimiento de hielo o nieve durante una erupción), cuando llegan a zonas de valles amplios de la corriente por la cual viene canalizado.

Cráter volcánico (Vc): Depresión en forma circular de menos de un 1 km de diámetro, limitada por escarpes o laderas escalonadas y disectadas. Su fondo

presenta una morfología suavemente ondulada e irregular, dependiendo de su conformación. Su génesis responde al colapso de un edificio volcánico, a una erupción, o a la acumulación gradual de material piroclástico alrededor de un centro de emisión.

Domo volcánico remanente (Vd): Colina en forma de cúpula redondeada o elongada, de superficie irregular, con pendientes abruptas a suaves. En un edificio volcánico se puede localizar dentro del cráter o en una de sus laderas. Su génesis se asocia a la extrusión de lava muy viscosa, que en ocasiones puede alcanzar a fluir un poco, conformando lo que se denomina domo colada.

Escarpe de cráter (Vce): Ladera escalonada y disectada de forma cóncava, de longitud moderadamente larga e inclinación escarpada hasta vertical, que limita un cráter volcánico. El escarpe de cráter está conformado por la alternancia de capas de lavas y/o depósitos piroclásticos.

Escarpe de flujo de lava (Vfle): Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de un depósito de flujo de lava. Su génesis está asociada al enfriamiento y reología de un flujo de lava.

Escarpe de flujo lahárico aterrazado (Vflae): Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de remanentes de un depósito de flujo lahárico. Su génesis está asociada a la incisión y socavación de las corrientes hídricas en los depósitos de un *lahar* o flujo de escombros.

Escarpe de flujo piroclástico aterrazado (Vfpe): Ladera casi vertical de longitud y altura variadas, de forma cóncava o convexa, presente en los bordes de la superficie de remanentes de un depósito de un flujo piroclástico. Su génesis está asociada a la incisión y socavación de las corrientes hídricas en los depósitos de flujo piroclástico.

Estratovolcán ó cono compuesto (Vee): Cerro montañoso conformado por uno o varios cráteres (Veece), escarpes de cráter (Veece) y laderas con inclinaciones menores a 10° (Veel) en su parte basal, variando a muy abruptas hacia la cima (Veel). Pueden existir Estratovolcán activo (Veeae), Estratovolcán inactivo (Veeei), Estratovolcán dormido (Veed).

Flujo de lava (Vfl): Lóbulo alargado relativamente estrecho y delgado, localmente festoneado en su frente y limitado por escarpes de diferente altura, con pendientes y formas de laderas variadas dependiendo de la composición, viscosidad, cantidad de gases, volumen del magma emitido y la topografía preexistente sobre la que se depositó. Su génesis está asociada a la extrusión y posterior enfriamiento de flujos de lava.

Flujo de lava almohadillada (Vflal): Lóbulo de morfología irregular, con laderas inclinadas a abruptas, de forma cóncava o convexa; de longitud y altura variadas, formado por un flujo de lava submarino que al entrar en contacto con el agua ocasiona estructuras globulares

Flujo de lava cordada (pahoehoe) (Vflc): Lóbulo de superficie suave a fibrosa, con pendientes inclinadas, festoneado en su frente y limitado por escarpes de diferente altura; puede alcanzar varios km de extensión. Su génesis se asocia a la extrusión y posterior enfriamiento de lavas basálticas.

Flujo de lava en bloques (aa) (Vflaa): Superficie extremadamente irregular, con pendientes inclinadas y laderas de longitud variada, compuesto por bloques de lava. Su génesis se asocia a la extrusión y posterior enfriamiento de lavas basálticas y andesíticas.

Flujo lahárico aterrazado (Vfla): Lóbulo alomado de aspecto tabular y plano a suavemente inclinado ($2^\circ - 3^\circ$), con escarpes de diferente altura. Localmente se localiza paralelo a los ríos a los cuales limita. Su génesis está asociada a la acumulación de productos volcánicos previamente depositados o generados durante la erupción, que han sido mezclados o removidos por cuerpos de aguas superficiales (lagos, ríos, lagunas o provenientes del derretimiento de hielo o nieve durante una erupción). Estos depósitos así acumulados van quedando elevados conforme la corriente hídrica va erosionando y recobrando su cauce.

Flujo piroclástico aterrazado (Vfp): Lóbulo alomado de aspecto tabular y plano a suavemente inclinado ($2^\circ - 3^\circ$), con escarpes de diferente altura. Localmente se localiza paralelo a los ríos con los que limita, o conformando un abanico. Su génesis está asociada a la acumulación de productos de flujos piroclásticos que van quedando elevados conforme la corriente hídrica va erosionando y recobrando su cauce.

Ladera volcánica (VI): Superficie escalonada y disectada de forma cóncava, de longitudes moderadas a largas, e inclinaciones escarpadas, que conforman un edificio volcánico. La ladera está constituida por la alternancia de capas de lavas, depósitos piroclásticos y/o intrusiones.

Laguna volcánica (Vlg): Cuerpo superficial de agua, de forma redondeada o elongada, en zonas volcánicas; se localiza principalmente en fondos de cráteres volcánicos, sobre el edificio volcánico o en los campos de Hummocks. Su génesis se asocia a la acumulación en superficie de aguas hidrotermales o a la acumulación de agua meteórica en zonas deprimidas. En su fondo y alrededores se pueden depositar materiales arcillosos como productos de la alteración hidrotermal generada por el agua sobre las rocas, lo cual puede hacer variar de coloración al cuerpo de agua.

Maar (Vm): Edificio volcánico alomado, conformado por laderas y un cráter cuyo diámetro puede variar del orden de varias decenas de metros a varios kilómetros y generalmente contiene agua en su interior, formando una laguna volcánica cratérica. Sus laderas son cortas, convexas y suavemente inclinadas con menos de 10° , conformadas por material piroclástico. Su génesis está asociada a erupciones freáticas o freatomagmáticas.

Manto de piroclastos (Vmp): Planos amplios de pendientes inclinadas, localmente aterrazados, de morfología suavemente ondulada debida al suavizado del relieve

preexistente por la cobertura de material piroclástico. Su génesis se asocia al depósito de piroclastos de caída o al emplazamiento de corrientes de densidad piroclástica en zonas amplias y no encañonadas.

