



ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL  
ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 141

# CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO CAPÍTULO 3

3.2. Medio abiótico  
3.2.2. Geomorfología



---

**CONTENIDO**

	Pág.
3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA .....	1
3.2 Medio abiótico .....	1
3.2.2 Geomorfología .....	1
3.2.2.1 Morfogénesis y evolución del paisaje .....	1
3.2.2.1.1 Geoestructura .....	1
3.2.2.1.2 Ambiente Morfogenético .....	2
3.2.2.1.3 Paisaje, tipo de relieve y formas del terreno .....	4
3.2.2.2 Morfografía/Morfometría.....	47
3.2.2.2.1 Rugosidad del terreno .....	48
3.2.2.2.2 Inclinação de pendientes .....	50
3.2.2.2.3 Densidad de drenaje.....	54
3.2.2.2.4 Contraste del relieve o relieve relativo.....	55
3.2.2.2.5 Longitud de La Ladera .....	56
3.2.2.2.6 Patrón de Drenaje.....	58
3.2.2.3 Morfodinámica .....	63
3.2.2.3.1 Etapa de precampo.....	63
3.2.2.3.2 Etapa de campo.....	68
3.2.2.3.3 Etapa de poscampo .....	71
3.2.2.4 Susceptibilidad a la erosión y fenómenos de remoción en masa .....	87
3.2.2.4.1 Susceptibilidad a la erosión .....	87
3.2.2.4.2 Susceptibilidad a la generación de fenómenos de remoción en masa .....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.2.2-1	Distribución espacial para los ambientes morfogenéticos identificados en el área de influencia ..... 3
Tabla 3.2.2-2	Caracterización de la Geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje, tipo de relieve y formas del terreno inmersos en el área de influencia del "área de desarrollo Llanos 141" ..... 5
Tabla 3.2.2-3	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) ..... 8
Tabla 3.2.2-4	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) ..... 10
Tabla 3.2.2-5	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas (DLc) ..... 11
Tabla 3.2.2-6	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc) ..... 13
Tabla 3.2.2-7	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) ..... 15
Tabla 3.2.2-8	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) ..... 16
Tabla 3.2.2-9	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cuerpo – Bajo (PAcb) ..... 18
Tabla 3.2.2-10	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb) ..... 19
Tabla 3.2.2-11	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) ..... 20
Tabla 3.2.2-12	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) ..... 22
Tabla 3.2.2-13	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) ..... 24
Tabla 3.2.2-14	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) ..... 25
Tabla 3.2.2-15	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Valle (PVv) ..... 26
Tabla 3.2.2-16	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (PVv) ..... 28
Tabla 3.2.2-17	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) ..... 29
Tabla 3.2.2-18	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) ..... 31
Tabla 3.2.2-19	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPI) ..... 32
Tabla 3.2.2-20	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPI) ..... 34
Tabla 3.2.2-21	Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial ..... 35

Tabla 3.2.2-22	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (FVv).....	36
Tabla 3.2.2-23	Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento (VPn).....	37
Tabla 3.2.2-24	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento Valle (VPn) .....	39
Tabla 3.2.2-25	Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) .....	39
Tabla 3.2.2-26	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) .....	41
Tabla 3.2.2-27	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (VVv).....	43
Tabla 3.2.2-28	Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Cauce (VCa) .....	43
Tabla 3.2.2-29	Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cauce (Vca).....	45
Tabla 3.2.2-30	Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA).....	46
Tabla 3.2.2-31	Características morfométricas de las formas del terreno identificadas en el área de influencia .....	48
Tabla 3.2.2-32	Intervalos de pendiente que se presentan en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	50
Tabla 3.2.2-33	Relación Intervalos de pendiente vs formas del terreno que se identifican en el área de influencia .....	53
Tabla 3.2.2-34	Clasificación de la red de drenaje de las cuencas .....	54
Tabla 3.2.2-35	Índices del drenaje de las unidades hidrográficas identificadas en el área de influencia .....	54
Tabla 3.2.2-36	Índice de contraste del relieve o relieve relativo para el área de influencia .....	56
Tabla 3.2.2-37	Longitud de la ladera para el área de influencia .....	57
Tabla 3.2.2-38	Patrones de drenaje y sus materiales de origen .....	58
Tabla 3.2-39	Patrones de drenaje identificados dentro del área de influencia .....	60
Tabla 3.2.2-40	Información secundaria recopilada para la caracterización geomorfológica (procesos morfodinámicos) del área de influencia.....	63
Tabla 3.2.2-41	Inventario de procesos morfodinámicos en el área de influencia a partir de la información contenida en el servicio geológico colombiano - SGC (Información secundaria).....	65
Tabla 3.2.2-42	Especificaciones de la imagen utilizada en la fotointerpretación de los procesos morfodinámicos en el área de influencia .....	66
Tabla 3.2.2-43	Inventario de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia en la fase de fotointerpretación.....	67
Tabla 3.2.2-44	Verificación de algunos de los procesos morfodinámicos identificados en la etapa precampo e identificación de nuevos procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	69

Tabla 3.2.2-45	Resumen de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con la geometría .....	72
Tabla 3.2.2-46	Resumen de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con el tipo, nombre y geometría del proceso.....	72
Tabla 3.2.2-47	Inventario de algunos de los procesos morfodinámicos identificados en la etapa de campo en el área de influencia .....	73
Tabla 3.2.2-48	Compilación información secundaria .....	88
Tabla 3.2.2-49	Categorías de degradación de los suelos por erosión en el área de influencia (Información secundaria) .....	88
Tabla 3.2.2-50	Índices de erodabilidad .....	90
Tabla 3.2.2-51	Índice de erodabilidad de las unidades cartográficas de suelo del Área de influencia .....	90
Tabla 3.2.2-52	Índice de erodabilidad de las unidades cartográficas de suelo del Área de influencia .....	91
Tabla 3.2.2-53	Categorías y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables empleadas .....	95
Tabla 3.2.2-54	Intervalos para categorizar la Susceptibilidad del terreno (ST) ante fenómenos de remoción en masa .....	95
Tabla 3.2.2-55	Valores de susceptibilidad por Litología (SL) en el área de influencia .....	96
Tabla 3.2.2-56	Valores de susceptibilidad por geomorfología (SG) en el área de influencia .....	99
Tabla 3.2.2-57	Valores de susceptibilidad por Hidrogeología (SHG) en el área de influencia .....	101
Tabla 3.2.2-58	Valores de susceptibilidad por Cobertura de la Tierra (SC) .....	104
Tabla 3.2.2-59	Valores de susceptibilidad por Densidad de Drenajes (SD) en el área de influencia .....	106
Tabla 3.2.2-60	Ponderación de fallas según tipo (SF) .....	108
Tabla 3.2.2-61	Valores de susceptibilidad por Pendientes (SP) en el área de influencia .....	110
Tabla 3.2.2-62	Valores de susceptibilidad por Intensidad de Erosión (SE) en el área de influencia .....	111
Tabla 3.2.2-63	Susceptibilidad a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia donde se enmarca el proyecto.....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 3.2.2-1	Esquema de jerarquización geomorfológica propuesta para la caracterización del área de influencia del "Área de Desarrollo Llanos 141" .....	1
Figura 3.2.2-2	Geomorfoestructura donde se encuentra inmersa el área de influencia .....	2
Figura 3.2.2-3	Representación porcentual de los ambientes morfogenéticos identificados en el área de influencia .....	3
Figura 3.2.2-4	Ambientes morfogenéticos identificados en el área de influencia .....	4
Figura 3.2.2-5	Representación espacial de las formas del terreno identificadas en el área de influencia .....	6
Figura 3.2.2-6	Distribución en porcentaje (%) de las formas del terreno identificadas en el área de influencia .....	7
Figura 3.2.2-7	Distribución en porcentaje (%) de las formas del terreno identificadas en el área de desarrollo Llanos 141 .....	7
Figura 3.2.2-8	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) .....	9
Figura 3.2.2-9	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas (DLc) .....	12
Figura 3.2.2-10	Localización espacial de la estación de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa).....	15
Figura 3.2.2-11	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb).....	18
Figura 3.2.2-12	Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa).....	21
Figura 3.2.2-13	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas).....	24
Figura 3.2.2-14	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Valle (PVv) .....	27
Figura 3.2.2-15	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa).....	30
Figura 3.2.2-16	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano Llanura Inundable (FPI) .....	33
Figura 3.2.2-17	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial .....	35
Figura 3.2.2-18	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la Napa de Desbordamiento (VPn) .....	38
Figura 3.2.2-19	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Orillares e Islotes (VPO) .....	40
Figura 3.2.2-20	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Valle (VVv).....	42
Figura 3.2.2-21	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Cauce (VCa).....	44
Figura 3.2.2-22	Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Modelado Antrópico (MA).....	46
Figura 3.2.2-23	Índice de Rugosidad del terreno identificado en el área de influencia.....	49

Figura 3.2.2-24	Intervalos de pendiente identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	51
Figura 3.2.2-25	Relación del Intervalos de pendiente vs formas del terreno identificadas dentro del área de influencia .....	52
Figura 3.2.2-26	Representación espacial de la densidad del drenaje en el área de influencia .....	55
Figura 3.2.2-27	Contraste relativo y/o relieve relativo identificado en el área de influencia .....	56
Figura 3.2.2-28	Representación espacial de la longitud de la ladera dentro del área de influencia .....	57
Figura 3.2.2-29	Zonas representativas de los patrones del drenaje identificado en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	59
Figura 3.2.2-30	Localización de los movimientos en masa a partir de la información contenida en el POMCA del río Guatiquía (Información secundaria) .....	64
Figura 3.2.2-31	Localización espacial de los movimientos en masa en el sector aferente al área de influencia a partir de la información contenida en el servicio geológico colombiano - SGC.....	66
Figura 3.2.2-32	Fotointerpretación de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	68
Figura 3.2.2-33	Inventario de los procesos morfodinámicos en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	71
Figura 3.2.2-34	Resumen porcentual (%) de los tipos y geometría de procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia del Área de Desarrollo Llanos 141. ....	72
Figura 3.2.2-35	Procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con el tipo, nombre y geometría.....	73
Figura 3.2.2-36	Inventario de los procesos morfodinámicos en el área de influencia donde se enmarca el proyecto .....	83
Figura 3.2.2-37	Degradación de los suelos por erosión en el área de influencia (información secundaria) .....	89
Figura 3.2.2-38	Representación espacial de las áreas susceptibles a presentar procesos erosivos en el área de influencia .....	92
Figura 3.2.2-39	Comparación de los procesos de susceptibilidad a la erosión generados a partir de información secundaria tomada del IDEAM y la obtenida en el presente estudio .....	93
Figura 3.2.2-40	Susceptibilidad por litologías (SL) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	97
Figura 3.2.2-41	Mapa de susceptibilidad por litología (SL) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	98
Figura 3.2.2-42	Mapa de susceptibilidad por geomorfología (SG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	100
Figura 3.2.2-43	Mapa de susceptibilidad por geomorfología (SG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	101
Figura 3.2.2-44	Susceptibilidad por hidrogeología (SHG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	102
Figura 3.2.2-45	Mapa de susceptibilidad por hidrogeología (SHG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	103

Figura 3.2.2-46	Mapa de susceptibilidad por coberturas de la tierra (SC) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	105
Figura 3.2.2-47	Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra (SC) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	105
Figura 3.2.2-48	Susceptibilidad por densidad del drenaje (SH) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	106
Figura 3.2.2-49	Mapa de susceptibilidad por densidad del drenaje (SD) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	107
Figura 3.2.2-50	Susceptibilidad por densidad de fallas (SF) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	108
Figura 3.2.2-51	Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas (SF) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	109
Figura 3.2.2-52	Susceptibilidad por pendientes (SP) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	110
Figura 3.2.2-53	Mapa de susceptibilidad por pendientes (SP) a la generación de fenómenos de remoción en masa (por Pendientes -SP) en el área de influencia .....	111
Figura 3.2.2-54	Susceptibilidad por intensidad de erosión (SE) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	112
Figura 3.2.2-55	Mapa de susceptibilidad por Intensidad de Erosión (SE) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	112
Figura 3.2.2-56	Mapa de susceptibilidad del terreno a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia .....	115



### ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

		Pág.
Fotografía 3.2.2-1	Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-7	10
Fotografía 3.2.2-2	Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-25	11
Fotografía 3.2.2-3	Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc) tomada desde la Estación geomorfológica GEOM-6	13
Fotografía 3.2.2-4	Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc) tomada desde la Estación geomorfológica GEOM-19	14
Fotografía 3.2.2-5	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-8	16
Fotografía 3.2.2-6	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-9	17
Fotografía 3.2.2-7	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-22	17
Fotografía 3.2.2-8	Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PACb) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-10	19
Fotografía 3.2.2-9	Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PACb) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-11	20
Fotografía 3.2.2-10	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomado desde la estación geomorfológica GEOM-12	22
Fotografía 3.2.2-11	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-13	23
Fotografía 3.2.2-12	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-20	23
Fotografía 3.2.2-13	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-15	25
Fotografía 3.2.2-14	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-27	26
Fotografía 3.2.2-15	Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (PVv) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-1	28
Fotografía 3.2.2-16	Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (PVv) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-2	28
Fotografía 3.2.2-17	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-3	31
Fotografía 3.2.2-18	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-14	32
Fotografía 3.2.2-19	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-26	34
Fotografía 3.2.2-20	Panorámica de la forma del terreno denominada Plano Llanura Inundable (FPI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-29	34

Fotografía 3.2.2-21	Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-16	36
Fotografía 3.2.2-22	Panorámica de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento (VPn) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-17	39
Fotografía 3.2.2-23	Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-18	41
Fotografía 3.2.2-24	Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-30	41
Fotografía 3.2.2-25	Panorámica de la forma del terreno denominada Cauce (VCa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-31	45
Fotografía 3.2.2-26	Panorámica de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-24	47
Fotografía 3.2.2-27	Panorámica de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-32	47
Fotografía 3.2.2-28	Panorámica del Llano Mixto (MA) para la construcción de las vías de acceso	84
Fotografía 3.2.2-29	Detalle del proceso de erosión laminar de grado moderado a ligero	85
Fotografía 3.2.2-30	Detalle del proceso de erosión en surcos de grado moderado a ligero	85
Fotografía 3.2.2-31	Detalle del proceso de socavación lateral	86
Fotografía 3.2.2-32	Detalle del proceso de socavación lateral	86
Fotografía 3.2.2-33	Panorámica de un fenómeno de remoción en masa	87

### 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

#### 3.2 Medio abiótico

##### 3.2.2 Geomorfología

Como se mencionó en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1, la caracterización del componente geomorfológico tiene como objeto el estudio de las geoformas de la superficie terrestre, así como la descripción, evolución y entendimiento del comportamiento actual dentro de la interacción de los diferentes procesos de tipo endógeno y exógeno, para ello se utilizó la metodológica del sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfred Zink (1988), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC, 2007), con escala de detalle propuesto 1:10.000 (**Figura 3.2.2-1**), la cual incluye las categorías definidas en la Geodatabase. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016.

**Figura 3.2.2-1 Esquema de jerarquización geomorfológica propuesta para la caracterización del área de influencia del "Área de Desarrollo Llanos 141"**



*Fuente: (Sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfred Zinck (1988), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC)*

A continuación, se describe los resultados de la jerarquización geomorfológica propuesta para el área de influencia del "Área de Desarrollo Llanos 141" (**Figura 3.2.2-1**), desde el punto de vista del marco de la geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje, tipo de relieve, clase de roca, facies y formas del terreno.

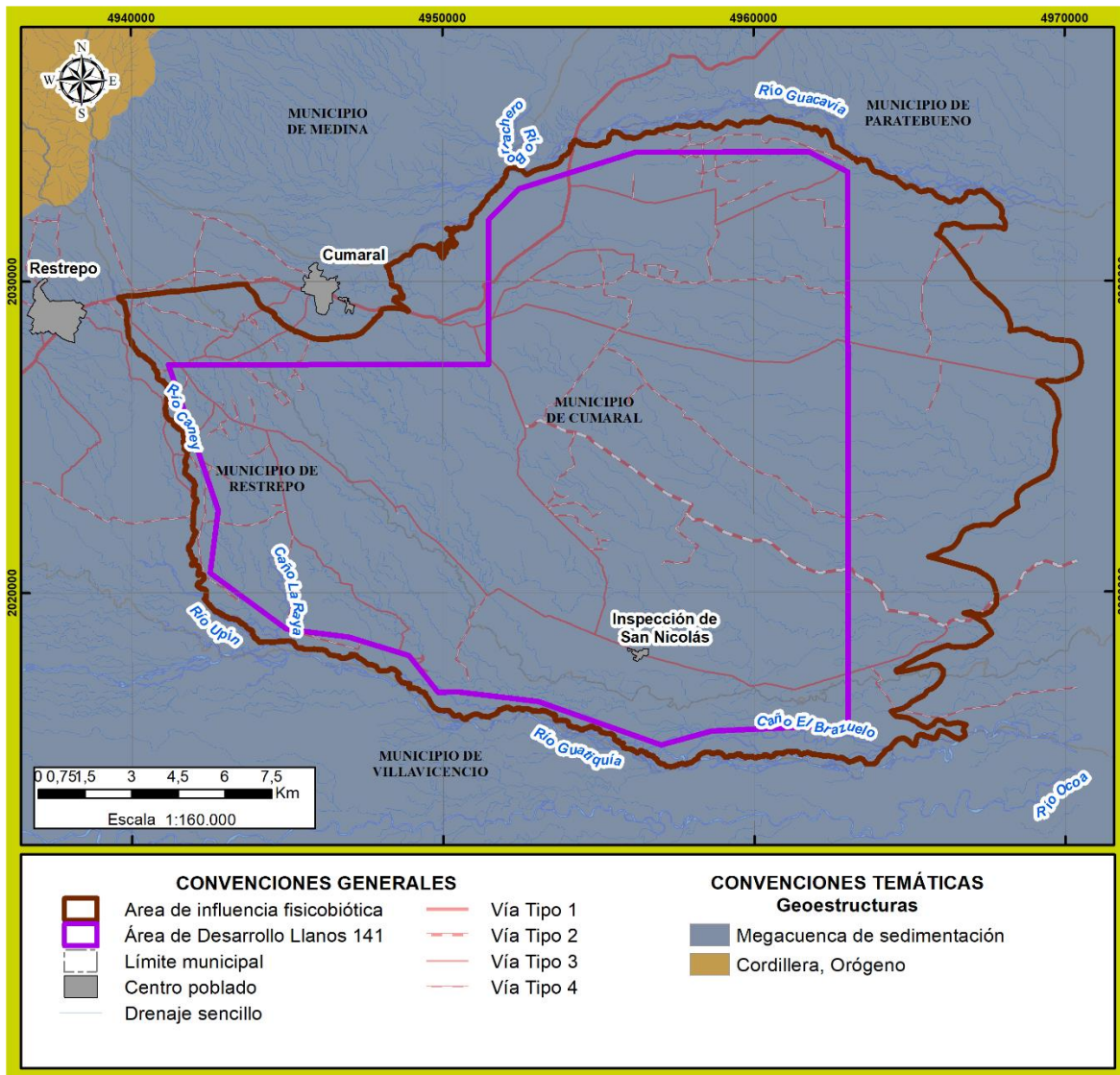
##### 3.2.2.1 Morfogénesis y evolución del paisaje

###### 3.2.2.1.1 Geoestructura

De acuerdo con la metodología del sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfred Zink (1988), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC, 2007), define la geoestructura como "una extensa porción continental caracterizada por su estructura geológica, incluyendo la naturaleza de las rocas (litología), su edad (estratigrafía) y sus deformaciones (tectónica). Estas macro unidades tienen relación con la tectónica de placas, Comprende tres (3) dominios: Cordillera, Escudo y Geosinclinal (o cuenca sedimentaria).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, el área de influencia donde se encuentra enmarcado el proyecto corresponde geo estructuralmente a una **Cuenca sedimentaria**, caracterizada por ser una cuenca de tipo antepaís, cuyo origen está relacionado con el desarrollo de la margen convergente occidental de Sur América y especialmente con el levantamiento de la Cordillera Oriental durante el Mioceno – Plioceno (**Figura 3.2.2-2**).