Volcán escudo (Ves): Cerro volcánico aproximadamente simétrico, amplio y bajo; de forma circular o elíptica; de flancos convexos suavemente inclinados con menos de 10° . Su diámetro basal varía entre unos pocos kilómetros y más de 100 km; la relación altura diámetro basal es aproximadamente 1/20; Su génesis está asociada a la extrusión de lava basáltica muy fluida (baja viscosidad).

Volcán o edificio volcánico (Ve): Cerro montañoso de forma generalmente cónica, conformado por uno o varios cráteres (Vc), escarpes de cráter (Vce) y laderas (Vl). Las laderas pueden ser inclinadas a abruptas, de forma generalmente convexa y de longitud variable. La altura, diámetro del cráter y diámetro de la base son muy variables. Su génesis se asocia a la acumulación de material volcánico extruido durante su evolución eruptiva.

Abertura en la corteza terrestre, por la cual el magma alcanza la superficie. Volcán activo (Vea), Volcán dormido (Ved), Volcán inactivo (Vei).

Ambiente Glacial y Periglacial

Corresponde a las geoformas cuya expresión morfológica esta o fue establecida por la erosión intensa ocasionada por el movimiento de grandes masas de hielo en zonas de alta montaña durante la épocas glaciales, o igualmente por la acción del enfriamiento intermitente y saturación de sedimentos en zonas periglaciales. Tales eventos esculpieron el sustrato rocoso de origen estructural preexistente y además generaron grandes cantidades de sedimento, acumulados en las laderas adyacentes.

Aguja glacial (Horn) (Ga): Cerros rocosos montañosos de forma irregular piramidal con laderas moderadamente largas de pendientes abruptas a muy escarpadas, con formas cóncavas, originadas por la intersección de las paredes de varios circos glaciales. Se incluyen los cerros estructurales alomados afectados localmente por procesos erosivos de origen glacial. Las geoformas estructurales de expresiones prominentes y erosionadas por procesos de origen glacial están localmente relacionadas con circos y valles glaciales y de nivación.

Espolón estructural glaciado (Gee): Salientes simétricas agudas de morfología alomada y laderas cortas, de formas rectas y muy inclinadas a abruptas, formadas por planchas estructurales que limitan valles en forma de "U", cuyo origen obedece a procesos erosivos glaciales. Hacia la parte alta localmente se presentan aristas y circos glaciales.

Circo glacial y de nivación (Gc): Paredes cóncavas semicirculares de longitudes cortas, escarpadas de concavidades o depresiones someras formadas por socavación debida a la acción erosiva de escarcha o nieve en zonas de influencia glacial y periglacial respectivamente. Mientras los primeros se forman o se formaron por retro excavación rotacional de la masa de hielo, los segundos se originan por procesos de congelamiento y deshielo de la masa rocosa que produce depresiones por despegue y extracción de partículas (plucking), acumuladas luego ladera abajo por procesos de gelifracción. Se encuentran en la parte alta de las paredes de valles glaciales, y asociados con valles colgantes menores.

Cono y lóbulo de gelifracción (Gclg): Conos y lóbulos alomados de longitudes moderadamente largas y formas cóncavas y convexas. Se constituyen de material particulo soportados de bloques heterométricos, Su origen está asociado con procesos de gelifracción en terrenos altamente saturados y sometidos a congelamiento y deshielo periódico.

Conos glaciofluviales (Gcgf): Conos de longitud corta larga a muy larga, de laderas rectas - convexas y muy inclinadas constituidas de bloques angulares de varios metros de arista, en matriz constituida de arcilla con bloques de tamaños decimétricos y localmente paleosuelos negros. Su origen está asociado a corrientes torrenciales producto de deshielo de la parte más distal de una masa glacial. Los abanicos glaciofluviales son coalescentes algunas presentan disección longitudinal en asocio de escarpes en forma de "V".

Cuesta estructural glaciada (Gce): Sierras asimétricas elongadas y amplias de morfología colinada o alomada definida por el basculamiento suave ($10^\circ - 25^\circ$) de capas de rocas duras y blandas, afectadas localmente por procesos de extracción (Plucking) y gelifración moderada a intensa.

Drumlin (Gd): Lomos de laderas rectas de formas elongadas, formados por debajo de hielo glaciario en movimiento. Su forma, con un extremo más alargado y con menor pendiente, corresponde a la dirección hacia la cual la masa glaciaria discurrió por él o a su alrededor. Están formados por acumulación de depósitos glaciales tipo till y depósitos morrénicos. Puede aparecer aislado, pero es mucho más frecuente encontrarlo en grupos, llamados campos de drumlins, preferencialmente en casquetes glaciares.

Espinazo glaciado (Geg): Lomas Sierras alomadas simétricas elongadas de crestas agudas a redondeadas y morfología colinada o alomada aborregada, afectada por erosión glacial de capas de roca resistentes basculadas abruptamente con inclinaciones mayores de 35° .

Flancos de valle Glacial (Gflv): Son laderas cóncavas de pendientes abruptas, longitudes cortas a moderadamente largas localmente con facetas truncadas. Se originaron por procesos laterales de exaración y por presiones ejercidas por las masas de hielolateral ejercida por la masa de hielo sobre los flancos del valle inicial. Localmente los valles tributarios (valles colgantes) muestran el piso o fondo más alto que el valle principal que lo trunca en la confluencia.

Flujo volcánico glaciado (Gfv): Lóbulos elongados de morfología alomada de laderas cortas a moderadamente largas y formas convexas y escalonadas por el apilamiento de flujos de lava antiguos. Limitan valles glaciales y están asociados con circos del mismo origen. Estas geformas presentan laderas muy largas convexas escalonadas por la erosión diferencial de por superposición de secuencias de lavas las cuales fueron posteriormente modeladas por glaciación. Presentan coberteras a manera de mantos piroclásticos de caída.

Kame y Terraza de gelifración (Gktg): Terraza o berma de morfología alomada irregular y suavemente inclinadas, formadas por acumulación en las depresiones formadas entre una lengua glacial y los costados del valle. Presentan laderas muy cortas, convexas y muy inclinadas, constituidas de gravas finas y bloques decimétricos subangulares en matriz arenosa. Se caracterizan por su aspecto tabular a lo largo del valle glacial.

Ladera en contrapendiente de sierra homoclinal glaciada (Gshlc): Laderas definidas por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente, de longitud moderada a muy larga, de formas cóncavas a irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas asociadas localmente a depresiones de nivación y circos glaciales. Presentan crestas agudas (aristas glaciales), circos glaciales y localmente valles del mismo origen, transversales lo que le da una apariencia irregular en perfil. Es característica la morfología irregular en formas de "U" de las aristas glaciales.

Ladera contrpendiente sierra anticlinal glaciada (Gsalc): Laderas de longitudes cortas a extremadamente largas, de forma convexa a cóncava hacia su base de pendientes abruptas a escarpadas, sus capas se encuentran dispuestas en sentido opuesto a la pendiente de las laderas. Su origen se asocia al desmantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima dejando localmente depresiones de exaración, circos glaciales y de nivación manifiesta como concavidades poco desarrolladas.

Ladera en contrapendiente de espinazo glaciado (Geglc): Las laderas de contrapendiente con estratos inclinadas en contra de la pendiente, de longitud muy corta a corta, de formas cóncavas o irregulares escalonadas, con pendientes muy abruptas a escarpadas, sus capas se encuentran orientadas en el mismo sentido de la ladera. Interestratificación de rocas blandas e intermedias con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo denso, localmente se presenta afectada por procesos de erosión glacial manifiesta por depresiones de exaración.

Ladera estructural de cuesta estructural glaciada (Gclc): Laderas definidas por la inclinación de los estratos en favor de la pendiente producto del basculamiento suave de capas de rocas duras y blandas, de longitud moderada a muy larga, de formas cóncavas a irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas.

Ladera estructural de cuesta estructural glaciada (Gcle): Laderas definidas por la inclinación de los estratos en contra de la pendiente producto del basculamiento suave de capas de rocas duras y blandas, de longitud moderada a muy larga, de formas cóncavas a irregulares escalonadas y con pendientes escarpadas a muy escarpadas asociadas localmente a depresiones de nivación y circos glaciales.

Ladera estructural de espinazo glaciado (Gegle): Corresponden a laderas estructurales con estratos en favor de la pendiente ($> 35^\circ$), de longitud muy corta a corta, de formas rectas o convexas y con pendientes muy escarpadas. Interestratificación de rocas blandas e intermedias con desarrollo de drenaje dendrítico subparalelo denso, localmente se presenta afectada por procesos de erosión glacial manifiesta por depresiones de exaración. Suelen desarrollar drenajes subparalelo y procesos locales de gelifración.

Ladera estructural de sierra homoclinal glaciada (Gshle): Laderas definidas por la inclinación de los estratos en el mismo sentido de la pendiente con rangos que varían desde abruptas a muy escarpadas, de longitud moderada a muy larga de morfologías cóncavas convexas y superficies aborregadas y pendientes que varían entre abruptas a muy escarpadas. Presentan crestas agudas (aristas glaciales), y delimitando valles glaciales en forma de "U".

Ladera estructural sierra anticlinal glaciada (Gsale): Laderas de longitudes cortas a extremadamente largas, de formas convexas a rectas y con pendientes abruptas a muy abruptas cuyas capas se encuentran dispuestas en el mismo sentido de la pendiente. Se constituyen de rocas competentes afectadas por procesos de gelifración y extracción (plucking). Son comunes las depresiones de exaración, localmente desarrollados a circos de nivación y glaciales.

Laguna Glacial (Glg): Cuerpos de agua en zonas montañosas glaciadas, principalmente en la base o piso de los circos glaciales. Se incluyen igualmente los lagos formados en planicies glacio-lacustrinas, la fracción sólida suele estar constituida por materiales fino arcillosos. Se incluyen los lagos formados en la parte trasera de morrenas terminales de recesión y localmente en planos glaciolacustrins.

Masa Glaciar (Gg): Masa de hielo en movimiento que incluye detritos rocosos y se caracteriza por el balance entre acumulación y fusión.

Morrena de ablación (Gma): Tipo de morrena terminal de piedemonte en forma de arcos irregulares y amplios de morfología alomada, de flancos cortos de formas rectas y cóncavas con pendientes abruptas a escarpadas localizadas en la parte frontal y media de las laderas glaciadas encerrando localmente circos glaciales y permitiendo la formación de lagos en su parte trasera. Se constituyen de bloques y gravas angulares y subangulares distribuidos caóticamente en matriz arenosa. Se origina por el estancamiento de una masa glacial y el progresivo deshielo de la misma.

Morrena de fondo (Gmf): Montículos de forma alomada localizados en el fondo de los valles glaciales, constituidos en general de fragmentos de roca angulares dispuestos caóticamente en matriz arcillosa o arenosa muy compacta. Está asociada con la depositación de grandes masas de sedimento, producto de del transporte y acumulación por la masa de hielo y particularmente por la acción de corrientes fluviales producto de deshielos, ya sea durante la época de glaciación o una vez terminados los eventos estadales.

Morrena lateral (Gml): Crestas alomadas lineares y alargadas a lo largo de las márgenes de un valle glacial con laderas cóncavas y rectas muy cortas e inclinadas, constituidas de material glacial acumulado, tanto por lenguas glaciales como por conos glaciofluviales. Se constituyen de fragmentos de rocas subangulares a subredondeados con lentes de grava y localmente con bloques de tamaños métricos.

Morrena terminal o frontales (Gmt): Lomas de forma de medialuna en planta a manera de diques las cuales se ubican transversal y escalonadamente en la parte media o baja final de los valles glaciales. Sus flancos presentan formas cóncavas y convexas de longitud muy corta y pendientes inclinadas. Se componen de una mezcla caótica de arcilla, arenas y gravas angulares con muestras del arrastre. Localmente se pueden presentar lentes de grava y arena, su origen se debe al avance y retroceso de una lengua glacial.

Plano Glaciolacustrino (Gpgl): Son planos o laderas de suave pendiente formadas por depositación de sedimentos en lagos y zonas marginales a un glacial. Se constituyen de materiales finos (limos, arcillas) y localmente arenas y gravas traídas por aguas descongeladas. Se presentan como planos en zonas glaciadas y localmente en artesas elongadas asociadas con valles glaciales. Se encuentran relacionadas con lagunas y zonas pantanosas de origen glacial.

Plano y cono de sobrelavado glacial (Gpcs): Planos suavemente inclinados de longitud corta y recta localizados más allá del margen glacial definido por las morrenas terminales: Se constituyen de material glacial(arenas y gravas) depositado por corrientes fluviales generadas por deshielo glacial. Los conos de sobrelavado glacial comprenden una serie de mantos de sedimento en forma de abanico de extensión kilométrica y suave inclinación.