**Figura 3.2.2-2 Geomorfoestructura donde se encuentra inmersa el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)


### 3.2.2.1.2 Ambiente Morfogenético

El ambiente en mención se refiere a un tipo general de medio biofísico, originado y controlado por un estilo de geodinámica interna y/o externa, es decir por procesos de meteorización, erosión y remoción de materiales por agentes como el agua, el viento, el hielo y la gravedad. Comprende seis (6) ambientes: estructural, deposicional, erosional y/o denudativo, disolucional, residual y mixto.

En ese orden de ideas, el área de influencia donde se encuentra enmarcado el proyecto está ubicada dentro de cuatro (4) ambientes morfo genéticos denominados: el primero denominado **Denudacional (D)**, el segundo llamado **Mixto (M)**, el tercero mencionado como **Deposicional (F)** y finalmente, el cuarto ambiente asociado con el **Modelado Antrópico (A)**, tal y como se muestra en la **Tabla 3.2.2-1**.

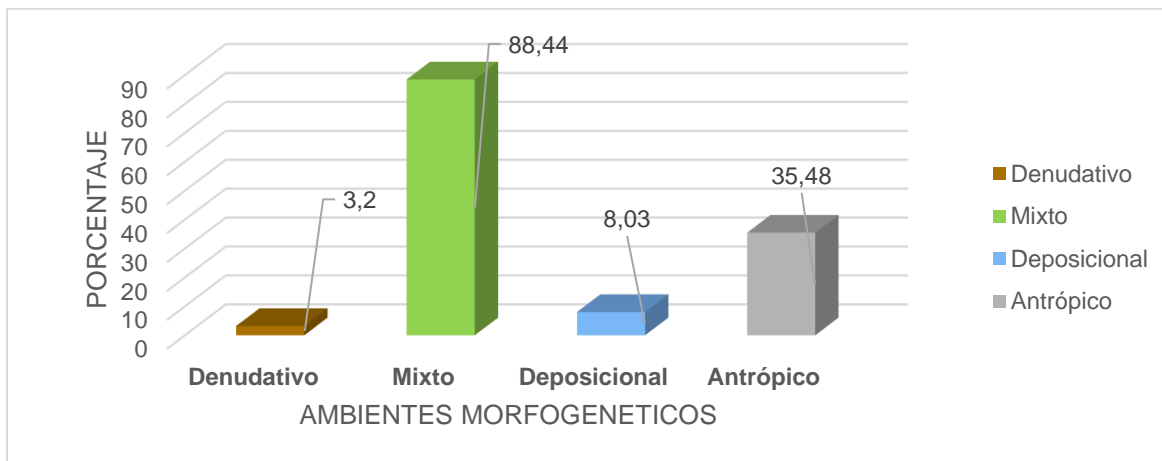
**Tabla 3.2.2-1 Distribución espacial para los ambientes morfo genéticos identificados en el área de influencia**

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	COLOR	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 141	
		ha	%	ha	%
Denudativo	Marrón	1372,18	3,20	555,93	1,92
Mixto	Verde	37911,12	88,44	27370,94	94,32
Deposicional	Azul	3440,54	8,03	965,48	3,33
Antrópico A)	Gris	140,62	0,33	125,61	0,43
<b>ÁREA TOTAL (ha)</b>		42864,46	100,00	29017,96	100,00

(\*)  Ambiente geomorfológico que predomina en el área de influencia  
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

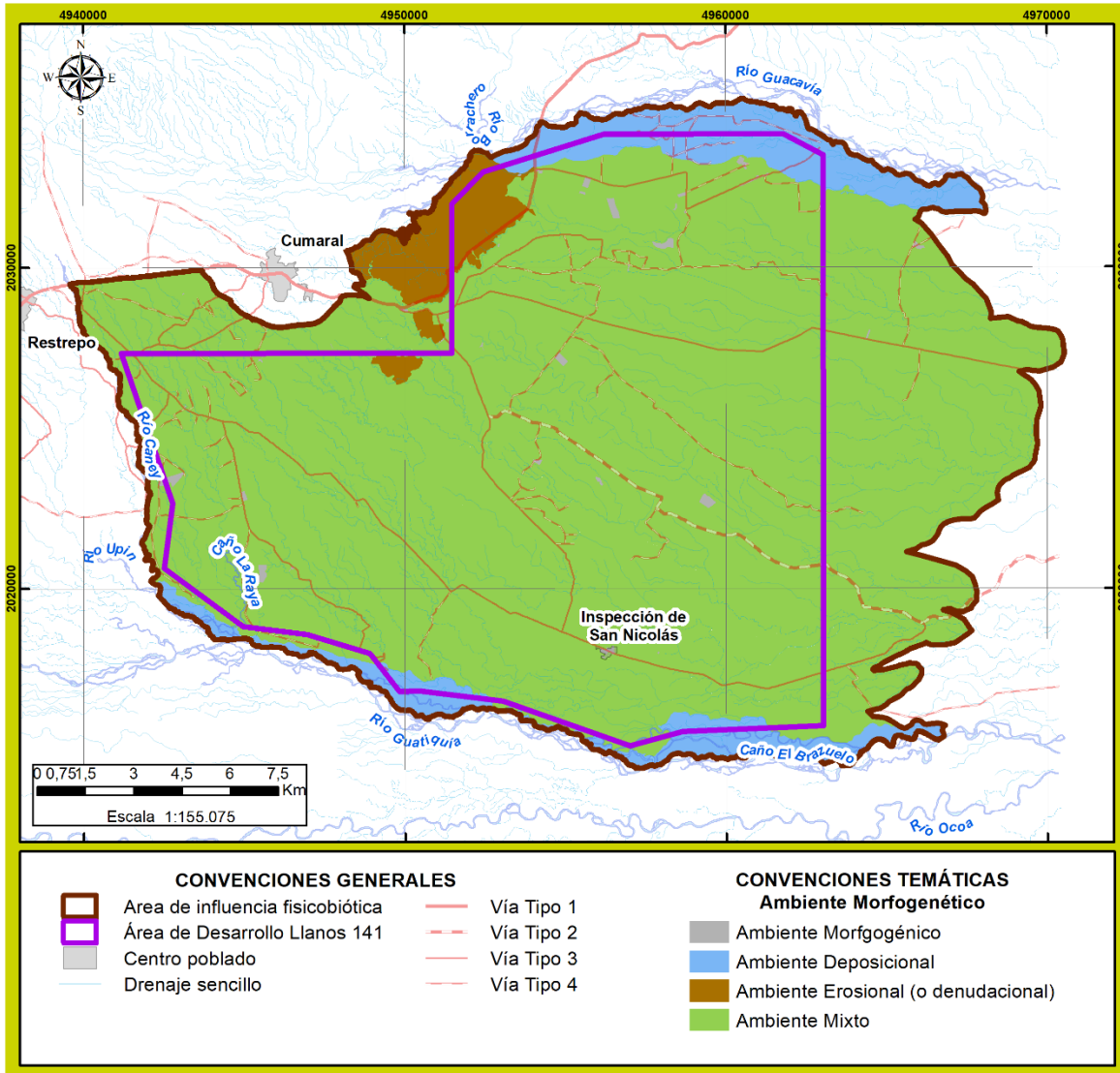
El **ambiente denudativo (D)** se localiza espacialmente en el costado norte del área de influencia, se caracteriza por presentar una morfología ondulada y por estar constituida por una intercalación de rocas duras y blandas de la Formación Guayabo (N2c), ocupando el 3,20% del área mencionada y el 1,92% del área de desarrollo Llanos 141. El **ambiente mixto (M)**, se localiza espacialmente a lo largo y ancho del área de influencia, se caracteriza por presentar una morfología ligeramente plana a moderadamente inclinada, con un leve basculamiento en sentido noroeste-sureste y por estar constituida por depósitos de moderada a baja consolidación del Cuaternario (Q), ocupando el 88,44% del área mencionada y el 94,32% del área de desarrollo Llanos 141. El **ambiente deposicional y/o fluvial (F)**, se localiza espacialmente en el costado nororiental, sur y occidental del área de influencia, está asociado con la dinámica activa de los principales corrientes que disectan la región, entre los que se encuentran el río Guacavía, Guatiquía y Caney, ocupando el 8,03% del área de influencia y el 3,33% del área de desarrollo Llanos 141. Finalmente, el **ambiente antrópico** está asociado con la infraestructura tanto puntual como lineal construida, ocupa el 0,33% del área del área de influencia y el 0,43% del área de desarrollo Llanos 141. En la **Figura 3.2.2-3 y Figura 3.2.2-4** se muestra la distribución espacial de los ambientes geomorfológicos identificados en el área antes mencionada.

**Figura 3.2.2-3 Representación porcentual de los ambientes morfo genéticos identificados en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 3.2.2-4 Ambientes morfogenéticos identificados en el área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.1.3 Paisaje, tipo de relieve y formas del terreno

Dentro de los ambientes geomorfológicos antes mencionados, se diferencian cinco (5) tipos de paisaje, nueve (9) tipos de relieve y 15 formas del terreno. En la **Tabla 3.2.2-2** y en la **Figura 3.2.2-5**, se presenta en detalle la distribución jerárquica del componente geomorfológico y la distribución espacial de los componentes y/o elementos geomorfológicos identificadas en el área de influencia del “área de desarrollo Llanos 141”. Asimismo, en **Anexo 12\_Cartografía/Mapa 05\_LLA\_Q\_GMF\_30052023\_01\_MAPA DE GEOMORFOLOGÍA** se presenta la representación espacial de las formas del terreno que hacen parte del área de influencia.

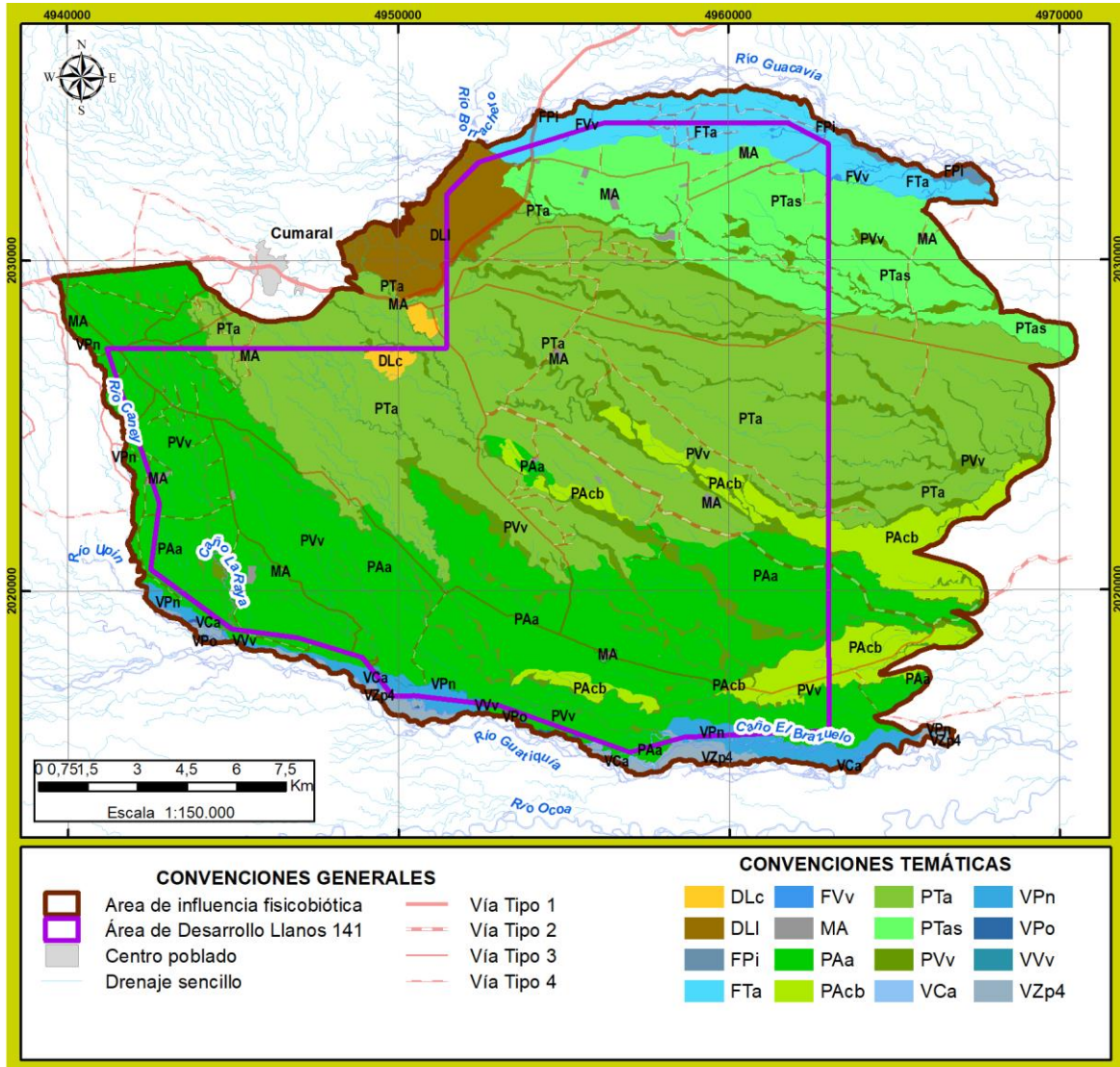
**Tabla 3.2.2-2 Caracterización de la Geoestructura, ambiente morfogenético, paisaje, tipo de relieve y formas del terreno inmersos en el área de influencia del “área de desarrollo Llanos 141”**

GEOESTRUCTURA	AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	FORMA DEL TERRENO	NOMENCLATURA	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 41		
						ha	%	ha	%	
Cuenca Sedimentaria	Mixto	Piedemonte	Colinas y Lomas	Cimas y Laderas	DLI	1221,80	2,85	466,19	1,61	
				Cimas	DLc	150,37	0,35	89,74	0,31	
	Abanico		Plano de Abanico	PAa	13089,16	30,54	10494,96	36,17		
			Complejo de Cuerpo - Bajos	PAcb	2359,14	5,50	1049,23	3,62		
	Terraza		Plano de Terraza de Acumulación	PTa	15081,88	35,19	10902,01	37,57		
			Plano de Terraza de Acumulación Subreciente	PTas	4394,60	10,25	2758,64	9,51		
	Vallecito		Valle	PVv	2986,34	6,97	2166,10	7,46		
	Deposicional y/o Fluvial		Planicie Aluvial	Terraza Agradacional	Plano de Terraza	FTa	1821,33	4,25	673,45	2,32
				Llanura Aluvial	Plano de Llanura Inundable	FPi	113,59	0,27	0,00	0,00
				Vallecito	Valle	FVv	59,93	0,14	12,75	0,04
		Valle	Plano de Desborde	Napa de desbordamiento		VPn	861,39	2,01	239,43	0,83
				Orillares e islotes		VPo	487,52	1,14	10,09	0,03
	Valle				VVv	23,96	0,06	17,76	0,06	
			Cauce		VCa	72,81	0,17	12,01	0,04	
	Modelado Antrópico					MA	140,62	0,33	125,61	0,43
<b>TOTALES</b>						42864,46	100,00	29017,96	100,00	

(\*) Forma del terreno que predomina en el área de influencia  
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En la **Tabla 3.2.2-2**, se observa que el componente geomorfológico que más predomina en el área de influencia es el Plano de Terraza de Acumulación (PTa), con un 35,19%. Asimismo, la segunda geoforma que predomina es el Plano de Abanico (PAa), con un 30,54% y finalmente, la tercera geoforma más representativa en el área es la denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), con un 10,25%. Los componentes geomorfológicos enunciados se caracterizan por presentar una morfología plana, ligeramente basculada en sentido SE y con un sentido preferencial NW-SE en la dirección de la red del drenaje, característica morfogenética que genera localmente que la red del drenaje presente preferencialmente un patrón del drenaje paralelo a subparalelo (indicador que la pendiente del terreno predomina en la dirección de este).

**Figura 3.2.2-5** Representación espacial de las formas del terreno identificadas en el área de influencia

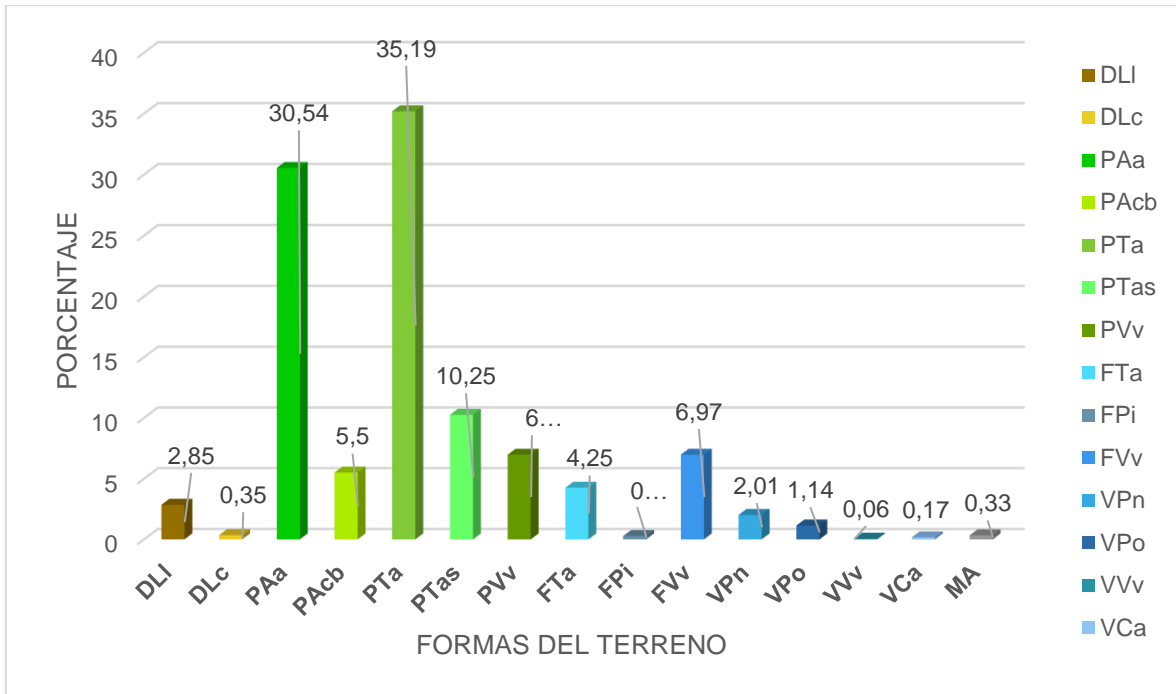


Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En la **Figura 3.2.2-6** y **Figura 3.2.2-7** se presenta el diagrama de barras donde se muestra en porcentaje (%), cuáles son las formas del terreno de mayor y menor relevancia en el área de influencia y en el polígono del área de desarrollo Llanos 141.

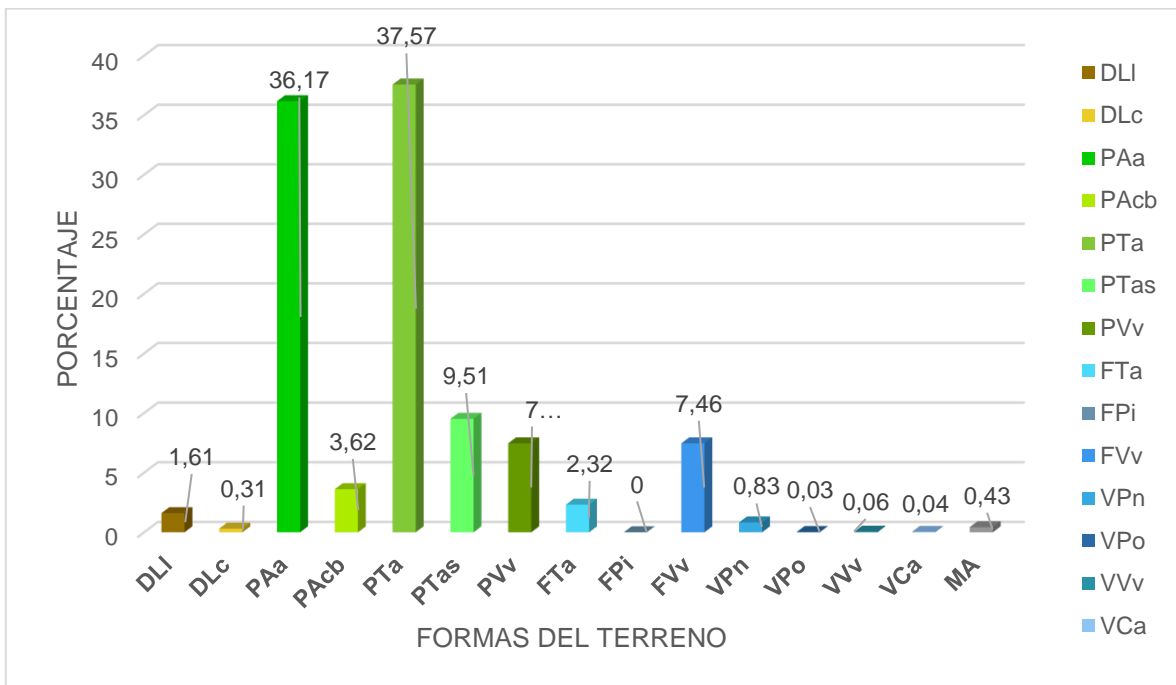


**Figura 3.2.2-6** Distribución en porcentaje (%) de las formas del terreno identificadas en el área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Figura 3.2.2-7** Distribución en porcentaje (%) de las formas del terreno identificadas en el área de desarrollo Llanos 141



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

A continuación, se presenta en detalle la descripción de cada uno de los ambientes, paisajes, tipos de relieve y formas del terreno que fueron identificados y mencionados en la **Tabla 3.2.2-2**.