Sierra anticlinal glaciada (Gsag): Sierra elongada de morfología montañosa o colinada de cimas o crestas agudas o redondeadas, que siguen el eje anticlinal formado por el arqueamiento o combadura de los estratos o capas que se inclinan divergentemente a partir de su eje. Su origen se asocia al desmantelamiento por erosión glacial y periglacial de los estratos blandos de la cima dejando localmente depresiones de exaración, circos glaciales y de nivación manifiesta como concavidades poco desarrolladas.

Sierra homoclinal glaciada (Gshg): Sierra simétrica o ligeramente simétrica elongada de morfología montañosa de cimas agudas y formada por una secuencia estratos o capas apilados e inclinados en una misma dirección por efecto de replegamiento intenso y fallamiento afectadas posteriormente por procesos glaciales y periglaciales que dejaron laderas aborregadas con bloques, circos de nivación, glaciales y localmente valles en "U".

AMBIENTE CÁRSTICO

Son geoformas originadas por meteorización química de rocas compuestas por minerales solubles en agua (caliza, dolomía, yeso), que origina terrenos esculpidos de configuración compleja con relieves positivos o negativos.

Dolina (Kd): Depresiones circulares o elípticas, de dimensión variable desde 1 hasta 400 metros de diámetro y 1 a 200 metros de profundidad, de paredes verticales o inclinadas en forma cónica, de fondo plano o no plano que presenta un sumidero "ponors" que conecta el interior con el exterior del sistema cárstico. Su origen se encuentra asociado a procesos de disolución de rocas calcáreas, o evaporitas en zonas de fracturamiento (diaclasas) y normalmente están rellenas en el centro por arcillas producto de descalcificación. Localmente puede estar cubierta por agua (Kda).

Exurgencia: Manantial de caudal mayor, de tipo permanente aunque con fluctuaciones estacionales en el caudal que procede de aguas colectoras del aparato cárstico.

Lomo de Carstificación (Klc): Elevaciones del terreno menores de 200 metros sobre su nivel de base local, de morfología alomada, alargada y alineadas, de laderas cortas a moderadamente largas de forma convexa a complejas, con índice de relieve relativo bajo a muy bajo. Las pendientes de sus laderas varían entre muy inclinadas a abruptas. Estas geoformas son generadas en materiales calcáreos, las cuales se intersectan formando una línea continua.

Plano encañonado por carstificación (Kcñ): Zona plana limitada por paredes verticales a subverticales, generado por procesos de disección y erosión fluvial y disolución intensa, la cual se concentra en las fisuras y fracturas en rocas calcáreas.

Polje (Kp): Depresiones cerradas de fondo plano, localmente pueden tener montículos de calizas (Hum), son de forma alargada (largo más del doble que la anchura) limitados por escarpes de contornos irregulares; pueden estar secas o inundadas estacionalmente, generalmente son recorridas por una corriente que desaparece súbitamente por un sumidero (ponor).

Ponor (Kpo): Punto de absorción de agua en una dolina, úvala o polje.

Sima (Ks): Cavidad vertical estrecha, de gran profundidad (hasta 1000 metros), puede ser de formas lenticulares, cilíndricas o elípticas y se forman a partir de procesos de disolución concentrados en las fracturas y erosión o por el hundimiento de una dolina.

Surgencia: Manantial de caudal pequeño, de alimentación alóctona y de tipo intermitente; son producto de diaclasas que actúan como colectores del agua que discurre por la superficie y es interceptada por la diaclasa. Cada manantial tiene cota de salida diferente e independiente de la de los demás pertenecientes a este grupo.

Torre Cárstica (Ktc): Elevación del terreno prominente y aislada de roca caliza, de altura variable, generalmente de forma cónica, rematados en punta roma o puntiaguda que han quedado como remanentes en zonas de depresiones ovaladas o circulares como producto de procesos intensos de meteorización y disolución.

Uvala (Ku): Depresión de mayor tamaño que La Dolina, pueden alcanzar hasta 1 Km de diámetro, limitado por escarpes de pendientes abruptas y actúan como zonas colectoras de agua en mayor escala que las dolinas. Se forman por coalescencia de varias dolinas individuales, forman depresiones amplias, cerradas y de fondo plano o irregular.

Valle Cárstico (Kvca): Zona deprimida de forma elongada, de fondo plano o suavemente ondulado, con bordes cóncavos bien marcados formados por disolución de rocas calcáreas.

Valle ciego (Kvc): Superficie cerrada, de forma elongada, limitada por laderas de pendientes suaves a inclinadas, modeladas por una corriente que desaparece súbitamente en un sumidero kárstico (ponor), este tipo de geoforma geológicamente presenta un fuerte control es estructural y un alto fracturamiento lo que favorece los procesos de disolución.

Ambiente Antropogénico

Corresponden a geoformas originadas como resultado de la intervención del hombre sobre el terreno, en la mayoría de los casos con el objetivo de realizar construcción de vivienda, obras de ingeniería, disposición de desechos o escombros y adecuación de nuevas vías, que modifica la morfología natural del terreno

Rellenos de basuras o rellenos sanitarios (Arb): Montículos alomados o aterrazados formados por la acumulación de desechos orgánicos o industriales sin diferenciar, los cuales son dispuestos de manera mecánica o manual.

Canal Artificial (Aca): Canales construidos para dragado, rectificación de cauces para facilitar la navegación, para la canalización de ríos o quebradas en zonas urbanas y localmente para el abastecimiento de agua.

Canteras (Ac): Excavación escarpada con altura del orden decimétrico, de formas irregulares o en terracedos hechos en laderas para la extracción de materiales de construcción como piedra, arena y grava. Se incluyen en esta definición las excavaciones realizadas para la extracción de arcillas comúnmente llamadas chircales.

Embalses (Aemb): Acumulación de agua producida por una obstrucción en el lecho de un río o arroyo que cierra parcial o totalmente su cauce. La obstrucción del cauce puede ocurrir por causas naturales como, por ejemplo, el derrumbe de una ladera en un tramo estrecho del río o arroyo, la acumulación de placas de hielo o las construcciones hechas por los castores, y por obras construidas por el hombre para tal fin, como son las presas.