➤ **Ambiente geomorfológico: Mixto (D)**

El ambiente mixto corresponde al medio biofísico donde las geoformas presentes son el resultado de la acción principal de los procesos de meteorización, erosión y remoción de detritos sedimentados, por agentes tales como: el agua, el viento y la gravedad; comprende el proceso de disección y erosión de los materiales de alteración y los detritos erosionados de los relieves altos que fueron acumulados en el piedemonte.

✓ **Paisaje: Piedemonte**

En el área de influencia corresponde a una superficie de morfología accidentada y de altura media, no confinada, que se caracteriza por la repetición de lomas y colinas, generalmente de formas alargadas y cimas dispuestas a diferentes alturas, separadas por una red de drenaje que varía de subdendrítico a subparalelo. Geológicamente se caracteriza por estar constituido por rocas duras y blandas de edad Neógeno (Formación Guayabo – N2c).

○ **Tipo de relieve: Colinas y Loma**

Corresponde a una serie de elevaciones naturales del terreno con respecto a su nivel de base local, de configuración alargada, cuyas laderas cortas a muy cortas. En las lomas las cimas son amplias y redondeadas, en tanto que en las colinas generalmente son estrechas y levemente convexas. Su origen está relacionado con la acción prolongada de los procesos denudacionales que actuaron sobre conjuntos montañosos de baja altura, que produjeron la erosión gradual y diferencial de su superficie, o sobre formaciones rocosas sedimentarias del Neógeno, levemente plegadas y levantadas. Períodos prolongados de estabilidad tectónica y climática favorecieron el desarrollo de los procesos denudativos (meteorización, erosión y remoción en masa) y la consecuente formación de los relieves de lomas.

❖ **Forma del terreno: Cimas y Laderas (DLI)**

Para la caracterización de las geoformas denominadas cimas y laderas, se tomó como referencia la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de las estaciones de control geomorfológico denominadas GEOM-7 y GEOM-25 (**Tabla 3.2.2-3** y **Figura 3.2.2-8**).

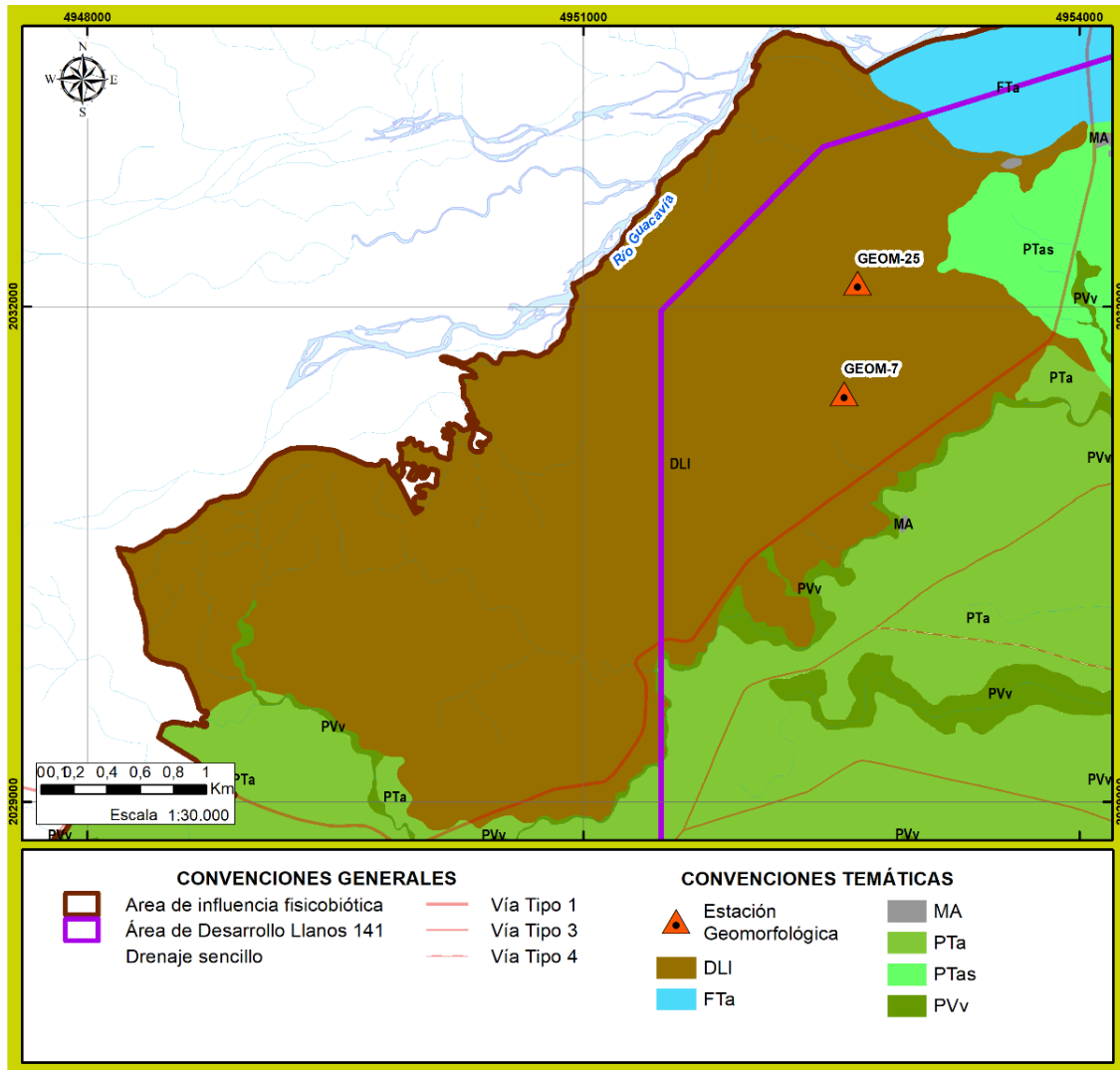
Asimismo, la descripción detallada de cada una de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3\_Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfológia**.

**Tabla 3.2.2-3 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-7	4952577,42	2031473,02	267
GEOM-25	4952658,86	2032142,32	398

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

Figura 3.2.2-8 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI)



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

A partir de la información que sirvió de base para la caracterización de las Cimas y Laderas (DLI), es posible mencionar que la forma del terreno se localiza espacialmente en el costado noroccidental del área de influencia y ocupa el 2,85% del área de esta. Corresponde a una geoforma compuesta, constituida por la asociación de laderas cortas a muy cortas y cimas redondeadas a estrechas. La geoforma tiene una configuración alargada a irregular y la superficie presenta forma compleja, con un perfil topográfico convexo en la parte más elevada (cima) y perfiles rectilíneo, cóncavo e irregular en los flancos inclinados que divergen a partir de las cimas (laderas, con un intervalo de pendiente que varía entre ligeramente escarpado (25 - 50%) a fuertemente inclinado (12-25%) y un patrón de drenaje de tipo subdendrítico (indicador del predominio de rocas duras y blandas que incide sobre la dirección de la red del drenaje) (Tabla 3.2.2-4).

Geológicamente, está asociada con las rocas de la Formación Guayabo (N2c), caracterizada por estar constituida por una intercalación de rocas duras y blandas (p.e. areniscas, lodolitas, arcillolitas, entre otras).

Asimismo, la geoforma en mención en cuanto al componente morfodinámico presenta una susceptibilidad moderada a la generación de movimientos en masa, baja a la generación de procesos erosivos de grado moderado a ligero y moderada especialmente en aquellas áreas donde la disminución de la cobertura de la vegetación (p.e. el bosque) ha favorecido la acción denudativa del agua lluvia (factor detonante). Asimismo, presenta una nula susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

**Tabla 3.2.2-4 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI)**

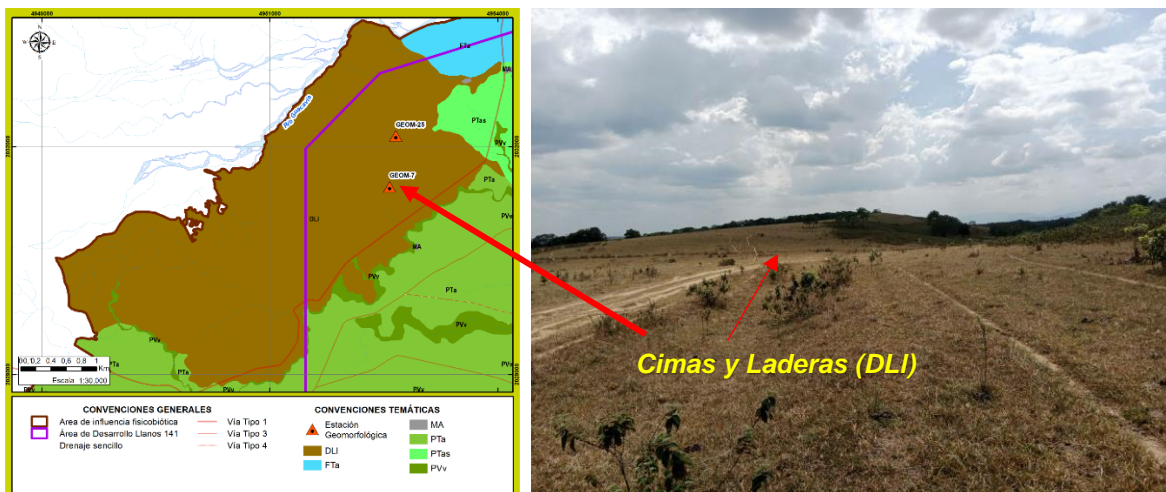
FORMA DEL TERRENO	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
<b>Cimas y laderas (DLI)</b>	Homogénea	Ligeramente escarpada (25 - 50%) a fuertemente inclinada (12-25%)	Bajo	Cortas a muy cortas	Subdendrítrico	Moderada	Susceptibilidad baja a moderada a presentar procesos de erosión, moderada a la generación de fenómenos de remoción en masa y una nula susceptibilidad a presentar eventos de inundación

N.A: No Aplica.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En la **Fotografía 3.2.2-1** y **Fotografía 3.2.2-2**, se presenta gráficamente las principales características de las cimas y laderas (DLI), tomada desde la estación geomorfológica GEOM-7 y GEOM-25.

**Fotografía 3.2.2-1 Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-7**



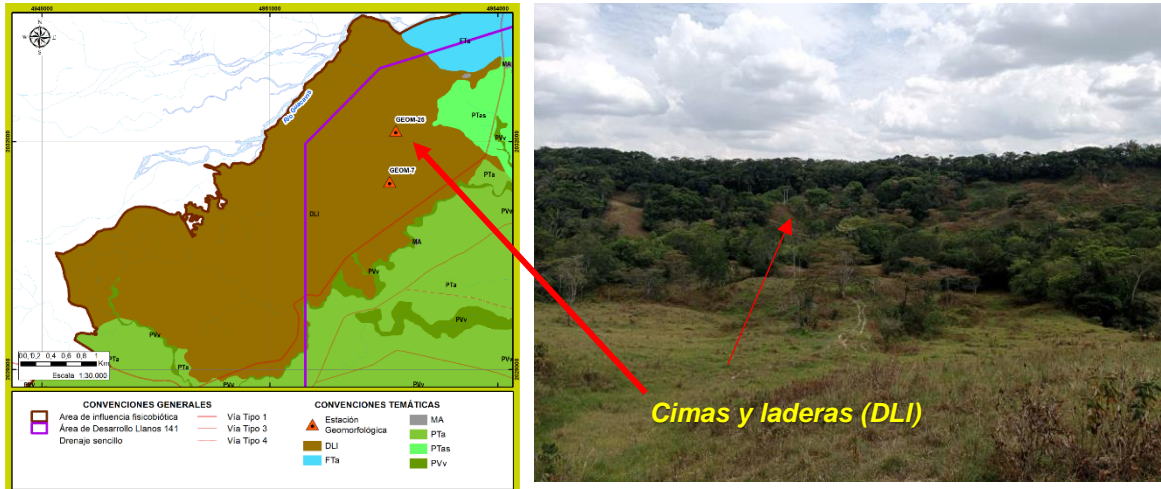
Fecha: 13-02-2023

Descripción: Panorámica desde la estación GEOM-7, donde se muestra la forma del terreno denominada Cimas y laderas (DLI), caracterizada por presentar una morfología sobresaliente con respecto al terreno circundante, cubierta por pastos limpios (PI) y arbolados (Pa) principalmente.

Coordenadas Origen Nacional E: 4952577,42 - N: 2031473,02

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-2 Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas y Laderas (DLI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-25**



Fecha: 13-02-2023

Descripción: Panorámica desde la estación GEOM-25, en donde se observa la forma del terreno de Cimas y laderas (DLI) caracterizada por presentar una morfología sobresaliente, con un intervalo de pendiente fuertemente inclinado (12-25%) a ligeramente escarpado (25-50%), con una forma de la ladera irregular y compleja, cubierta por pastos arbolados (PI) en la parte baja de la geoforma y bosque hacia la parte alta de la cima.

Coordenadas Origen Nacional E: 4952658,86 - N: 2032142,32

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

❖ Forma del terreno: Cimas (DLc)

Para la caracterización de las geoformas mencionada se tomó como referencia la información secundaria enunciada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de las estaciones de control geomorfológico denominadas GEOM-6 y GEOM-19 (Tabla 3.2.2-5 y Figura 3.2.2-9).

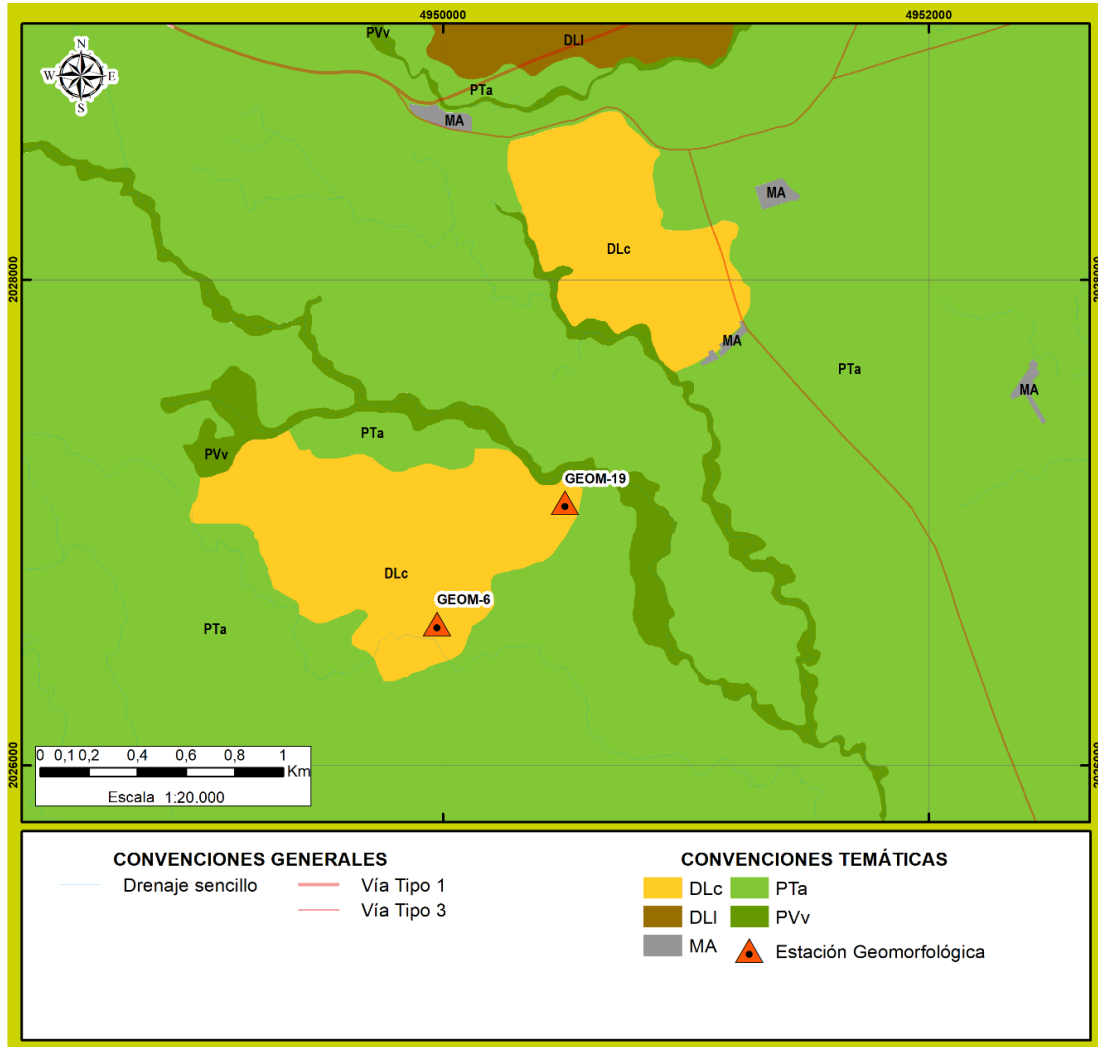
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-5 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas (DLc)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-6	4949975,15	2026583,74	241
GEOM-19	4950503,50	2027082,48	241

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-9 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cimas (DLc)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

A partir de la información antes mencionada, es posible mencionar que la forma del terreno denominada Cimas (DLc), se localiza espacialmente en el costado noroccidental del área de influencia y ocupa el 0,35% del área de esta. La geoforma en mención representada la superficie más elevada del tipo de relieve denominado colinas y lomas, se caracteriza por presentar una configuración redondeada, un intervalo de pendiente fuertemente inclinada, 12-25% (d), una superficie con un índice de rugosidad homogéneo, un relieve relativo bajo y una longitud de la ladera larga.

Geológicamente, está asociada con las rocas de la Formación Guayabo (N2c), caracterizada por estar constituido por una intercalación de rocas blandas y duras. Asimismo, la geoforma en mención presenta una susceptibilidad moderada a la generación de movimientos en masa y baja a moderada a presentar procesos erosivos de grado moderado a ligero (de tipo laminar y en surcos), especialmente en aquellas áreas donde la disminución de la cobertura del bosque ha favorecido la acción denudativa del agua lluvia (factor detonante). Asimismo, presenta una nula susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

En la **Tabla 3.2.2-6**, se presentan las principales características morfografías y morfométricas de la geoforma en mención.

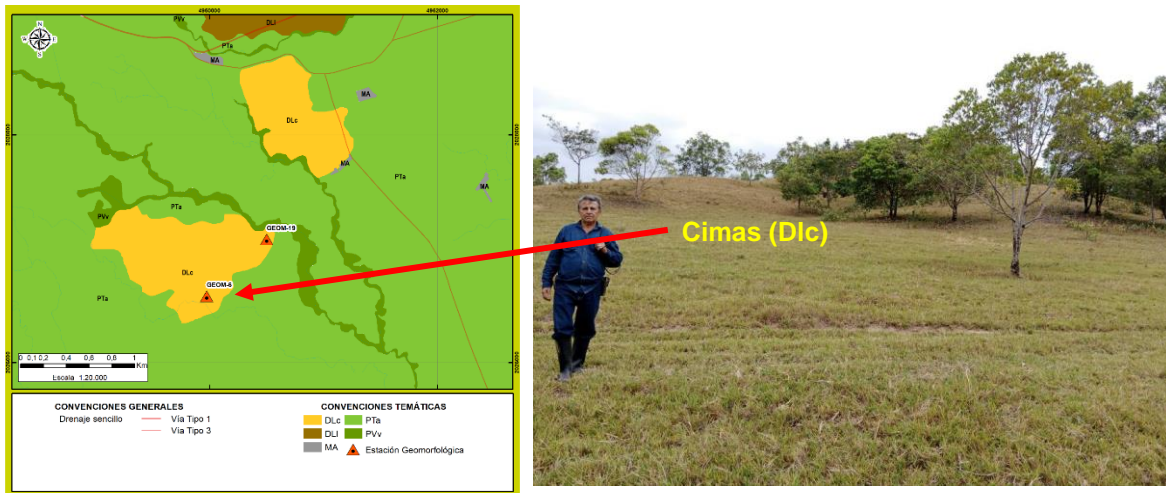
**Tabla 3.2.2-6 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc)**

FORMA DEL TERRENO	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	FORMA DE LAS CIMAS	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Cimas (DLc)	Homogénea	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Larga	Cóncavas y convexas	Moderado	Susceptibilidad baja a moderada a presentar procesos de erosión, moderada a la generación de fenómenos de remoción en masa y con una nula susceptibilidad a presentar eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Asimismo, en la **Fotografía 3.2.2-3** y **Fotografía 3.2.2-4** se observa una panorámica de la unidad en mención, tomada desde la estación geomorfológica GEOM-6 y GEOM-19.

**Fotografía 3.2.2-3 Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc) tomada desde la Estación geomorfológica GEOM-6**



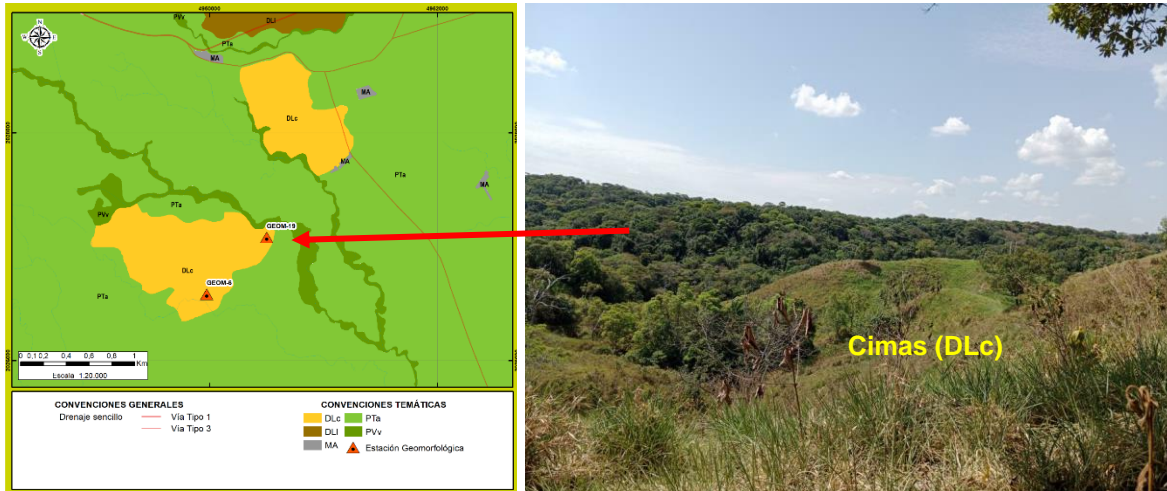
Fecha: 18-02-2023

Descripción: Panorámica de la geoforma denominada Cimas (DLc), la cual se caracteriza por presentar una morfología ondulada, de cimas redondeadas y un intervalo de pendiente fuertemente inclinada (12-25%).

Coordenadas Origen Nacional E: 4949975,15 - N: 2026583,74

Fuente. (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-4 Panorámica de la forma del terreno denominada Cimas (DLc) tomada desde la Estación geomorfológica GEOM-19**



Fecha: 18-02-2023

Descripción: Panorámica de la ladera geoforma denominada Cimas (DLc), esta se caracteriza por presentar una cima redondeadas y relativamente plana, cubiertas por pastos limpios y pastos arbolados, sin evidencia de procesos de inestabilidad y erosivos.

Coordenadas Origen Nacional E: 4950503,50 - N: 2027082,48

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### ➤ Ambiente geomorfológico: Depositacional

El ambiente morfogenético depositacional corresponde al medio biofísico donde las geoformas presentes son el resultado de la acción principal de los procesos de sedimentación de los materiales meteorizados y erosionados del lomerío y la montaña, que posteriormente fueron transportados por el agua y la gravedad hasta las áreas de sedimentación.

#### ✓ Paisaje: Piedemonte

##### ○ Tipo de relieve: Abanico

Su origen está relacionado con la sedimentación de las corrientes hídricas provenientes de la Cordillera Oriental (montaña y el piedemonte), que forman depósitos cuando salen de una zona estrecha de mayor gradiente y entran a espacios de mayor amplitud y menor pendiente. De esta manera se genera una pérdida de energía para transportar los sedimentos y son depositados de forma diferencial, siendo los materiales más gruesos los primeros en ser descargados por la corriente y los finos y livianos son llevados en suspensión hasta la zona distal del abanico aluvial.

##### ❖ Forma del terreno: Plano de Abanico (PAa)

Para la caracterización de la geoforma denominada Plano de Abanico (PAa), se tomó como referencia la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de las estaciones de control geomorfológico denominadas GEOM-5, GEOM-8, GEOM-9, GEOM-22 y GEOM-23 (Tabla 3.2.2-7 y Figura 3.2.2-10).

La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3-caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

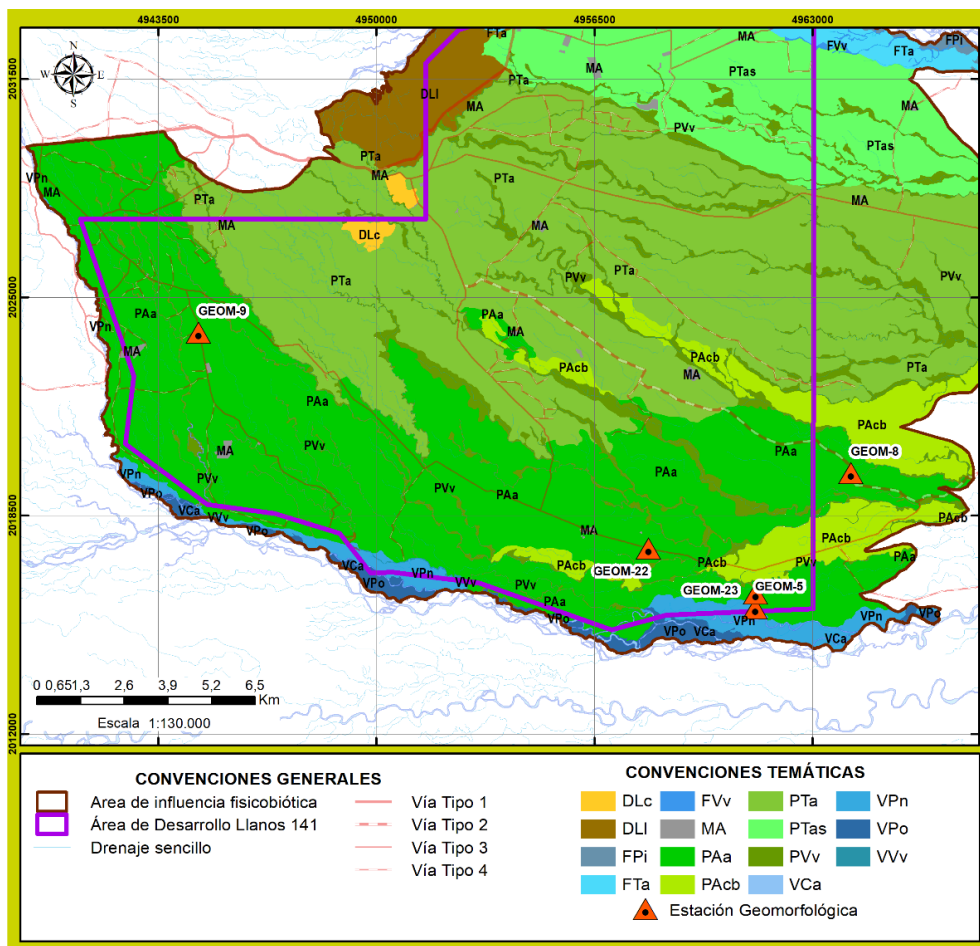


**Tabla 3.2.2-7 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-5	4961293,60	2015736,49	275
GEOM-8	4964145,86	2019764,52	267
GEOM-9	4944702,30	2023947,30	386
GEOM-22	4958104,63	2017520,67	295
GEOM-23	4961303,36	2016174,72	274

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-10 Localización espacial de la estación de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma en mención ocupa el 30,54% del área de influencia donde se enmarca el proyecto, corresponde a un depósito de materiales, cuya configuración a nivel regional es triangular, estrecha en su parte alta y de morfología empinada (por fuera del área de influencia), la cual se extiende ladera abajo en forma radial hasta presentar una configuración aplanada y extensa. Presenta principalmente un perfil rectilíneo en sentido longitudinal y convexo en sentido transversal y un patrón de drenaje de tipo subparalelo (indicador del dominio de la pendiente sobre la dirección de la red del drenaje).

El plano del abanico se caracteriza por presentar un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga, un intervalo de pendiente que varía desde a nivel, 0-1% (a) a moderadamente inclinada, 7-12% (c) en la parte distal (por fuera del área de influencia), con un grado moderado de disección debido a la gran estabilidad de los cauces que la disectan. La ausencia de divagación de los drenajes está relacionada con el mayor tiempo que han tenido para incisar profundamente el depósito y fijar el curso. Asimismo, la geoforma en mención presenta una moderada susceptibilidad a presentar procesos erosivos y baja a presentar fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación.

A nivel de cobertura de la tierra, se caracteriza por estar cubierta principalmente por Pastos limpios (Pl), Pastos arbolados (Pa) y Pastos enmalezados (Pe), entre otros.

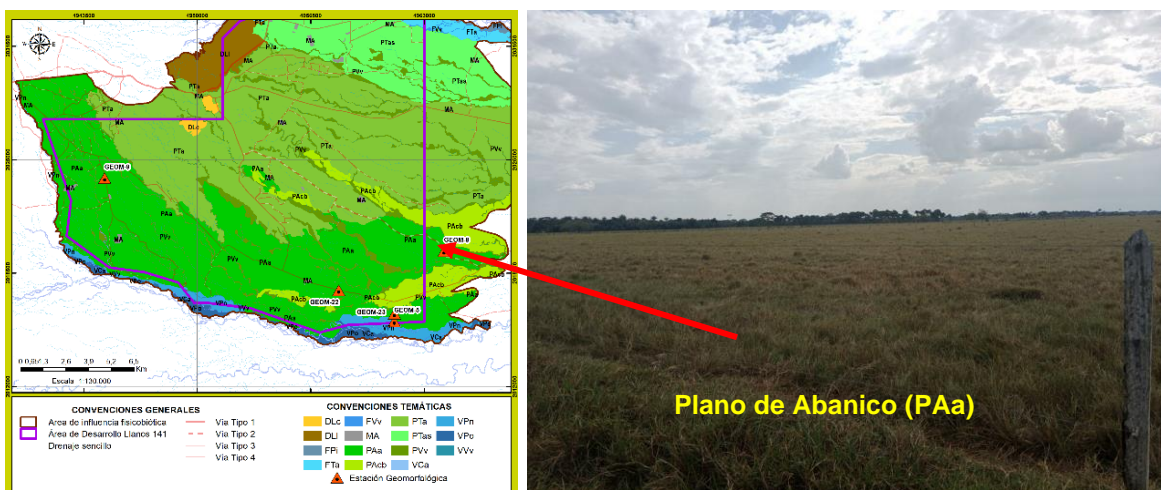
En la **Tabla 3.2.2-8**, **Fotografía 3.2.2-5**, **Fotografía 3.2.2-6** y **Fotografía 3.2.2-7** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del plano de abanico antiguo.

**Tabla 3.2.2-8 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Abanico	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a moderadamente inclinada, 7-12% (c)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo	Moderado a bajo	Moderada susceptibilidad a presentar procesos erosivos y baja a presentar de fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-5 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-8**



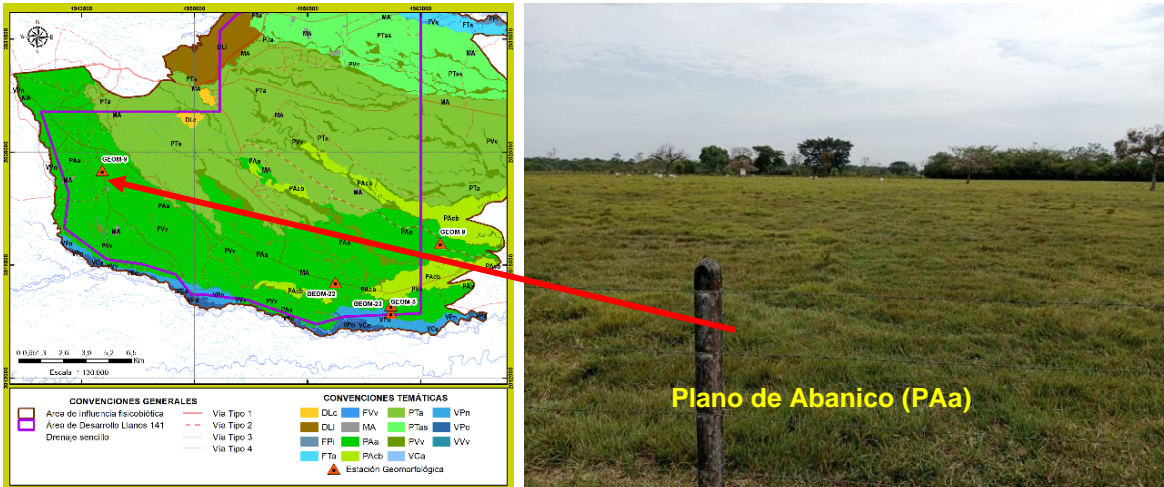
Fecha: 15-02-2023

Descripción: Panorámica del Abanico (PAa), caracterizado por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-15%), por estar cubierta principalmente por pastos limpios (Pl). En el costado, con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad y baja susceptibilidad a eventos de inundación.

Coordenadas Origen Nacional E: 4964145,86 - N: 2019764,52

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

**Fotografía 3.2.2-6 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-9**



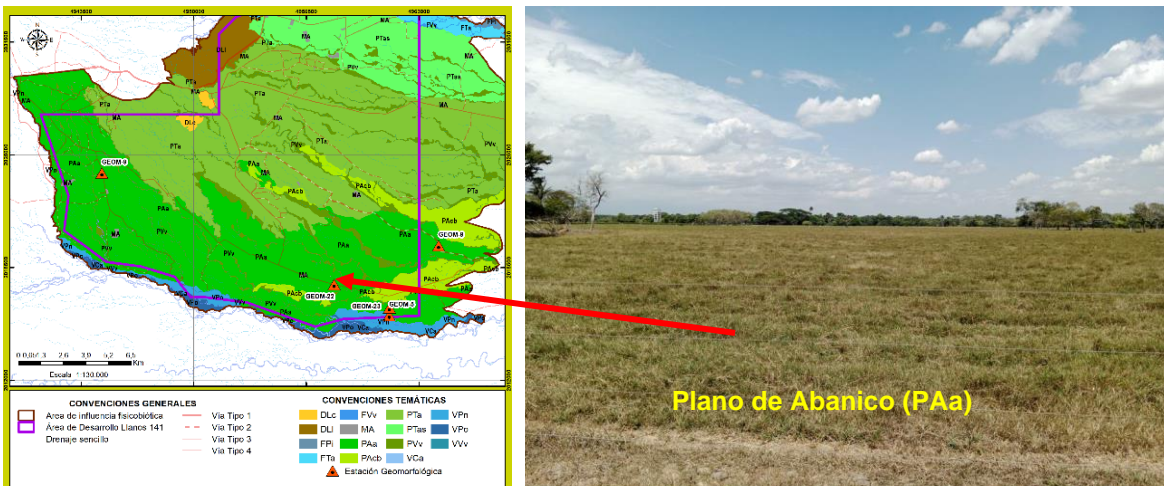
Fecha: 18-02-2023

Descripción: Panorámica del Abanico (PAa), caracterizado por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-15%), por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI). Con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad y baja susceptibilidad a eventos de inundación.

Coordenadas Origen Nacional E: 4944702,30 - N: 2023947,30

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

**Fotografía 3.2.2-7 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Abanico (PAa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-22**



Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica del Abanico (PAa), caracterizado por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) y por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI).

Coordenadas Origen Nacional E: 4958104,63 - N: 2017520,67

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

❖ Forma del terreno: Complejo de Cuerpo y Bajos (PAcb)

Para la caracterización de la geoforma denominada Complejo de Cuerpo y Bajos (PAcb), se tomó como referencia la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las

observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de las estaciones de control geomorfológico denominadas GEOM-10 y GEOM-11 (Tabla 3.2.2-9 y Figura 3.2.2-11).

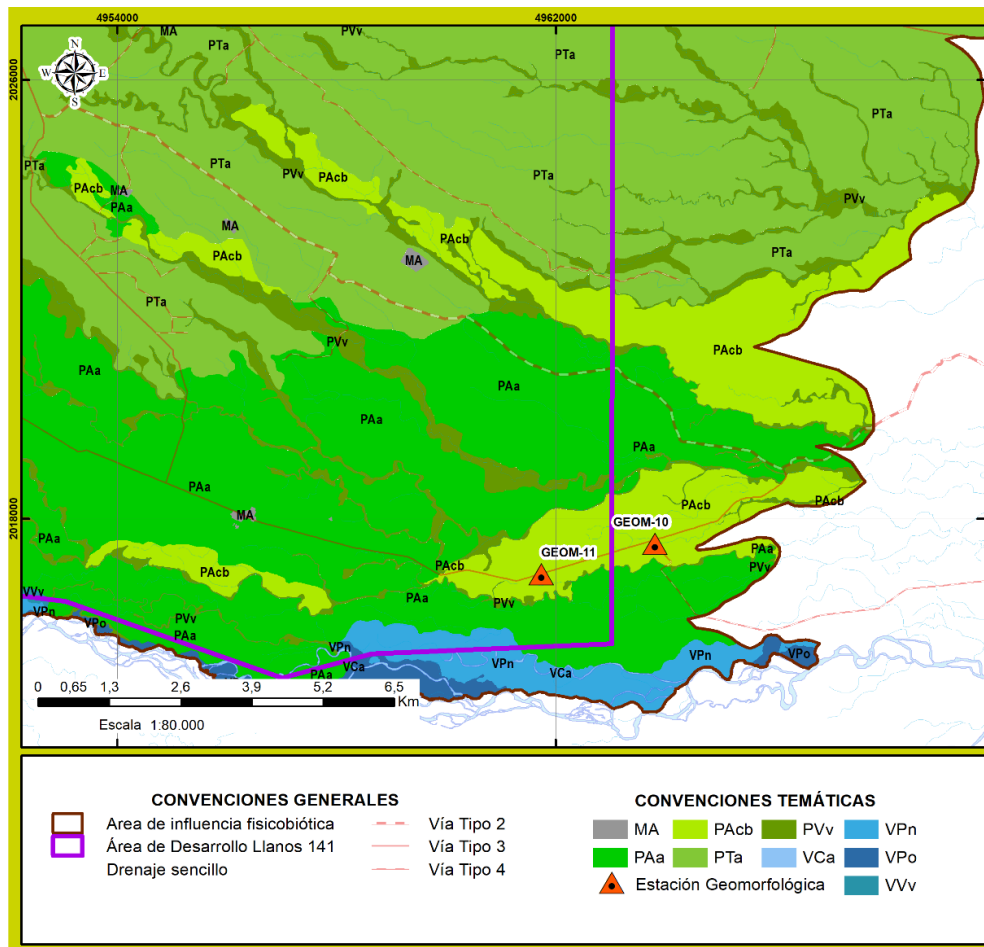
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3-caracterización\_ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-9 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Cuerpo – Bajo (PAcb)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-10	4963803,66	2017543,29	265
GEOM-11	4961730,21	2016985,24	271

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-11 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Ocupa el 5,50% del área de influencia donde se enmarca el proyecto, corresponde a un depósito de sedimentos superficiales finos a medios y en menor proporción fracción de gruesos, de morfología baja. Presenta un perfil rectilíneo – cóncavo, con un patrón de drenaje de tipo subparalelo (indicador del dominio de la pendiente sobre la dirección de la red del drenaje).