Excavaciones (Ase): Huecos de gran extensión y de profundidad variada entre 2 – 20 m, hechos de manera manual o con maquinaria pesada, son de paredes verticales y son productos de la explotación de arenas y gravas de origen fluvial y fluvio-glaciar.

Explotación minera (Aemc): Son extensas áreas dedicadas a la extracción de materiales y minerales a cielo abierto, cuyo proceso extractivo se realiza en la superficie del terreno, y con maquinarias mineras de gran tamaño.

Planos y campos de llenos antrópicos (Ar): Planos hechos artificialmente con material de relleno para acondicionar terrenos anegadizos para la construcción de viviendas. Técnicamente son de gravas, bloques y arena bien compactados, sin embargo comúnmente son de escombros y desechos de construcción.

Plantas de tratamiento de aguas residuales (Apt): Piscinas y/o lagunas de oxidación de variada profundidad hechas de manera artificial para la acumulación y tratamiento de aguas servidas o industriales.

Presa (Ap): Barrera artificial en forma de arco hecha en los canales fluviales para represar agua para uso doméstico o criadero de peces. Están hechas de hormigón, tierra o una combinación de ambos.

Rellenos de escombros y/o escombreras (Are): Todo tipo de residuo sólido, resultante de demoliciones, reparación de inmuebles, construcción de obras civiles y actividad minera; es decir, los sobrantes de cualquier acción que se ejerza en las estructuras urbanas. El cual el proceso de disposición puede ser técnico o no técnico

Salinas (Asa): Depósitos artificiales de agua salada de gran extensión hecha mediante un dique o barrera, para almacenar agua para explotación de sal.

Superficies de explanación (Asp): Planos de allanamiento hecho en laderas de sustrato rocoso y/o materiales inconsolidados con el fin de adecuar el terreno para la construcción o con fines de estabilización de laderas, mediante la explanación o terraceos que disminuyen la pendiente del terreno.

Terrazas agrícolas (Ata): Son escalones muy anchos, contruidos por el hombre usando la misma tierra del lugar, para actividades agrícolas. Las terrazas son hechas con el objeto de que suelos inclinados puedan usarse con cultivos agrícolas o plantaciones forestales, sin que la tierra sea arrastrada por el agua

Tajamares (At): Pequeño dique artificial de bloques de roca apiladas, de longitudes superiores a los 30 m y dispuesta perpendicularmente a la dirección de las olas para evitar la erosión de las playas y favorecer su construcción en lo que respecta a la depositación de arenas.

Rompeolas (Arm): Estructura en roca dispuesta paralelamente a la línea de costa que tiene por finalidad principal proteger la costa o un puerto de la acción de las olas del mar o del clima.

Espolones (Ae): Muro construido en la orilla de un río o del mar para contener las aguas; también se construye en el borde de los barrancos y precipicios para seguridad del terreno y de las personas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, B., CASTRO, M., ALMEIDA, J., FILHO, N. 1995. Manual técnico de geomorfología. Serie manuales técnicos de geociencias n. 5. ISSN 85-240-0509-2. P 111. Rio de Janeiro.
- ARAUZO, T., GUTIERREZ, E & SANCHO, C. 1996. Facetas triangulares de ladera como indicadores paleoclimáticos en ambientes semiáridos (Depresión del Ebro). Geogaceta, ISSN:0213683X., p 3, Zaragoza España.
- CARVAJAL, J. H., 2002. Caracterización de la metodología geomorfológica adaptada por INGEOMINAS. Documento interno INGEOMINAS sometido a discusión y modificaciones. 13pp. Bogotá.
- CARVAJAL, J. H., 2002a. Documentación detallada del modelo de datos para la faceta de geomorfología. Documento INGEOMINAS preliminar, sometido a discusión y modificaciones. 48pp. Bogotá.
- CARVAJAL, J. H., 2005. Zonificación geomorfológica de la sabana de Bogotá Volumen I "proyecto compilación y levantamiento de la información geomecánica. Informe final. 81 pp. INGEOMINAS, Bogotá.
- CARVAJAL, J. H., 2005. Características geomorfológicas del departamento del Quindío. Proyecto compilación y levantamiento de información geomecánica. Volumen I. INGEOMINAS. 76 pp. Bogotá.
- CARVAJAL, J. H., 2012. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Servicio Geológico Colombiano. Colección Guías y Manuales. 83pp. Bogotá.
- CAS, R.A.F. y WRIGHT, J. V., 1987. Volcanic successions. Modern and ancient: Allen & Unwin, 528 pp. London.
- CRUDEN, D.M., 1991. A simple definition of a landslide. IAEG Bull., 43, 27-29.
- CRUDEN, D.M. y VARNES D. J., 1996. Landslide types and processes. In: Turner A.K.; Shuster R.L. (ed.). Landslides: Investigation and Mitigation. Transp. Res. Board, Special Report 247, 36-75.
- DIEDERIX, H., AUDEMARD, F., OSORIO, J. A., MONTES, N., VELANDIA, F y ROMERO, J., 2006. Modelado morfotectónico de la falla transcurrente de Ibagué, Colombia. Rev. Asoc. Geol. Argent. [online]. vol.61, n.4, pp. 492-503. ISSN 1851-8249.
- FAO, 1968. Address by rear-Admiral W. Langeraar. Appendix E to the report of the third sesión of the committee on fisheries, Rome. Suppl. 1-7 pp.
- GOMEZ, J. J., CARVAJAL, J. H., y OTERO, . Propuesta de estandarización de los levantamientos geomorfológicos en la zona costera del Caribe colombiano.

Convenio Especial de Cooperación Colciencias – Gobernación del Magdalena – Invemar. Serie de publicaciones Especiales # 54. 110 p.

HUBP, L. J., 1989. Diccionario geomorfológico. Instituto de Geografía. Coordinación de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. p 35. México D.F.

HUGGETT, R., J., 2007 Fundamentals of Geomorphology. London. Second edition.

INGEOMINAS, 2004. Propuesta metodológica para la cartografía Geomorfológica aplicada a geomecánica. Bogotá.

INGEOMINAS, 2009. Zonificación de la amenaza por movimientos en masa tipo flujo de la Cuenca del río Combeima. Informe interno.

INGEOMINAS, 2009. Zonificación geomorfológica de la Sabana de Bogotá, Volumen I. Informe interno.

MACHATSCHEK, F., 1951. Terminología geomorfológica. Instituto de Estudios Geográficos Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán. República Argentina.