La geoforma en mención se caracteriza por presentar un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga, con un intervalo de pendiente que varía desde a nivel, 0-1% (a) a ligeramente inclinada, 7-12% (c), con un grado moderado a baja disección debido a la gran estabilidad de los cauces que la disectan. Asimismo, la geoforma presenta baja susceptibilidad ante los procesos erosivos de grado moderado a ligero y fenómenos de remoción en masa, y moderada a baja susceptibilidad a presentar eventos de encharcamientos.

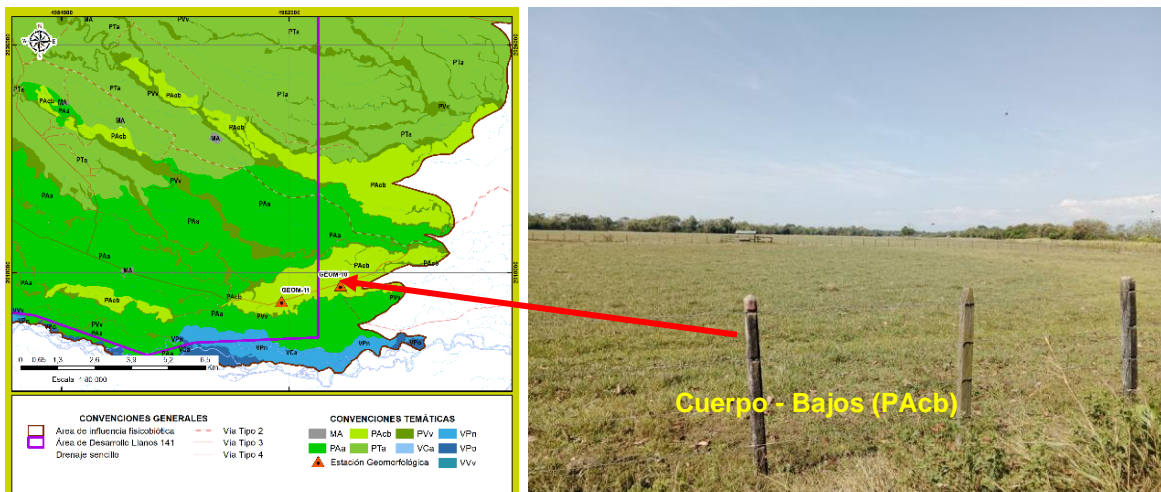
En la **Tabla 3.2.2-10**, **Fotografía 3.2.2-8** y **Fotografía 3.2.2-9** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas de la forma del terreno en mención.

**Tabla 3.2.2-10 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Cuerpo - Bajo	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a moderadamente inclinada, 7-12% (c)	Bajo	Extremadamente Larga	subparalelo	Moderado a bajo	Baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos y baja a moderada presentar eventos de encharcamiento y baja a presentar fenómenos de remoción en masa

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-8 Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-10**



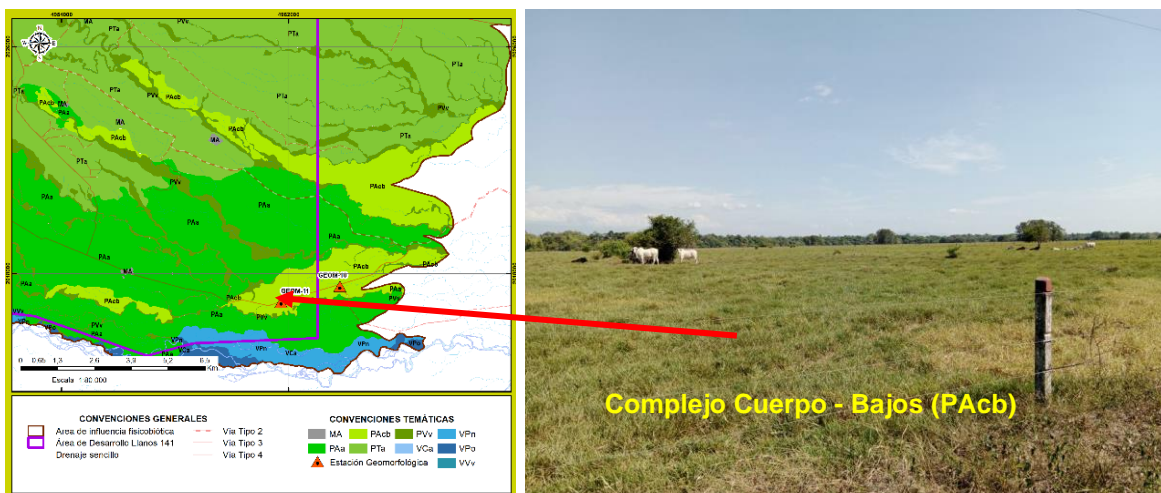
Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb), caracterizado por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-1%), por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI), con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad baja y afectado por encharcamientos.

Coordenadas Origen Nacional E: 4963803,66 - N: 2017543,29

Fuente. (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

**Fotografía 3.2.2-9 Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-11**



Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Complejo Cuerpo - Bajos (PAcb), caracterizado por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-1%), por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI), con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad baja y afectado por encharcamientos.

Coordenadas Origen Nacional E: 4961730,21 - N: 2016985,24

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

❖ Forma del terreno: Plano de Terraza de Acumulación (PTa)

Para la caracterización de la geoforma en mención (PTa), se tomó como referencia a nivel de información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de las estaciones de control geomorfológico denominadas GEOM-12, GEOM-13, GEOM-20 y GEOM-21 (Tabla 3.2.2-11 y Figura 3.2.2-12).

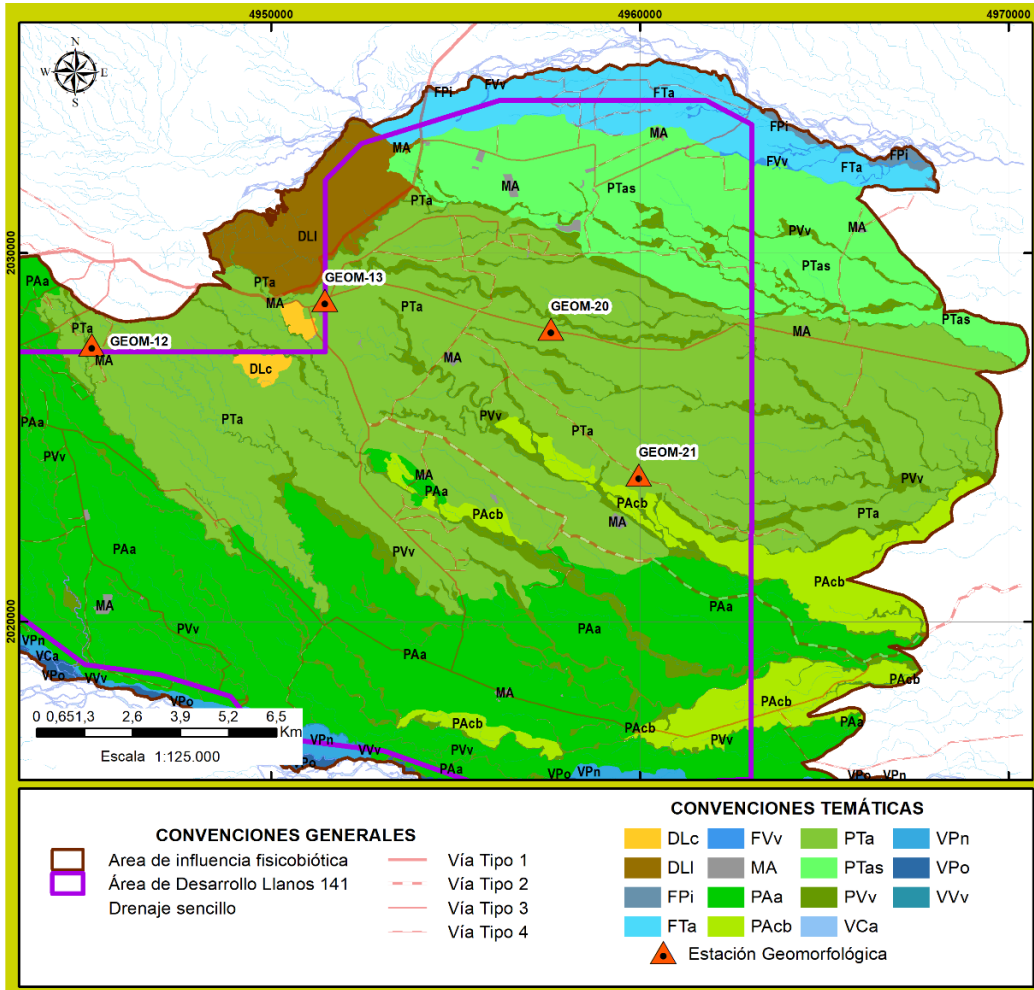
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3-caracterización\_ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-11 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-12	4945141,83	2027509,14	410
GEOM-13	4951462,50	2028721,87	376
GEOM-20	4957590,17	2027937,05	361
GEOM-21	4959966,48	2023979,95	341

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-12 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma en mención ocupa el 35,19% del área de influencia donde se enmarca el proyecto, corresponde a una superficie elongada y de morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a moderadamente inclinada (7-12%), modelada sobre sedimentos aluviales (finos que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados), limitada por escarpes de diferente altura (principalmente hacia el costado sur y nor-noreste). Su origen está relacionado con procesos de erosión y acumulación aluvial, dentro de antiguas llanuras de inundación. Su formación incluye fases de acumulación, incisión y erosión vertical.

El plano del abanico se caracteriza por presentar un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga, la cual es disectada por una red del drenaje que expone un patrón de drenaje de tipo subparalelo con dirección preferencial NW-SE (indicador del dominio de la pendiente sobre la dirección de la red del drenaje). Presenta una moderada susceptibilidad a presentar procesos erosivos de tipo laminar y en surcos, de grado moderado a ligero, una baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación (ya sea por eventos de encharcamiento y/o desborde). A nivel de cobertura de la tierra, se caracteriza por estar cubierta principalmente por Pastos limpios (PI), Pastos arbolados (Pa) y Pastos enmalezados (Pe), entre otros.

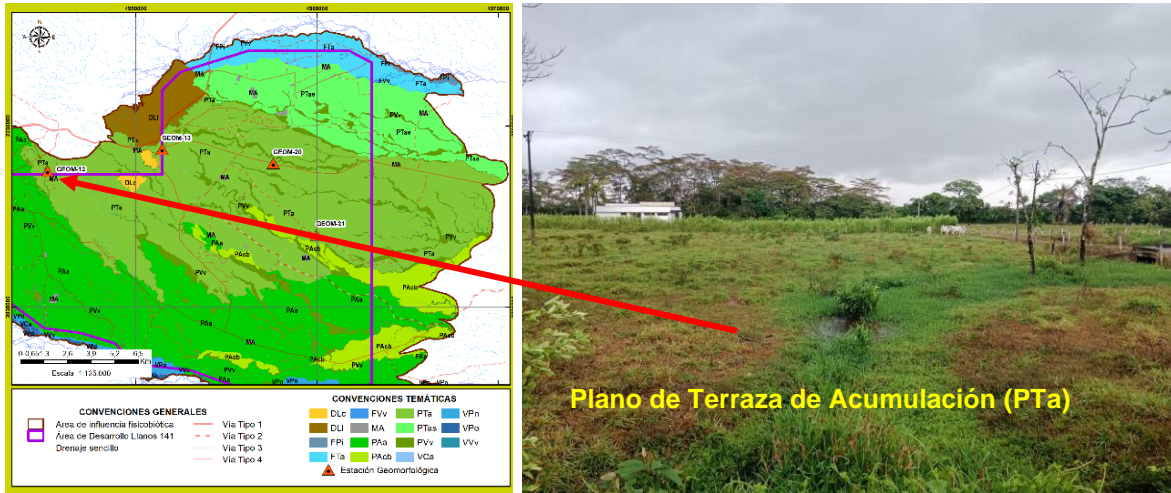
En la **Tabla 3.2.2-12**, **Fotografía 3.2.2-10**, **Fotografía 3.2.2-11** y **Fotografía 3.2.2-12** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Plano de Terraza de Acumulación.

**Tabla 3.2.2-12 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Terraza de Acumulación	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Extremadamente Larga	Subparalelo	Moderado a bajo	Baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-10 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomado desde la estación geomorfológica GEOM-12**



Fecha: 16-02-2023

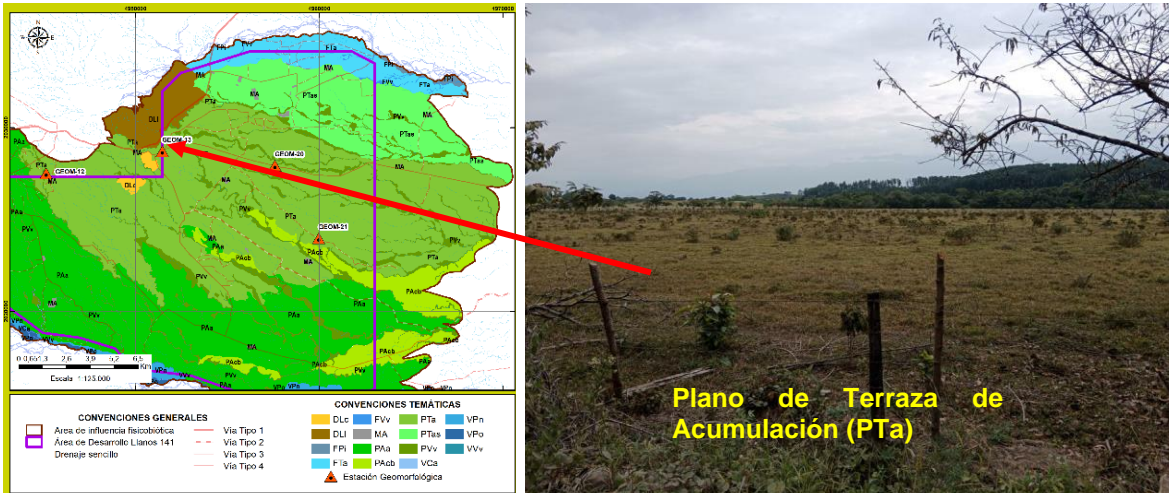
Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de terraza de Acumulación (PTa), caracterizado por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a moderadamente inclinada, 7-12%, por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI) y arbolados (Pa), con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad baja y afectado por encharcamientos localizados.

Coordenadas Origen Nacional E: 4945141,83 - N: 2027509,14

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).



**Fotografía 3.2.2-11 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-13**



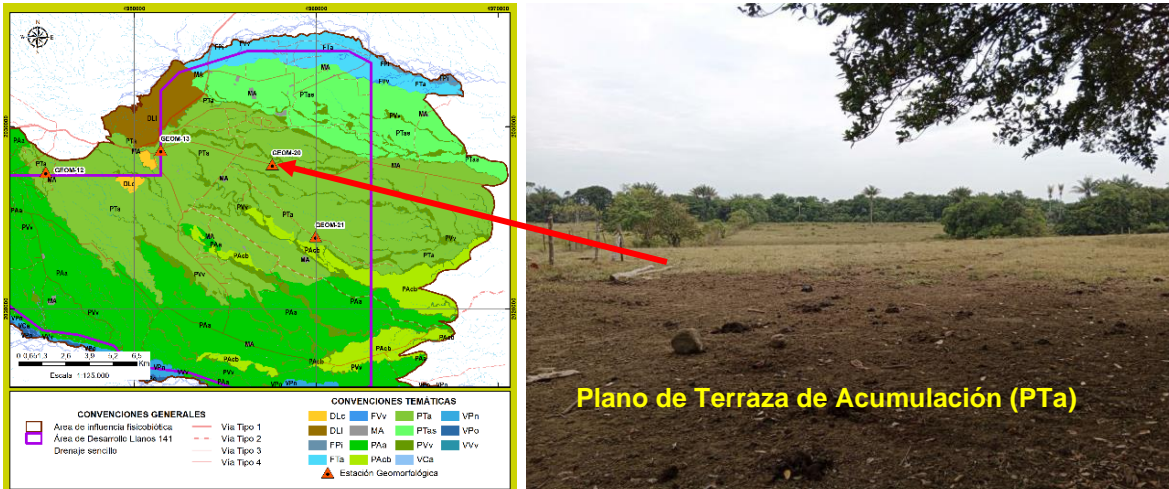
Fecha: 12-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de terraza de Acumulación (PTa), caracterizado por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a moderadamente inclinada, 7-12%, por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI), con la ausencia de procesos

Coordenadas Origen Nacional E: 4951462,50 - N: 2028721,8724

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

**Fotografía 3.2.2-12 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-20**



Fecha: 12-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de terraza de Acumulación (PTa), caracterizado por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a moderadamente inclinada, 7-12%, por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI) y pastos arbolados (Pa), con la presencia de procesos erosivos localizados de tipo laminar y la ausencia de fenómenos de inestabilidad.

Coordenadas Origen Nacional E: 4957590.17 - N: 2027937,05

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

❖ Forma del terreno: Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas)

Para la caracterización de la geoforma en mención (PTas), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-15 y GEOM-27 (Tabla 3.2.2-13 y Figura 3.2.2-13).

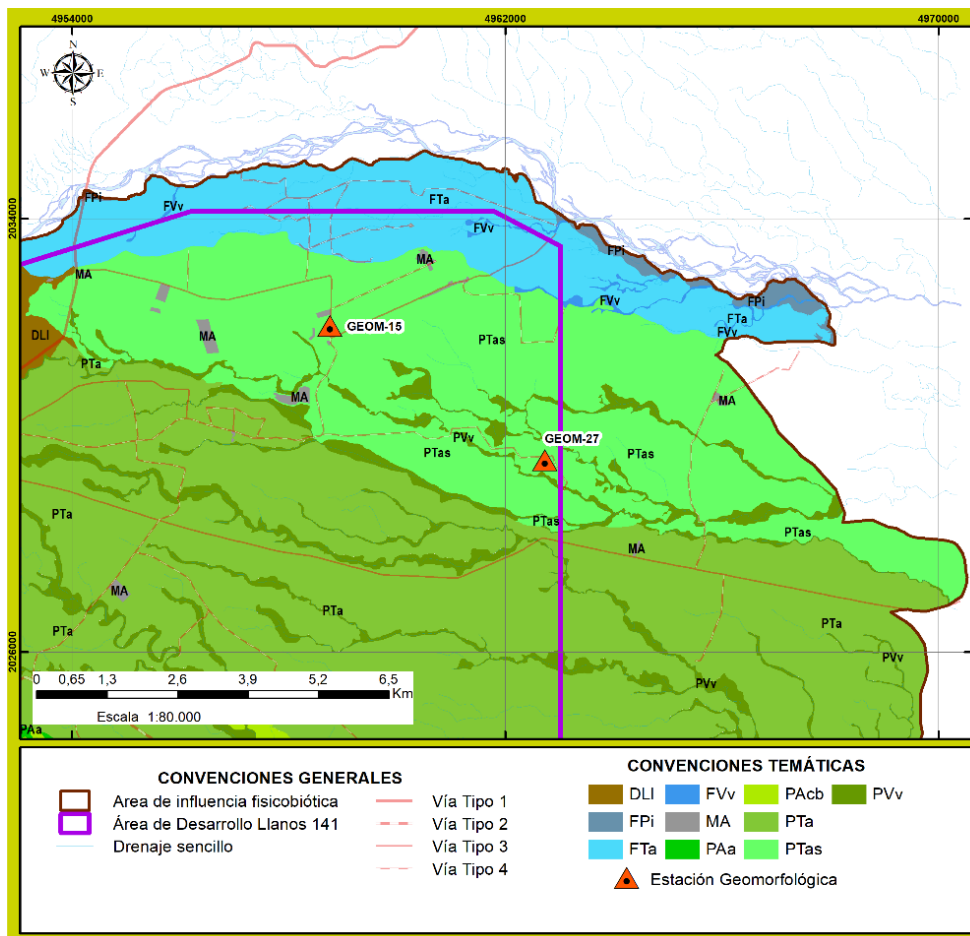
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3-caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-13 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-15	4958762,82	2032023,05	327
GEOM-27	4962730,29	2029542,92	302

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-13 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma en mención ocupa el 10,25% del área de influencia donde se enmarca el proyecto, corresponde a un remanente de una terraza, morfología baja a ondulada (con un intervalo de pendiente a nivel a moderadamente inclinada), disectada y modelada a partir de sedimentos aluviales mixtos, localmente basculada con una dirección preferencial NW-SE. Su origen está relacionado con la ampliación del valle de un río, al ganar importancia la erosión en sus márgenes.

El plano de terraza de acumulación se caracteriza por presentar un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga, la cual es disectada por una red del drenaje que expone un patrón de drenaje de tipo subparalelo con dirección preferencial NW-SE (indicador del dominio de la pendiente sobre la dirección de la red del drenaje). Presenta una moderada susceptibilidad a presentar procesos erosivos de tipo laminar y en surcos, de grado moderado a ligero, una baja susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación (ya sea por eventos de desborde y/o encharcamiento). A nivel de cobertura de la tierra, se caracteriza por estar cubierta principalmente por Pastos limpios (PI), Pastos arbolados (Pa) y Pastos enmalezados (Pe), entre otros.

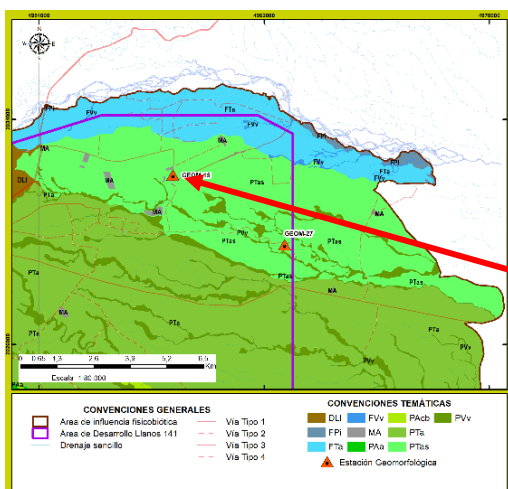
En la **Tabla 3.2.2-14**, **Fotografía 3.2.2-13** y **Fotografía 3.2.2-14** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Plano de Terraza de Acumulación Subreciente.

**Tabla 3.2.2-14 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Terraza de Acumulación Subreciente	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente inclinada, 7-12% (b)	Bajo	Extremadamente Larga	Subparalelo o	Moderado a bajo	Baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos, fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-13 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-15**



**Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas)**

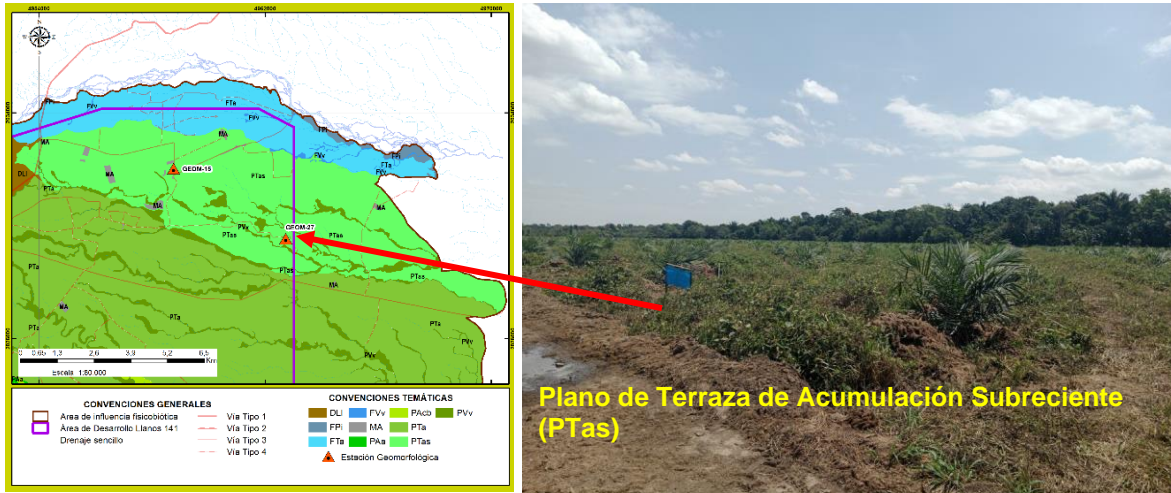
Fecha: 14-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de terraza de Acumulación Subreciente (PTas), caracterizado por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel a moderadamente inclinada, por estar cubierto principalmente por pastos limpios (PI), con la ausencia de procesos erosivos, de inestabilidad baja.

Coordenadas Origen Nacional E: 4958762,82 - N: 2032023,05

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

**Fotografía 3.2.2-14 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-27**



Fecha: 17-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), caracterizado por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente a nivel a moderadamente inclinada, por estar cubierto principalmente por un cultivo de palmas.

Coordenadas Origen Nacional E: 4962730,29 - N: 2029542,92

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023).

❖ Forma del terreno: Valle (PVv)

Para la caracterización de la geoforma denominada como Valle (PVv), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-1, GEOM-2 y GEOM-28 (Tabla 3.2.2-15 y Figura 3.2.2-14).

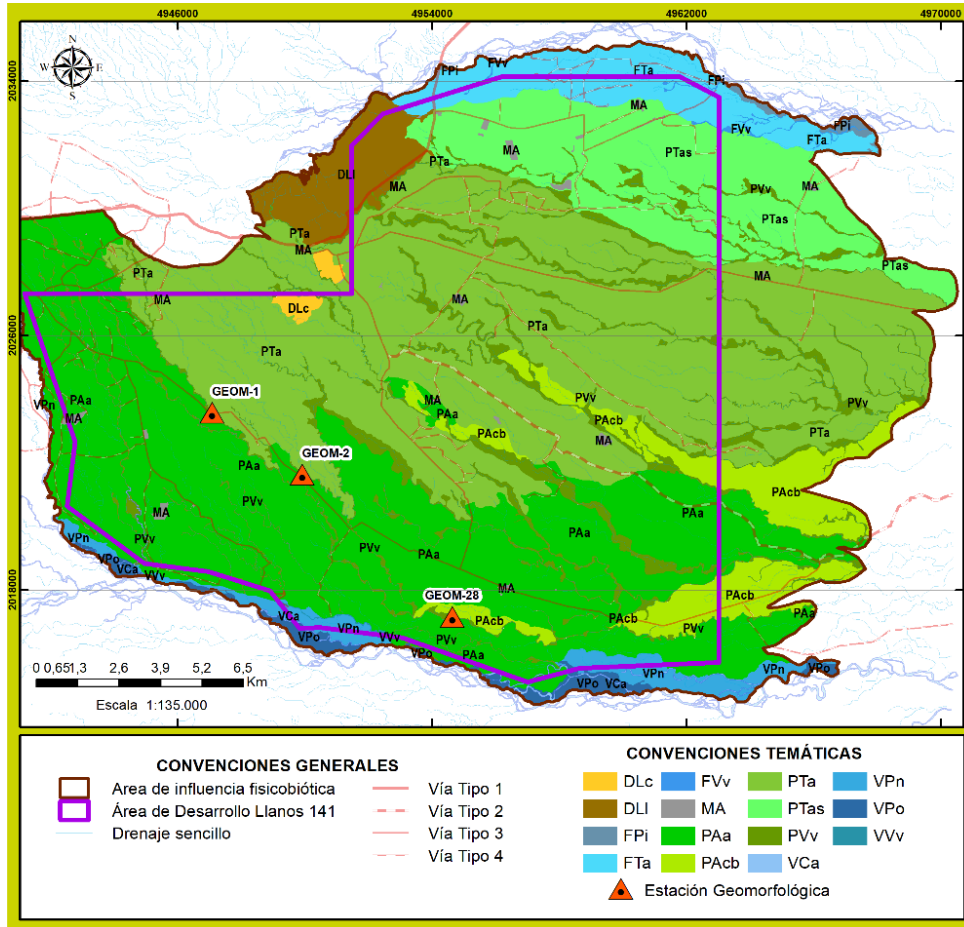
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3-caracterización\_ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-15 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Valle (PVv)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-1	4947080,96	2023567,48	371
GEOM-2	4949914,21	2021626,83	350
GEOM-28	4954643,25	2017146,97	299

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-14** Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Valle (PVv)



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma denominada como Valle (PVv) está ubicada espacialmente hacia el costado noroccidental y sureste del área de influencia y ocupa el 6,97% de esta. Se caracteriza por tener configuración alargada y continua, con una pendiente ligeramente inclinada (3-7%) asociada a su lecho y localmente cuasi vertical (no cartografiada por la escala del estudio), compuesta por materiales heterogéneos que van desde finos hasta gruesos, incluyendo gravilla, cantos y bloques, con bordes redondeados a subredondeados. Su origen está relacionado con la incisión y desplazamiento lateral realizada por las corrientes de agua sobre los depósitos aluviales parentales. Normalmente presenta una leve inclinación o basculamiento en el sentido NW-SE.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje subparalelo. La principal cobertura de la tierra que se observa en esta geoforma es el bosque de galería y ripario (Bgr).

El principal proceso morfodinámico presente en esta geoforma lo constituye la susceptibilidad moderada a presentar procesos erosivos (socavación vertical) y una alta susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

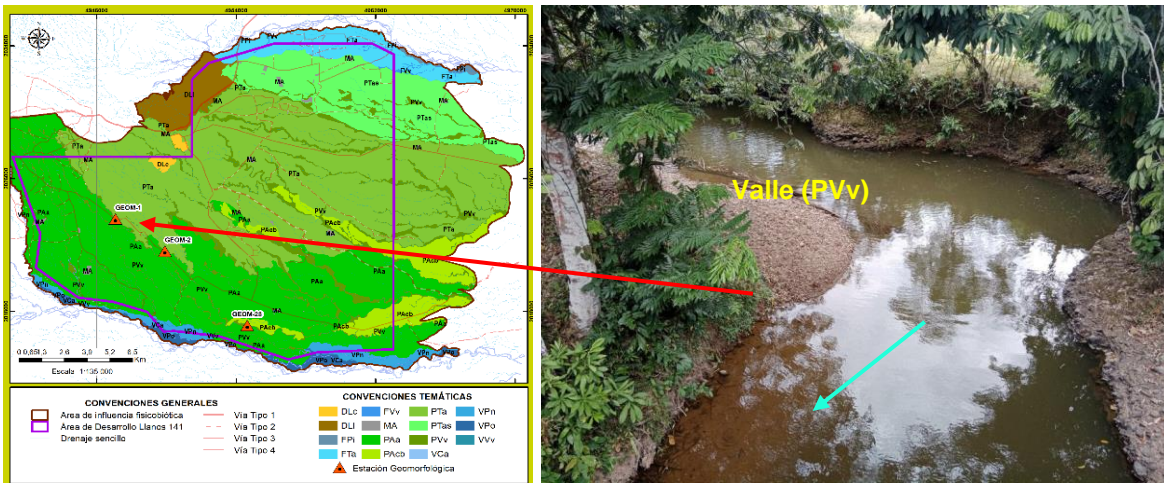
En la **Tabla 3.2.2-16**, **Fotografía 3.2.2-15** y **Fotografía 3.2.2-16** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Valle Aluvial.

Tabla 3.2.2-16 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (PVv)

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Valle	Homogénea		Bajo	Extremadamente Larga	Subparalelo	Moderada	Susceptibilidad moderada a presentar eventos de socavación vertical y alta a presentar eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Fotografía 3.2.2-15 Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (PVv) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-1



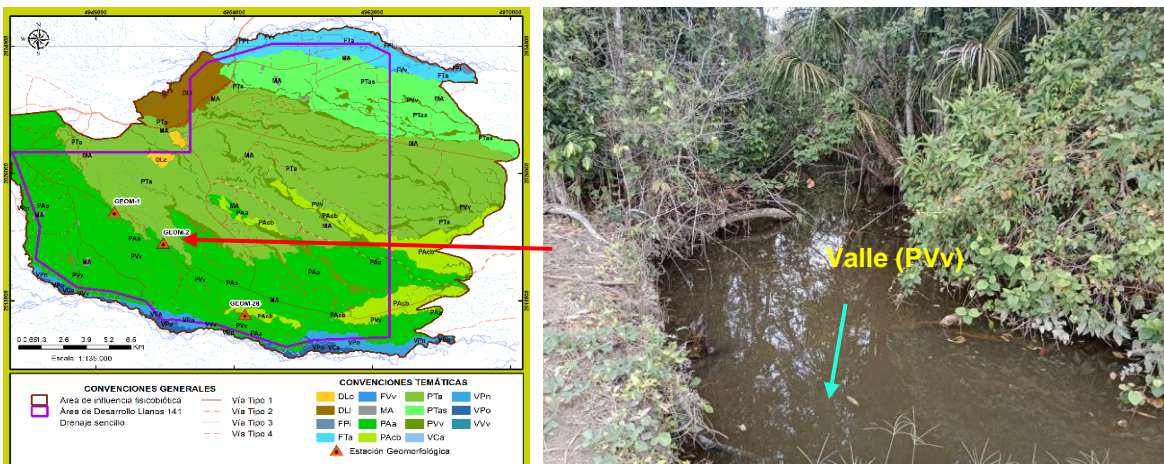
Fecha: 18-02-2023

Descripción: Panorámica del Valle Aluvial asociado al caño El Caibe, caracterizado por ser una geoforma alargada, de un ancho promedio de 5 m, márgenes cuasi verticales y cubierta Bosques de galería y ripario (Bgr).

Coordenadas Origen Nacional E: 4947080,96 - N: 2023567,48

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

Fotografía 3.2.2-16 Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (PVv) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-2



Fecha: 18-02-2023

Descripción: Panorámica del Valle Aluvial, asociado a la red del drenaje menor, geoforma alargada, de un ancho promedio de 6 m, márgenes cuasi verticales y con Bosques de galería y ripario (Bgr).

Coordenadas Origen Nacional E: 4949914,21 - N: 2021626,83

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

✓ **Paisaje: Planicie Aluvial**

En el área de influencia corresponde a una superficie extensa, relativamente plana, de posición baja y no confinada, conformada por sistemas aluviales complejos donde actúan varios ríos y en donde es frecuente la divagación de las corrientes. Su origen está relacionado con la depositación sobre cuencas sedimentarias de materiales principalmente aluviales.

○ **Tipo de relieve: Terraza Agradacional**

Corresponde a un tipo de relieve constituido por un depósito aluvial de perfil topográfico plano, localizado hacia los flancos de un cauce principal formando superficies llanas y elevadas, limitadas generalmente escarpes. Se caracteriza por tener una configuración alargada y continua, con una pendiente generalmente plana a ligeramente plana; generalmente presenta un grado de disección ligero y está compuesta por detritos heterométricos con tañamos que van desde finos hasta cantos, subredondeados a redondeados. Su origen está relacionado con la incisión realizada por las corrientes hídricas sobre los depósitos aluviales conformados previamente por un río principal, debido al descenso del nivel base local provocado por cambios en los factores tectónicos y climáticos.

❖ **Forma del terreno: Plano de Terraza (FTa)**

Para la caracterización de la geoforma denominada como Plano de Terraza (FTa), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-3, GEOM-4 y GEOM-14 (**Tabla 3.2.2-17 y Figura 3.2.2-15**).

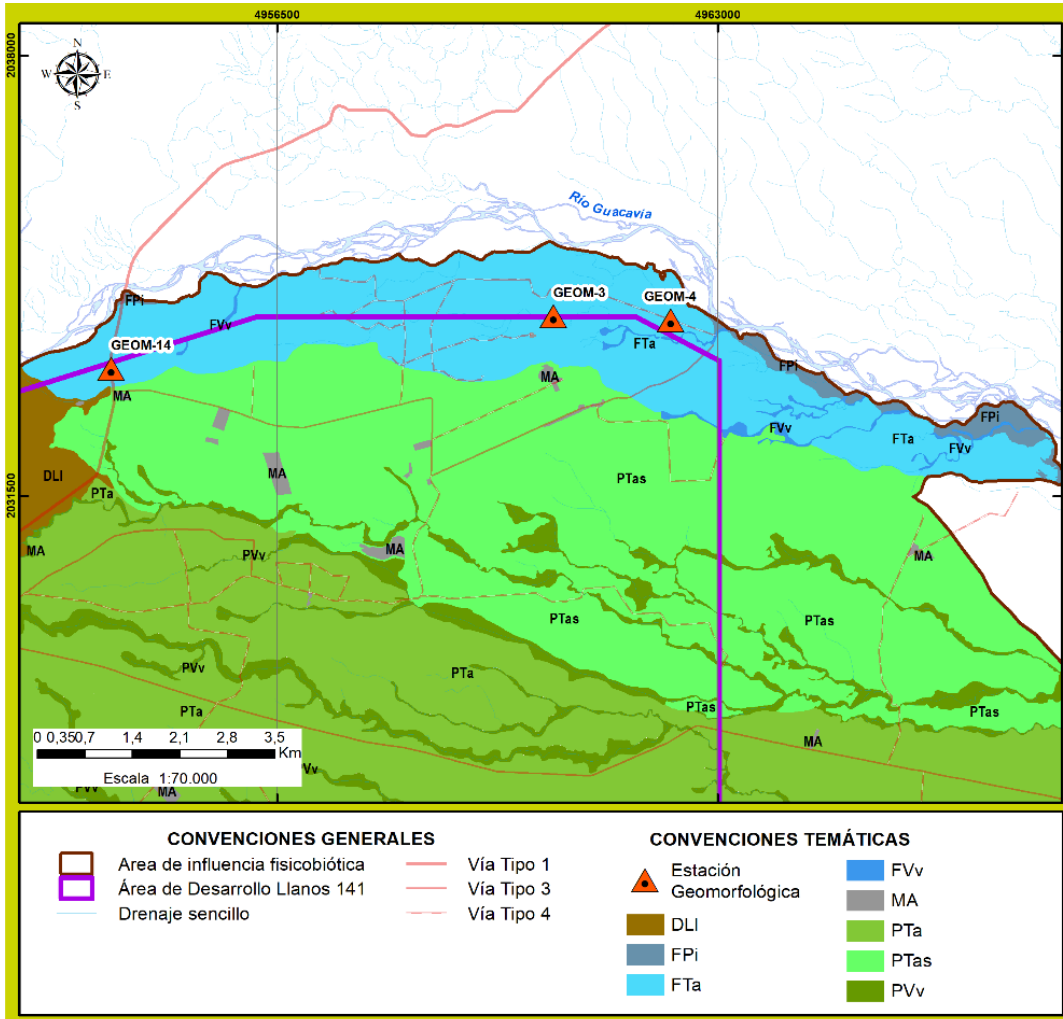
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-17 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-3	4960578,40	2034150,86	311
GEOM-4	4962304,27	2034096,75	304
GEOM-14	4954051,74	2033375,63	354

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-15** Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa)



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma denominada como Plano de Terraza (FTa) está ubicada espacialmente hacia el costado norte del área de influencia y ocupa el 4,25% de esta. Se caracteriza por corresponder a una forma de terreno de superficie continua, de perfil topográfico relativamente plano, de configuración alargada, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a ligeramente plana (1-3%) y longitud larga a extremadamente larga, localizada adyacente al plano de inundación. Su origen está relacionado con la acumulación longitudinal y en forma discontinua de materiales aluviales heterométricos por acción del río

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje subparalelo. La principal cobertura de la tierra que se observa en esta geoforma son los pastos limpios (PI) y arbolados (Pa).

A nivel de los procesos morfodinámicos presentes en esta geoforma, se identifica que presenta una baja susceptibilidad a presentar eventos erosivos de tipo laminar y en surcos de grado moderado a ligero, una baja susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y eventos de inundación ya sea por desborde o por encharcamiento.