MONKHOUSE, F. J. 1978. Diccionario de Términos Geográficos. Oikos-tau Ed. Barcelona, 560 p. Barcelona.

Leyenda Nacional de Coberturas de la tierra. Metodología Corinne Land Cover. Escala 1:100.000. Año 2010. Territorios artificializados. Zonas de extracción y Escombreras.

OJEDA, G., LACREU, H., SOSA, G., GÓMEZ., H., y DUEÑAS, D., 2007. Atlas de recursos geoambientales Municipio de Juana Koslay. Universidad Nacional de San Luis - (ISBN: 978-987-23360-5-9). 57 pp. San Luis Argentina.

PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO - GEOCIENCIAS Para Las COMUNIDADES ANDINAS (PMA-GCA). 2007. Movimientos en masa en la región andina, una guía para la evaluación de amenazas. 432 pp.

SCHMINCKE, H-U., 2005. Volcanism. Springer-Verlag, 324 pp. Heidelberg.

SGC, 2012. Informe unidades geomorfológicas de la plancha 117 Amalfi, escala 1:100.000 departamento de Antioquia. Proyecto Mapa Nacional de Amenaza por movimientos en masa escala 1:100,000. 64 pp. Bogotá.

SGC, 2012. Propuesta metodológica sistemática para la generación de mapas geomorfológicos analíticos aplicados a la zonificación de amenaza por movimientos en masa escala 1:100.000. Bogotá.

SIGURDSSON, H., 2000. Encyclopedia of Volcanoes, Academic Press.. 1417 pp. San Diego.

TARBUCK, E. J. y LUTGENS, F. K., 2005. Ciencias de la Tierra. Una introducción a la Geología Física. Ed. Pearson-Prentice Hall, 8ª ed. 686 pp. Madrid.

VERSTAPPEN, H. Th. y VAN ZUIDAM, R. A., 1992. El sistema ITC para levantamientos geomorfológicos. Publicación ITC No. 10. Villanueva de Huerva.

VILLEGAS, A. 1993. La presentación del informe técnico – científico. Guías. INGEOMINAS. 51 pp. Bogotá.

VILLOTA, H. 2005. Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, , 211 p. Bogotá.

ZINCK, J.A., 2012. Geopedología, Elementos de geomorfología para estudios de suelos y de riesgos naturales, ITC Special Lecture Notes Series. 131 p. ITC Holanda

Páginas de internet consultadas

http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/geomorphology/GEO_3/GEO_CHAPTER_3.shtml

<http://www.tulane.edu/~sanelson/geol204/volclandforms.htm>

http://www.geology.sdsu.edu/how_volcanoes_work/landforms.html

http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/16/nrcs143_020629.pdf

http://www.redes-cepalcala.org/ciencias1/geologia/geomorfologia/karst_marcos.htm

ANEXO G. GENERALIDADES DE SUELOS.

CONTENIDO DE ANEXO 7. GENERALIDADES DE SUELOS

SUELOS

FACTORES FORMADORES DE SUELO

PROCESOS FORMADORES

HORIZONTES GENETICOS DEL SUELO

CLASIFICACION DE SUELOS

REFERENCIAS

SUELOS

El **suelo** es el material no consolidado situado en la superficie terrestre Núñez J (2000), y se forma por cinco factores: relieve, material parental, organismos, tiempo y clima.

La **edafología** es la ciencia del suelo en sí mismo; como producto de la naturaleza y elemento del complejo geográfico. Huguet, E. (1983).

FACTORES FORMADORES DE SUELO:

- **Relieve:** configuración física de la superficie terrestre consecuencia de los procesos geomorfológicos y de meteorización que actúan sobre el material geológico. Una de sus características es la pendiente que modifica condiciones del suelo como el drenaje, profundidad, susceptibilidad a erosión y la acumulación de material. La posición geográfica modifica las condiciones climáticas a las que está sometido el suelo debido a que las diferentes posiciones varían la exposición solar incidiendo en el tipo de cobertura vegetal.

- **Material Parental:** el material parental hace referencia al sustrato, o material a partir del cual se forman los suelos debido al proceso de meteorización, es decir, que provee características específicas como composición química, textura, acidez, etc.
- **Organismos:** hace referencia a la vegetación, los animales del suelo y al hombre.
- **Tiempo:** Se trata del tiempo en que ocurren los procesos formadores y las características morfológicas que permiten diferenciar a cada horizonte.
- **Clima:** el clima es determinado por: humedad relativa, temperatura, precipitación, energía radiante y viento.

Dependiendo de su posición relativa en el paisaje los suelos, es decir, el material no consolidado situado en la superficie terrestre presentan características fundamentales que varían ampliamente. La geomorfología permite comprender los procesos que se dan para el suelo en cada una de estas posiciones.

En el suelo hay un conjunto natural de cuerpos distribuidos sobre la superficie terrestre, cuyas propiedades físicas, químicas, físico-químicas y morfométricas difieren a un grado tal, que es posible separarlos entre si dentro de un sistema de clasificación taxonómico establecido y delimitarlos en un mapa de suelos. Núñez J. (2000), lo que se conoce como cartografía de suelos.

PROCESOS FORMADORES:

Proceso de Meteorización: La transformación parcial o total, isovolúmina o no, de las rocas y los minerales de una roca “in situ”, sedimentos, depósito o suelo, al entrar en contacto con la atmósfera, para aflorar o estar muy cerca de la superficie, a unos metros de ella. (Porta, J. et al 1999), existen varios tipos de meteorización que Porta, J et al (1999) describe así:

- **Meteorización física:** Hay degradación mecánica de la roca, en este caso hay disminución del tamaño del material y aumento de la superficie de exposición a los ataques físico-químicos.
- **Meteorización química:** Hay transformaciones químicas y mineralógicas.
- **Meteorización biológica:** Las transformaciones se producen debido a los seres vivos y los productos que liberan.

Procesos edafogenéticos: La formación de un suelo es el resultado de la acción combinada de muchos procesos, integrados por una serie de reacciones y redistribuciones de materia. Los procesos edafogenéticos que dan lugar a un suelo concreto son aquellos que resultan compatibles con los factores formadores que prevalecen en un lugar y momento determinados y se prolongan a lo largo del tiempo. Condicionan tanto el tipo de procesos, como la velocidad de cada uno de ellos. (Porta, J. et al 1999). Estos procesos pueden ser físicos, químicos, biológicos, de homogenización, de diferenciación, cíclicos, alterantes, continuos, de agotamiento, actuales, fósiles.

HORIZONTES GENETICOS DEL SUELO

A continuación se describe brevemente según Blanquer, G. (?) los horizontes genéticos del suelo.

Para designar los horizontes se utilizan tres categorías de símbolos en diversas combinaciones. Estas son: letras mayúsculas, letras minúsculas y números arábigos. Las letras mayúsculas se utilizan para designar los horizontes y capas principales; las letras minúsculas son utilizadas como sufijos para indicar características específicas de los horizontes y capas principales; y los números arábigos son utilizados también como sufijos para indicar subdivisiones verticales dentro de un horizonte o capa y como prefijos para indicar discontinuidades.

Las letras mayúsculas **O, L, A, E, B, C, R** y **W** representan los horizontes genéticos principales y las capas de los suelos. Las letras mayúsculas son los símbolos básicos a los cuales se les adicionan otros caracteres para la designación completa del horizonte.

Horizontes o capas O: Son horizontes donde predomina el material orgánico. Algunos están saturados con agua durante largos períodos de tiempo o bien estuvieron saturados pero en la actualidad se encuentran drenados artificialmente; otros nunca han estado saturados por agua.

Horizonte A: Son horizontes minerales que han sido formados en la superficie del suelo o subyacentes a un horizonte O, que muestran alteración de toda o gran parte de la estructura original de la roca.

Horizontes o capas L: Son horizontes o capas límnicas que incluyen tanto materiales límnicos orgánicos como minerales, los cuales fueron (1) Depositados en el agua por precipitación ó a través de la actividad de organismos acuáticos tales como algas y diatomeas, ó (2) Derivados de plantas acuáticas sumergidas o flotantes y posteriormente modificadas por animales acuáticos.

Horizontes E: Son horizontes minerales caracterizados por la pérdida de arcilla silicatada, hierro, aluminio, o alguna combinación de los mismos, permaneciendo en ellos una concentración elevada de partículas de arena y limo. Estos horizontes no presentan en todas o en su mayor parte la estructura original de la roca.

Horizontes B: Son los horizontes que se han formado por debajo de un horizonte A, E, u O. y se caracterizan por no presentar en todo o en la mayor parte del mismo la estructura original de la roca

Horizontes o capas C: Horizontes o capas, excluyendo la fuerte cementación y la roca dura, que están poco afectados por procesos pedogenéticos y carecen de las propiedades de los horizontes O, A, E o B. La mayoría son capas minerales. El material de las capas C puede ser o no el mismo material parental que presumiblemente ha dado origen al suelo. El horizonte C puede haber sido modificado aunque no presente evidencia de pedogénesis.

Los horizontes pueden estar influenciados por procesos pedogenéticos de importancia que caractericen todo el perfil. Estas influencias sobre los horizontes se señalan utilizando subíndices que completan el significado de la letra capital. Como se muestra a continuación.

a	Material orgánico altamente descompuesto.	k	Acumulación de carbonatos
b	Horizonte genético enterrado.	m	Cementación o endurecimiento
c	Concreciones o nódulos.	ma	Marga
co	Tierras coprógenas	n	Acumulación de sodio
d	Restricciones físicas al desarrollo radicular	o	Acumulación residual de sesquióxidos
di	Tierras de diatomeas	p	Laboreo u otras alteraciones
e	Materiales orgánicos con un grado de descomposición intermedio	q	Acumulación de sílice
f	Suelo congelado	r	Roca madre blanda o meteorizada
ff	Permafrost seco	s	Acumulación iluvial de sesquióxidos y materia orgánica
g	Fuerte gleización	ss	Presencia de caras de deslizamiento (slickensides)
h	Acumulación iluvial de materia orgánica	t	Acumulación de arcillas silicatadas
i	Material orgánico ligeramente descompuesto	v	Plintita
j	Acumulación de jarosita	w	Desarrollo de color o estructura
jj	Evidencia de cryoturbación	x	Carácter fragipán
		y	Acumulación de yeso
		z	Acumulación de sales más solubles que el yeso

CLASIFICACION DE SUELOS.

La clasificación a continuación según la taxonomía de suelos Soil Taxonomy, dada a conocer mediante la publicación The twelve soil orders. Disponible en <http://www.cals.uidaho.edu/soilorders/orders.htm> por la Universidad e Idaho.

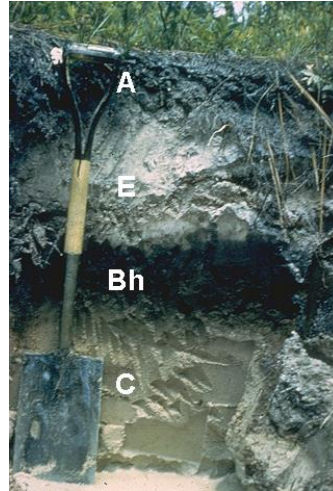
Gelisol: son suelos de climas muy fríos que contienen permafrost dentro de los 2 metros de la superficie. Estos suelos están limitados geográficamente a las regiones polares de altas latitudes y áreas localizadas en elevaciones altas de las montañas.



Histosol: son suelos que están compuestos principalmente de materiales orgánicos. Ellos contienen materia orgánica por lo menos 20 a 30% en peso y más de 40 cm de espesor. Las densidades son muy bajas, a menudo menos de $0,3 \text{ g cm}^3$. La mayoría Histosols se forman en entornos tales como los humedales donde el drenaje restringido inhibe la descomposición de los restos de plantas y animales, lo que permite que estos materiales orgánicos que se acumulan con el tiempo



Espodosoles: son suelos ácidos que se caracterizan por una acumulación subterránea de humus que forma complejo con Al y Fe. Estos suelos fotogénicos suelen formarse en el material parental de textura gruesa y tienen un horizonte E de color claro que se superpone a un espódico de color marrón rojizo.