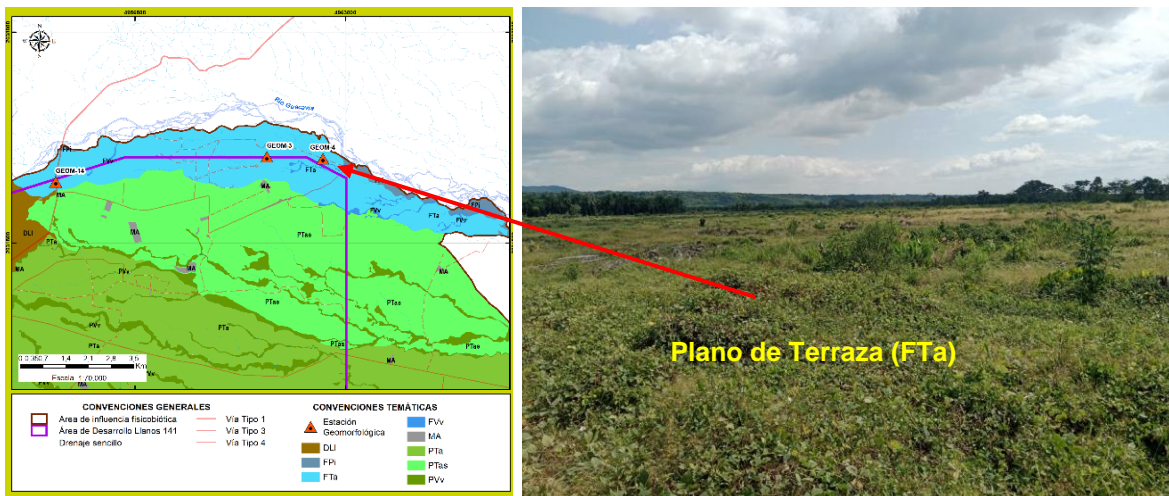
En la **Tabla 3.2.2-18**, **Fotografía 3.2.2-17** y **Fotografía 3.2.2-18**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Plano de Terraza.

**Tabla 3.2.2-18 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Terraza	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente plana, 1-3% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo	Moderada	Susceptibilidad baja a presentar procesos erosivos, baja susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa y eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-17 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-3**



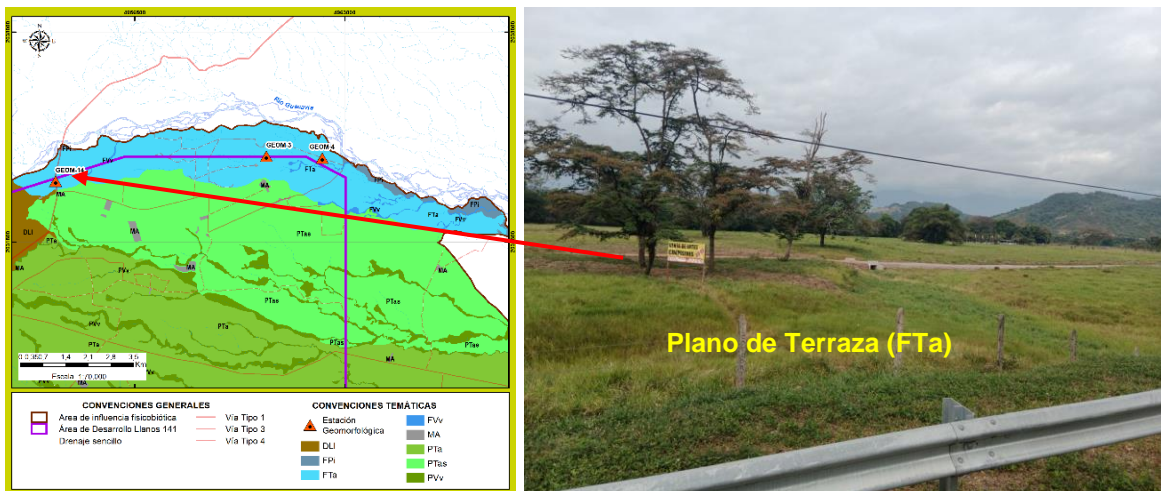
Fecha: 17-02-2023

Descripción: Panorámica del Plano de Terraza, geoforma caracterizada por presentar una morfología baja con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a ligeramente plana (1-3%), cubiertas por pastos limpios y enmalezados. No presenta procesos erosivos generalizados, ni la evidencia de fenómenos de remoción en masa.

Coordenadas Origen Nacional E: 4960578,40 - N: 2034150,86

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Fotografía 3.2.2-18 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Terraza (FTa) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-14**



Fecha: 14-02-2023

Descripción: Panorámica del Plano de Terraza, caracterizada por presentar una morfología baja a ligeramente ondulada, con un intervalo de pendiente ligeramente plana (1-3%), cubiertas por pastos limpios y arbolados. No presenta procesos erosivos generalizados, ni la evidencia de fenómenos de remoción en masa.

Coordenadas Origen Nacional E: 4954051,74 - N: 2033375,63

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

- **Tipo de relieve: Llanura Aluvial**

Asociada con una serie de depósitos aluviales, no confinados y de amplia extensión, de pendiente plana a ligeramente plana y perfil topográfico plano cóncavo. Esta unidad se caracteriza por la ocurrencia esporádica de inundaciones ya sea por desborde y frecuentes encharcamientos por precipitaciones. Se localiza en los bordes exteriores de la Cordillera Oriental y continuación de los depósitos de piedemonte y es disectado por los valles de los ríos actuales.

- ❖ Forma del terreno: Plano de Llanura Inundable (FPi)

Para la caracterización de la geoforma denominada como Plano de Llanura Inundable (FPi), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-26 y GEOM-29 (Tabla 3.2.2-19 y Figura 3.2.2-16).

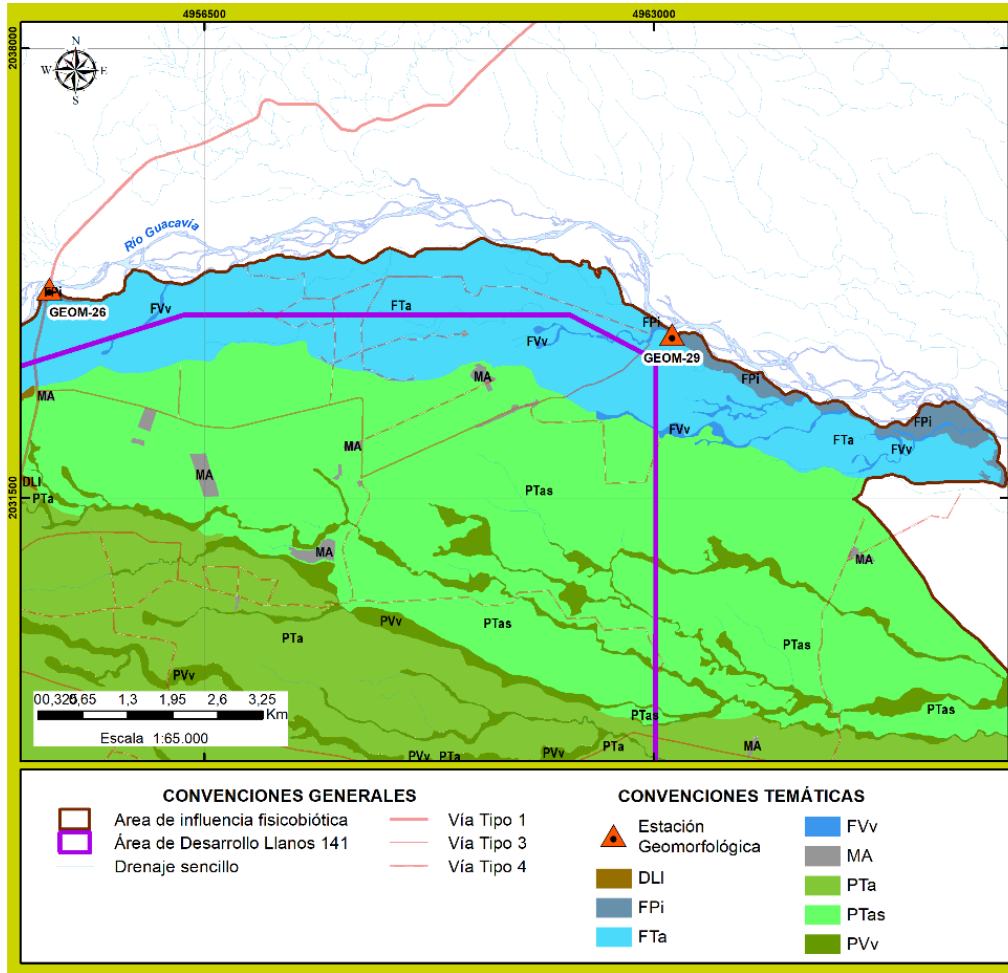
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-19 Localización de las estaciones de control geomorfológico en la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPi)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-26	4954258,79	2034523,15	346
GEOM-29	4963263,39	2033863,28	299

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-16 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico en la ca forma del terreno denominada Plano Llanura Inundable (FPI)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Geoforma que ocupa el 0,27% del área de influencia donde se enmarca el proyecto. Corresponde una serie de depósitos aluviales, no confinados y de amplia extensión, de pendiente Ligeramente plana (1-3%) y perfil topográfico plano cóncavo. Esta unidad se caracteriza por la ocurrencia esporádica y/o frecuente de inundaciones ya sea por desborde y frecuentes encharcamientos por precipitaciones. Se localiza en los bordes exteriores de la Cordillera Oriental y continuación de los depósitos de piedemonte y es disectado por los valles de los ríos actuales y específicamente por el río Guacavía.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje subparalelo. A nivel de los procesos morfodinámicos presentes en esta geoforma, se identifica que presenta una moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos de tipo laminar y en surcos de grado moderado a ligero, una baja susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y moderada a alta susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

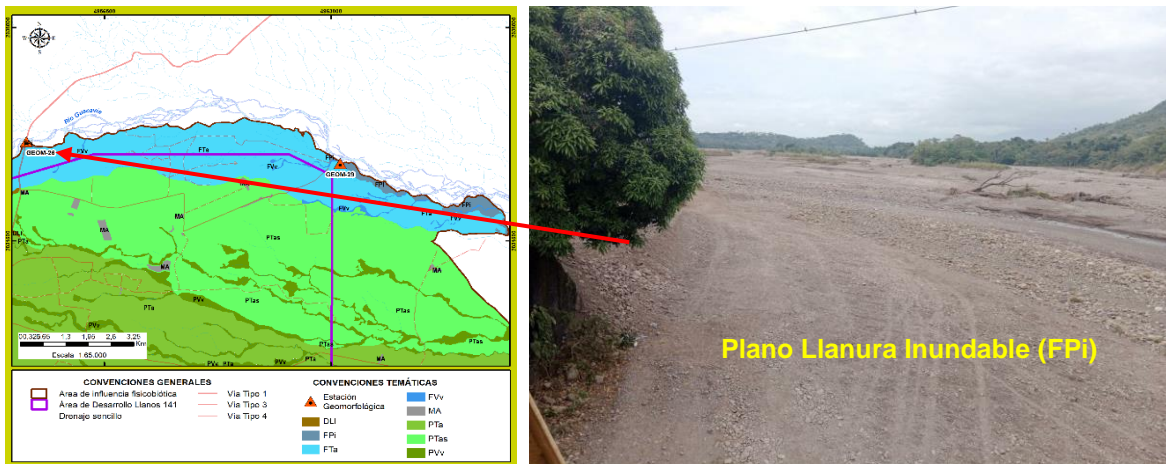
En la **Tabla 3.2.2-20**, **Fotografía 3.2.2-19** y **Fotografía 3.2.2-20** se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Plano de Llanura Inundable.

**Tabla 3.2.2-20 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPI)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Llanura Inundable	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente plana, 1-3% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo	Moderada	Moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos y moderada a alta eventos de inundación.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-19 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano de Llanura Inundable (FPI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-26**



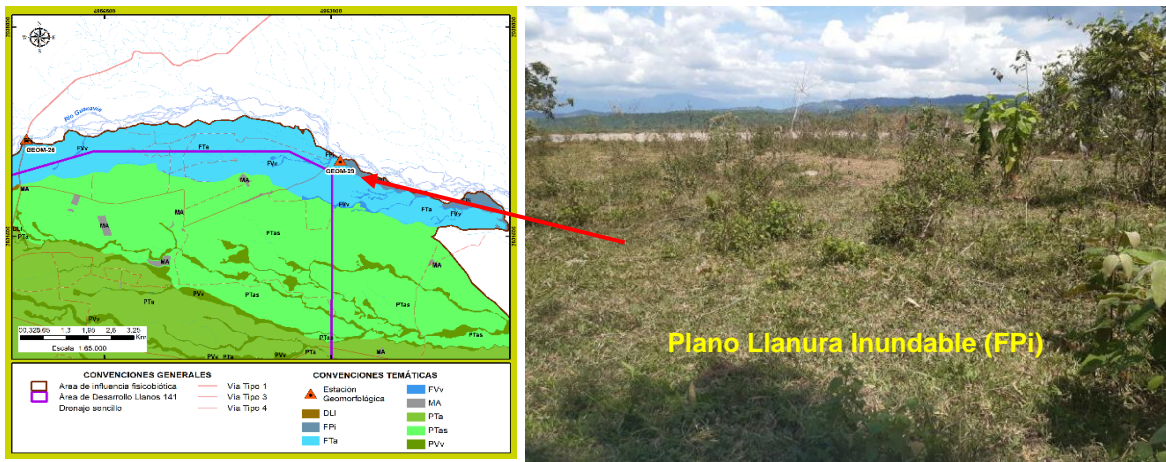
Fecha: 14-02-2023

Descripción: Panorámica del Plano de la Llanura Inundable asociada al río Guacavía, caracterizada por presentar una morfología baja, un intervalo de pendiente a nivel (0-1%) a ligeramente plana (1-3%), susceptible a presenta eventos de inundación.

Coordenadas Origen Nacional E: 4954258,79 - N: 2034523,15

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Fotografía 3.2.2-20 Panorámica de la forma del terreno denominada Plano Llanura Inundable (FPI) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-29**



Fecha: 15-02-2023

Descripción: Panorámica del Plano de Llanura Inundable, caracterizado por una serie de depósitos aluviales, no confinados y de amplia extensión, de pendiente Ligeramente plana (1-3%) y perfil topográfico plano cóncavo, susceptible a presentar eventos de inundación.

Coordenadas Origen Nacional E: 4963263,39 - N: 2033863,28

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

○ Tipo de relieve: Vallecito

Este tipo de relieve corresponde a una incisión de configuración alargada y estrecha, intercalada, con una longitud que varía de unos pocos cientos de metros a varios kilómetros, con pendiente que va de ligeramente plana a ligeramente inclinada asociada a su lecho.

❖ Valle (FVv)

Para la caracterización de la geoforma denominada como Valle (FVv), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-16 (Tabla 3.2.2-21 y Figura 3.2.2-17).

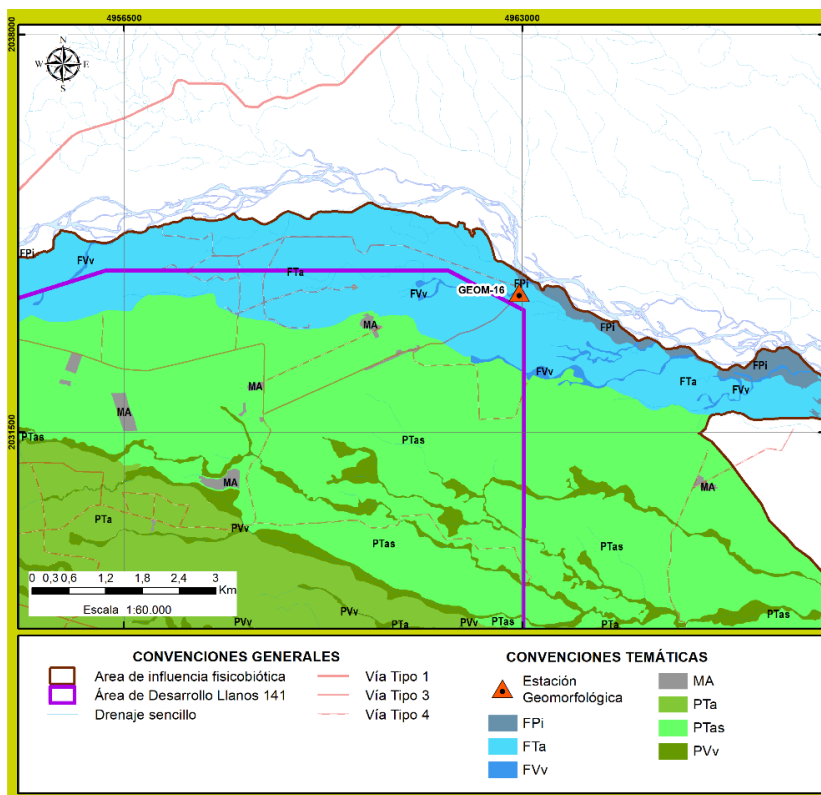
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-21 Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-16	4962958,96	2033783,00	299

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-17 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geoforma denominada como Valle (FVv) está ubicado espacialmente hacia el costado norte e inmersa dentro de la llanura aluvial y ocupa el 0,14% de esta. Se caracteriza por tener configuración alargada y continua, con una pendiente ligeramente inclinada (3-7%) asociada a su lecho y localmente cuasi vertical (no cartografiada por la escala del estudio), compuesta por materiales heterogéneos que van desde finos hasta gruesos, incluyendo gravilla, cantos y bloques, con bordes redondeados a subredondeados. Su origen está relacionado con la incisión y desplazamiento lateral realizada por las corrientes de agua sobre los depósitos aluviales parentales. Normalmente presenta una leve inclinación o basculamiento en el sentido NW-SE.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje subparalelo. La principal cobertura de la tierra que se observa en esta geoforma es el bosque de galería y ripario (Bgr).

El principal proceso morfodinámico presente en esta geoforma lo constituye la moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos, alta susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y a eventos de inundación.

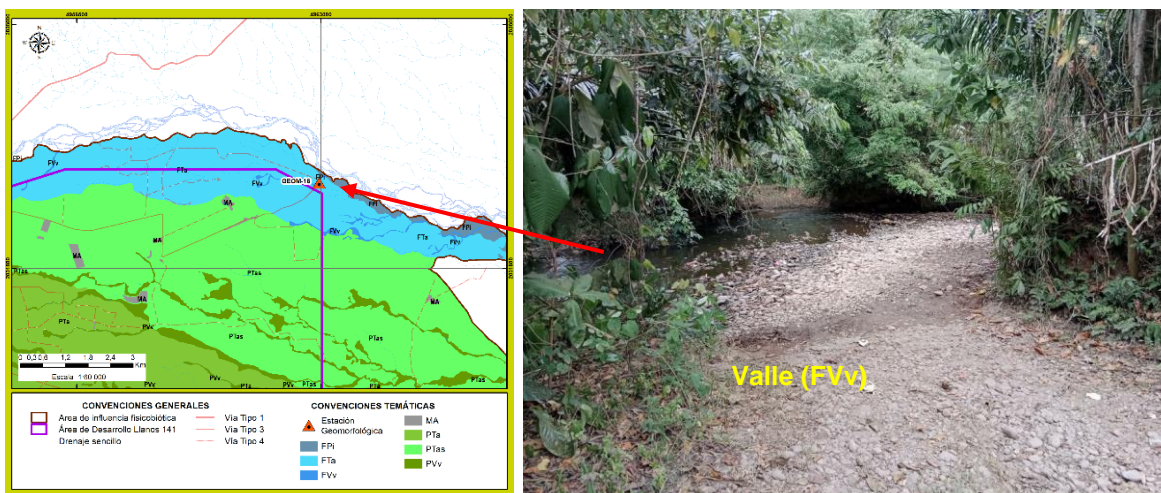
En la **Tabla 3.2.2-22** y **Fotografía 3.2.2-21**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del Valle Asociado a la planicie aluvial.

**Tabla 3.2.2-22 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (FVv)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Plano de Llanura Inundable	Homogénea	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo	Moderada	Moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos, alta susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y alta eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-21 Panorámica de la forma del terreno denominada Valle (FVv) asociado a la Planicie Aluvial tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-16**



Fecha: 14-02-2023

Descripción: Descripción: Panorámica del Valle Aluvial, caracterizado por estar asociado a la red del drenaje menor, geoforma alargada, de un ancho promedio de 6 m, de fondo plano, márgenes cuasi verticales y con Bosques de galería y ripario (Bgr).  
Coordenadas Origen Nacional E: 4962958,96 - N: 2033783,00

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

✓ **Paisaje: Valle**

El paisaje en mención es una superficie alargada y plana, confinada entre zonas circundantes de morfología más alta, que tiene como eje un cauce principal y donde la confluencia de corrientes hídricas secundarias es frecuente. Se caracteriza por presentar relieves deposicionales dispuestos en uno o varios niveles de sedimentación, sistemas de terrazas continuos con taludes orientados de forma paralela al cauce principal y relieves negativos que funcionan como trampa natural de sedimentos. Su origen está relacionado con los aportes longitudinales de materiales transportados por el río principal (p.e. río Guatiquía) y que son distribuidos en los planos de acumulación, en procesos sucesivos de segregación granulométrica lateral y vertical. Los relieves están constituidos por sedimentos seleccionados según la capacidad de transporte de los ríos, donde los tamaños más grandes, como arenas y gravas, tienen un desplazamiento reducido, en tanto que las texturas m

○ **Tipo de relieve: Plano de Desborde**

Tipo de relieve constituido por una superficie amplia y llana, de longitud extremadamente larga y contorno irregular, de perfil topográfico plano cóncavo y pendiente plana a ligeramente plana.