Andisoles: son suelos que se han formado en la ceniza volcánica u otras eyecciones volcánicas. Se diferencian de los de otras órdenes en que por lo general están dominados por el vidrio y de rango-corto productos de la meteorización coloidales tales como alofana, imogolita y ferrihidrita



Oxisoles: están altamente degradados los suelos que se encuentran principalmente en las regiones intertropicales del mundo. Estos suelos contienen pocos minerales resistentes a la intemperie y son a menudo ricos en Fe y minerales de óxido Al



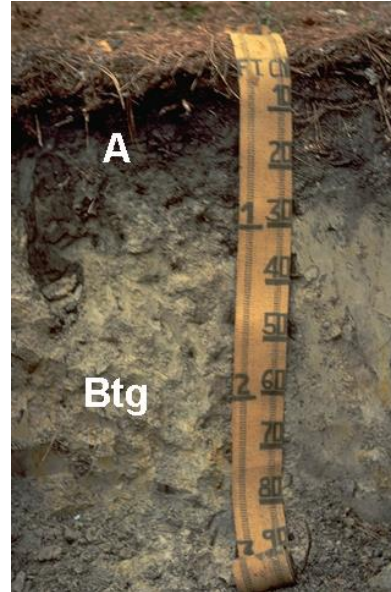
Vertisoles: son suelos ricos en arcilla que se encogen y se hinchan con los cambios en el contenido de humedad. Durante los períodos de sequía, el volumen de suelo se encoge, y forman grietas anchas profundas



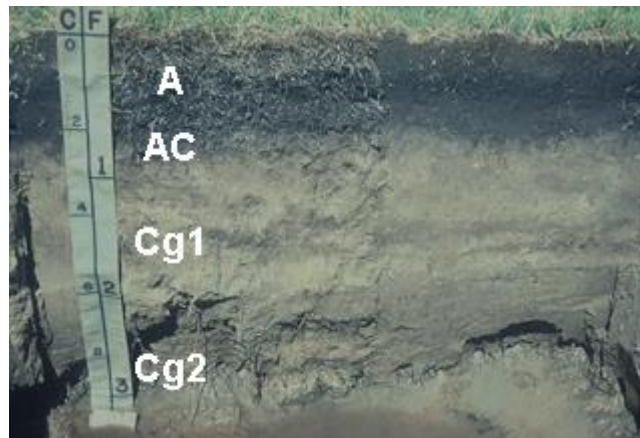
Ardisoles: son CaCO_3 que contienen los suelos de regiones áridas que presentan al menos algún subsuelo desarrollo horizonte. Se caracterizan por ser seco la mayor parte del año y la lixiviación limitado. Los Ardisoles contienen horizontes subsuperficiales en las que ha acumulado arcillas, carbonato de calcio, sílice, sales y/o yeso



Ultisoles: están fuertemente lixiviados, suelos forestales ácidos con relativamente baja fertilidad natural. Se encuentran principalmente en las zonas templadas y tropicales húmedas del mundo, por lo general en los más antiguos, paisajes estables. Se ha producido erosión intensa de minerales primarios, y mucho Ca, Mg y K ha sido lixiviado de estos suelo



Molisoles: son los suelos de los ecosistemas de pastizales. Se caracterizan po un horizonte espeso y de superficie oscura. Este horizonte superficial fértil, conocido como un epipedón mólico, los resultados de la incorporación a largo plazo de los materiales orgánicos derivados de raíces de las plantas



Alfosoles: son moderadamente lixiviados suelos que tienen relativamente alta fertilidad natural. Estos suelos se han formado principalmente por bosques y tienen un horizonte subsuperficial en el que las arcillas se han acumulado. Los Alfisoles se encuentran principalmente en las regiones húmedas y subhúmedas templadas del mundo



Inceptisoles: Son suelos que presentan un desarrollo mínimo de horizonte. Ellos están más desarrollados que Entisoles, pero aún carecen de los rasgos que son característicos de otros órdenes de suelo



Entisoles son suelos de origen reciente. El concepto central es suelos desarrollados en el material parental no consolidado por lo general no hay horizontes genéticos excepto un horizonte A. Son todos los suelos que no se ajustan a una de las otras 11 órdenes. Los Entisoles, por lo



tanto, se caracterizan por una gran diversidad, tanto en el entorno ambiental y uso de suelo. Muchos suelos Entisoles se encuentran en situaciones abruptas y rocosas. Sin embargo, los Entisoles de grandes valles y ríos y depósitos en tierra asociados proporcionan tierras de cultivo y hábitat para millones de personas en todo el mundo

REFERENCIAS

HUGUET, E (1983) Geo-edaforología: método universal de tipología de los suelos como base de su cartografía harmónica. Universidad de Barcelona. 300p. ISBN: 84-7528-102-8 Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=YDbRGSnAwm8C&pg=PA21&dq=que+es+edaforologia&hl=es&sa=X&ei=ddHjUtG3CYvksATeqoK4Bw&ved=0CDQQ6AEwAQ#v=onepage&q=que%20es%20edaforologia&f=false> Fechas de consulta: 25 de enero de 2014

NÚÑEZ, J. (2000) Fundamentos de Edafología. Editorial Universidad Estatal a Distancia (EUNED). ISBN: 9977-64-148-x. Costa Rica. Disponible en: <http://books.google.com.co/books?id=dpAchUt7xxoC&printsec=frontcover&dq=edaforologia&hl=es&sa=X&ei=qJThUouqBtPokAerqYBo&ved=0CDoQ6AEwAw#v=onepage&q=edaforologia&f=false>. Fecha de consulta: 24 de enero de 2014.

PORTA, J. et al 1999 Edafología para a la agricultura y el medio ambiente. Universidad Politécnica de Madrid y Universidad de Lleida. 849p. ISBN: 84-7114-784-X. Premio Nacional del libro Agrario-1994. España.

MCDANIEL, P. (?) The Twelve Soil Orders, Soil Taxonomy. College of Agricultural and Life Sciences. Soil and Land Resources Division. University of Idaho. Disponible en: <http://www.cals.uidaho.edu/soilorders/orders.htm> Fecha de consulta: 25 de enero de 2014

BLANQUER, G. et al (?) Horizontes Genéticos del Suelo. Departamento de Producción Vegetal, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en: <http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7779/horizontes%20GENETICOS.pdf?sequence=1>. Fecha de consulta: 25 de enero de 2014.

ANEXO H. MAPA DE AMBIENTE MORFOGENÉTICOS.

Mapa de Ambientes Morfogenéticos



Leyenda

- Denudacional
- Estructural
- Fluvial

1:100.000

0 2.500 5.000 7.500 10.000 Meters

ANEXO I. FOTOGRAFÍAS Y FORMATOS DE CAMPO POR ESTACIONES