❖ **Forma del terreno: Napa de Desbordamiento (VPn)**

Para la caracterización de la geoforma denominada como Napa de Desbordamiento (VPn), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-17 (**Tabla 3.2.2-23** y **Figura 3.2.2-18**).

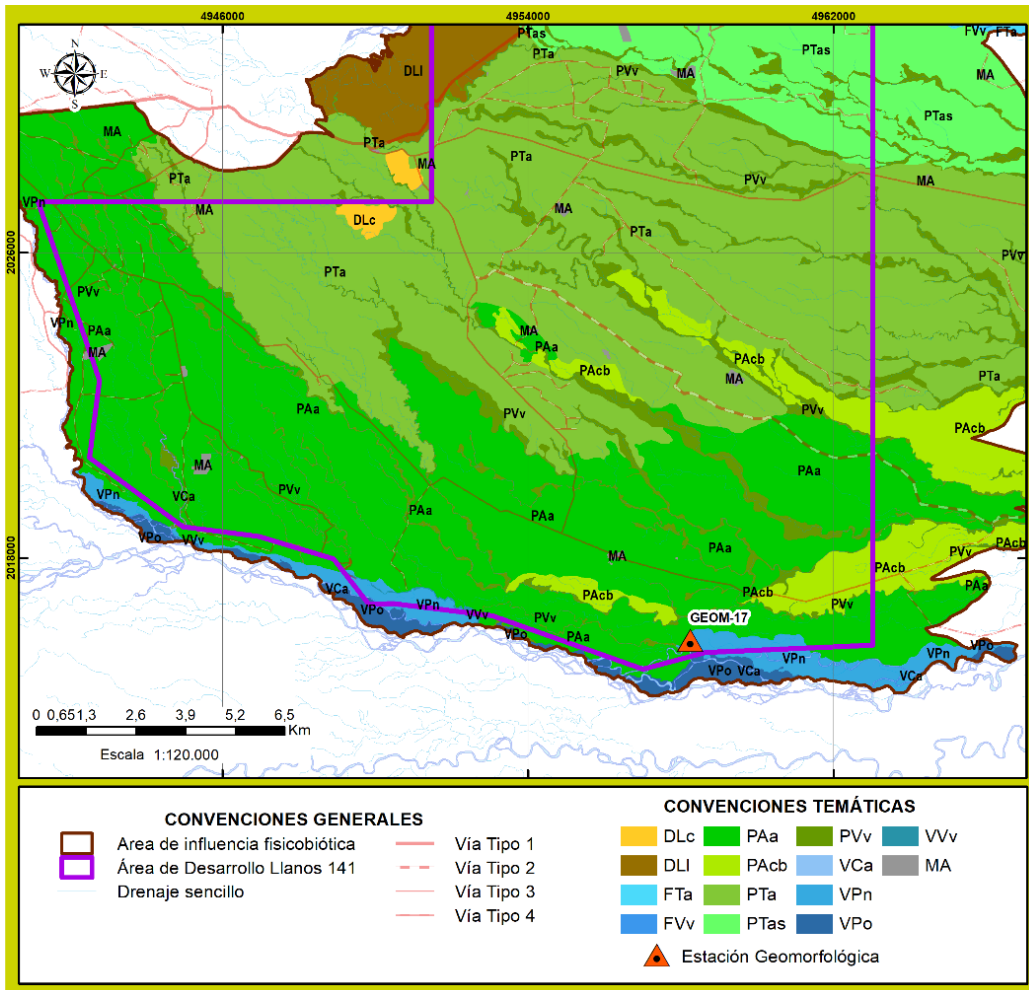
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-23 Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento (VPn)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-17	4958247,17	2015841,67	284

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-18 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la Napa de Desbordamiento (VPn)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La forma de terreno denominada Napa de Desbordamiento corresponde a una superficie de perfil topográfico rectilíneo - cóncavo, con una configuración irregular, extensión de corta a larga y pendiente a nivel (0-1%). Está constituida principalmente por partículas de tamaño limo. Su origen está relacionado con los procesos de sedimentación que ocurrieron durante los eventos de desborde del río Guatiquía, que permitieron la formación de una lámina de agua temporal y favoreció la acumulación de sedimentos tamaño limo principalmente, junto con arena y arcilla en proporción menor. Ocupa el 2,01% del área de influencia.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje trenzado (asociado con a la dinámica del río Guatiquía). La principal cobertura de la tierra que se observa en esta geoforma es el bosque de galería y ripario (Bgr). El principal proceso morfodinámico presente en esta geoforma lo constituye la alta susceptibilidad a presentar eventos erosivos, baja susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y moderada a alta a presentar eventos de inundación.

En la **Tabla 3.2.2-24 y Fotografía 3.2.2-22**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas de la Napa de Desbordamiento.

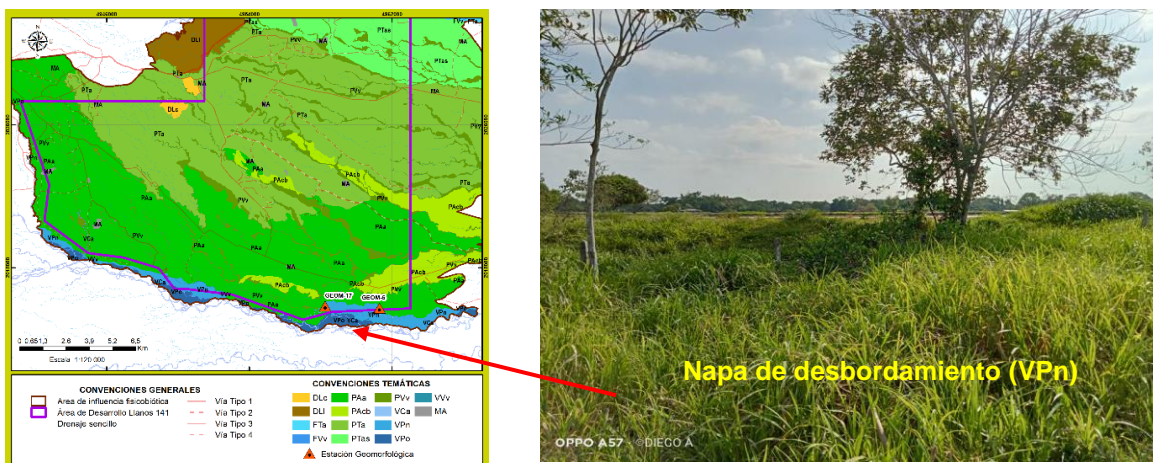


**Tabla 3.2.2-24 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento Valle (VPn)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Napa de desbordamiento	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Trenzado	Moderada a bajo	Alta susceptibilidad a presentar eventos erosivos, baja susceptibilidad a presentar fenómenos de inestabilidad y moderada a alta eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-22 Panorámica de la forma del terreno denominada Napa de Desbordamiento (VPn) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-17**



Fecha: 10-02-2023

Descripción: Descripción: Panorámica de a Napa de Desbordamiento, caracterizado por presentar una superficie de perfil topográfico rectilíneo - cóncavo, con una configuración irregular y extensión larga.

Coordenadas Origen Nacional E: 4958247,17 - N: 2015841,67

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

❖ Forma del terreno: Orillares e Islotes (VPo)

Para la caracterización de la geofoma denominada como Orillares e Islotes (VPo), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfoloía del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-18 y GEOM-30 (Tabla 3.2.2-25 y Figura 3.2.2-19).

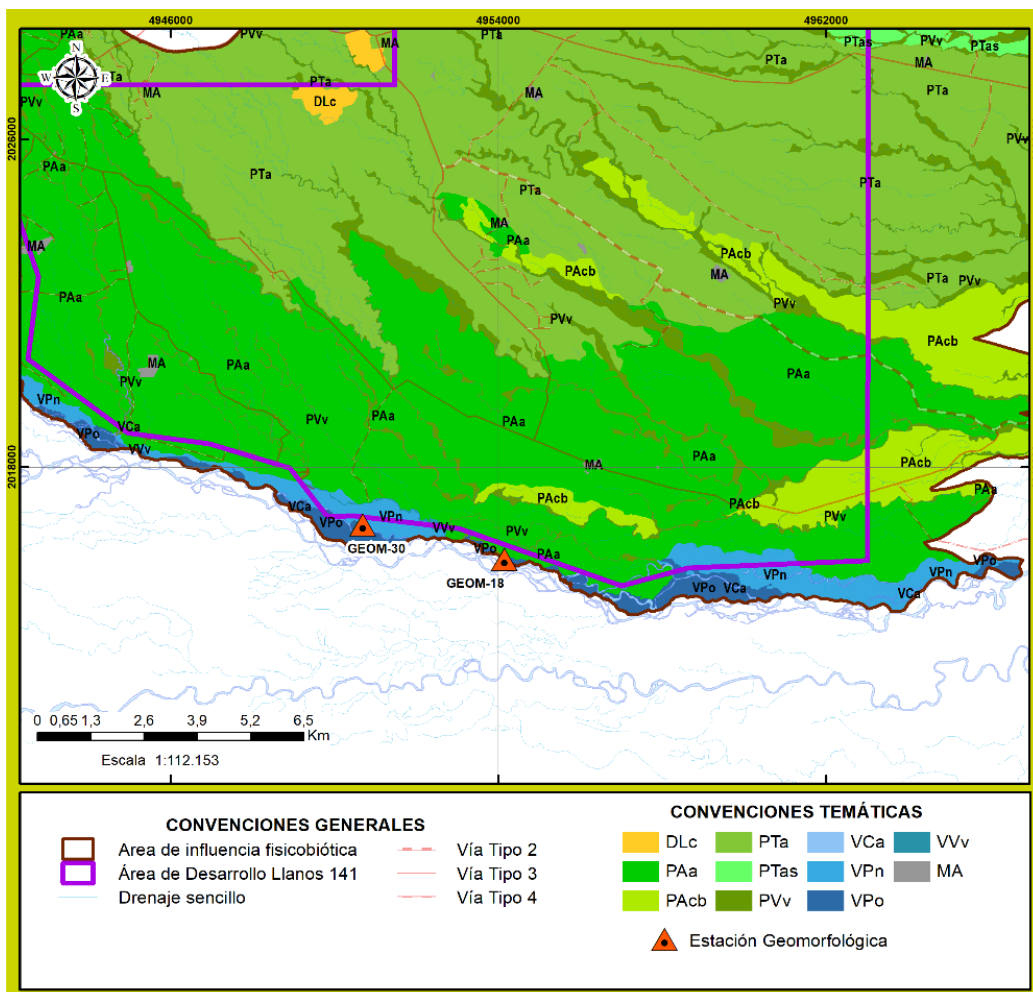
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfoloía**.

**Tabla 3.2.2-25 Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-18	4954151,30	2015747,07	303
GEOM-30	4950688,76	2016590,69	314

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-19 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Orillares e Islotes (VPo)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La forma de terreno denominada Orillares e islotes corresponde a una forma de terreno constituida por un depósito de materiales aluviales de perfil topográfico ondulado, contorno arqueado y configuración alargada, formando patrones de surcos y camellones de diversa amplitud y desnivel; se localiza en la orilla interna de los principales ríos que disectan la zona, constituidos por sedimentos de tamaños grava hasta limo. El origen de la unidad está relacionado con la sedimentación asociada a la divagación del cauce en el plano deltaico activo, que generó una sucesión de capas de aluviones de diversos tamaños. La dimensión de la unidad está relacionada y en proporción con el tamaño de la corriente hídrica que la formó. Ocupa el 1,14% del área de influencia.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje trenzado (asociado con a la dinámica del río Guatiquía). El principal proceso morfodinámico presente en esta geoforma lo constituye la alta susceptibilidad a presentar eventos erosivos, fenómenos de inestabilidad y eventos de inundación.

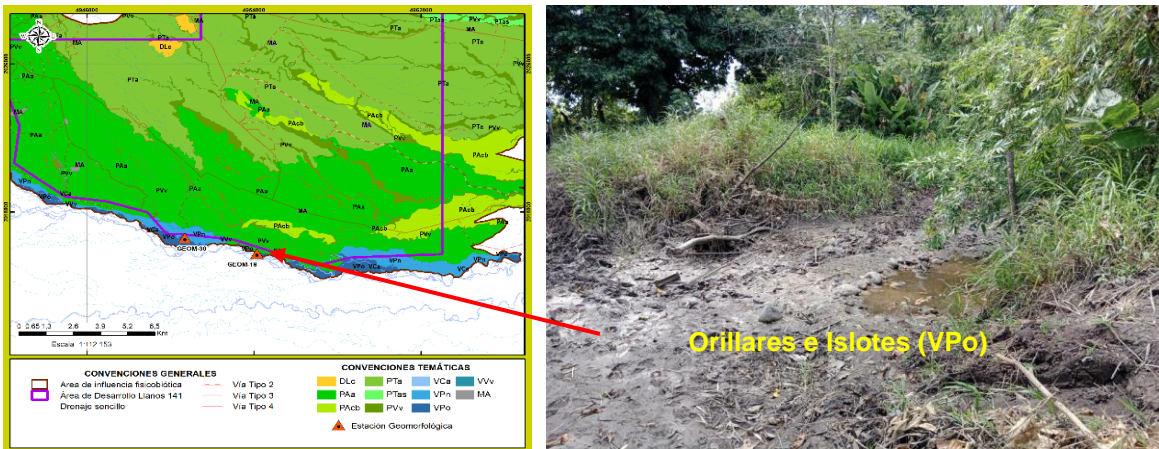
En la **Tabla 3.2.2-26**, **Fotografía 3.2.2-23** y **Fotografía 3.2.2-24**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas de la Orillares e islotes.

**Tabla 3.2.2-26 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Orillares e islotes	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Trenzado	Moderado	Alta susceptibilidad a presentar eventos erosivos y eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-23 Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-18**



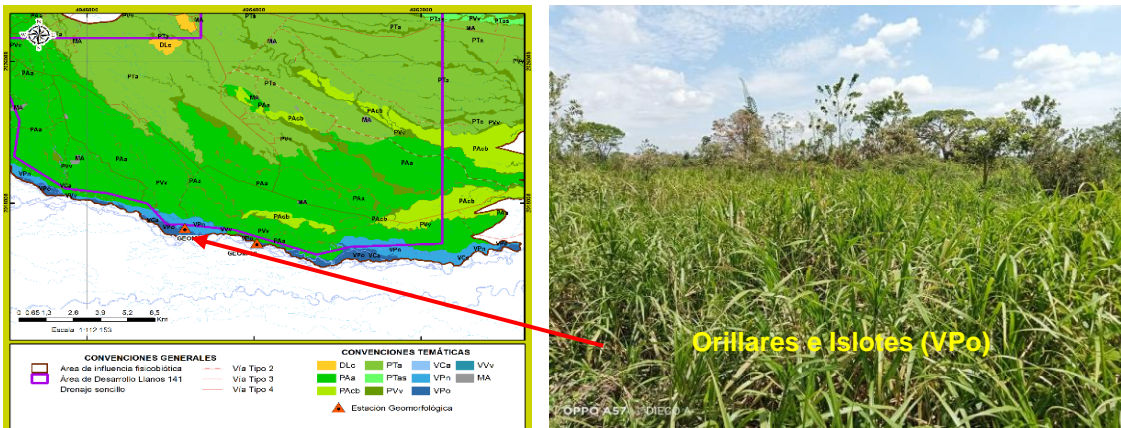
Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes, corresponde a un depósito de materiales aluviales de perfil topográfico ondulado, contorno arqueado y configuración alargada.

Coordenadas Origen Nacional E: 495415130 - N: 2015747,07

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-24 Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes (VPo) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-30**



Fecha: 11-02-2023

Descripción: Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Orillares e Islotes, asociada con la dinámica activa del río Guatiquía.

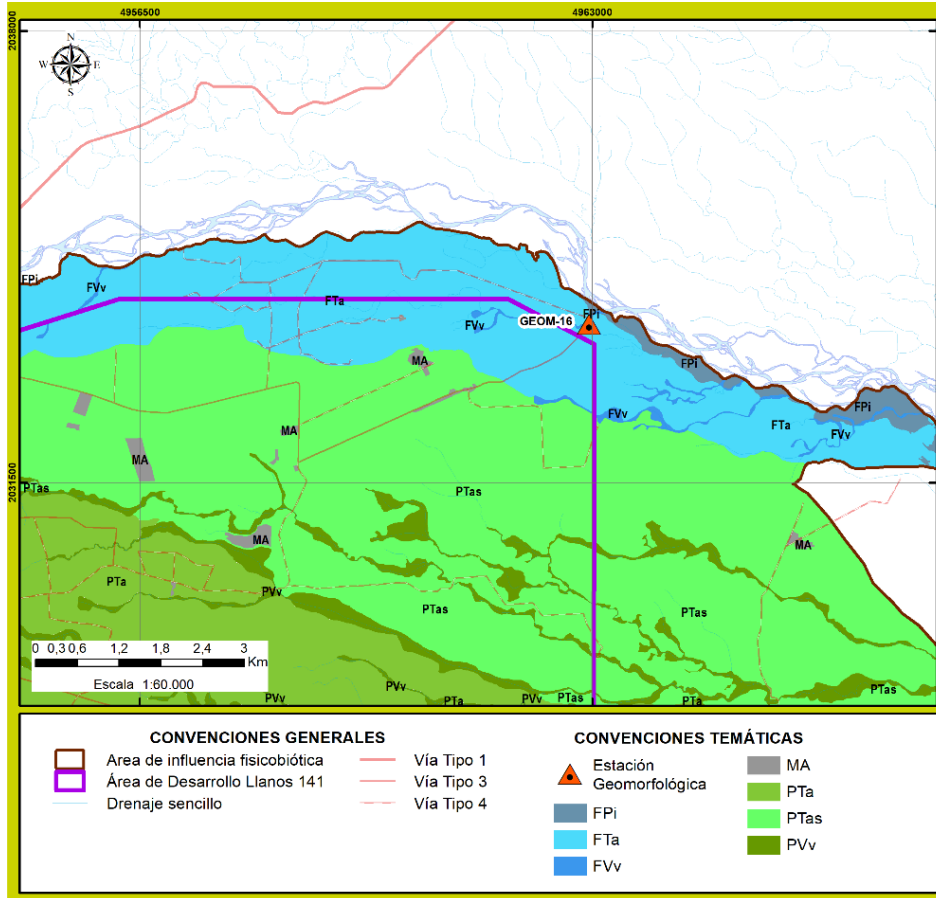
Coordenadas Origen Nacional E: 4950688,76 - N: 2016590,69

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

❖ Forma del terreno: Valle (VVv)

Para la caracterización de la geofoma denominada como Valle (VVv), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades (Figura 3.2.2-20).

**Figura 3.2.2-20 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Valle (VVv)**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

La geofoma denominada como Valle (VVv) está ubicada espacialmente hacia el costado norte e inmersa dentro del plano de desborde y ocupa el 0,06% de esta. Se caracteriza por tener configuración alargada y continua, con una pendiente a nivel (0-1%) asociada a su lecho y localmente cuasi vertical (no cartografiada por la escala del estudio), compuesta por materiales heterogéneos que van desde finos hasta gruesos, incluyendo gravilla, cantos y bloques, con bordes redondeados a subredondeados. Su origen está relacionado con la incisión y desplazamiento lateral realizada por las corrientes de agua sobre los depósitos aluviales parentales. Normalmente presenta una leve inclinación o basculamiento en el sentido SW-NE.

Moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos, baja a presentar fenómenos de inestabilidad y alta a presentar eventos de inundación.

En la **Tabla 3.2.2-27**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas de Valle.

**Tabla 3.2.2-27 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Valle (VVv)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	GRADO DE DISECCIÓN	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Valle	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo	Moderado	Moderada susceptibilidad a presentar eventos erosivos, baja a presentar fenómenos de inestabilidad y alta a presentar eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

❖ Forma del terreno: Cauce (VCa)

Para la caracterización de la geoforma denominada como Cauce Aluvial (VCa), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfolología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-31 (Tabla 3.2.2-28 y Figura 3.2.2-21).

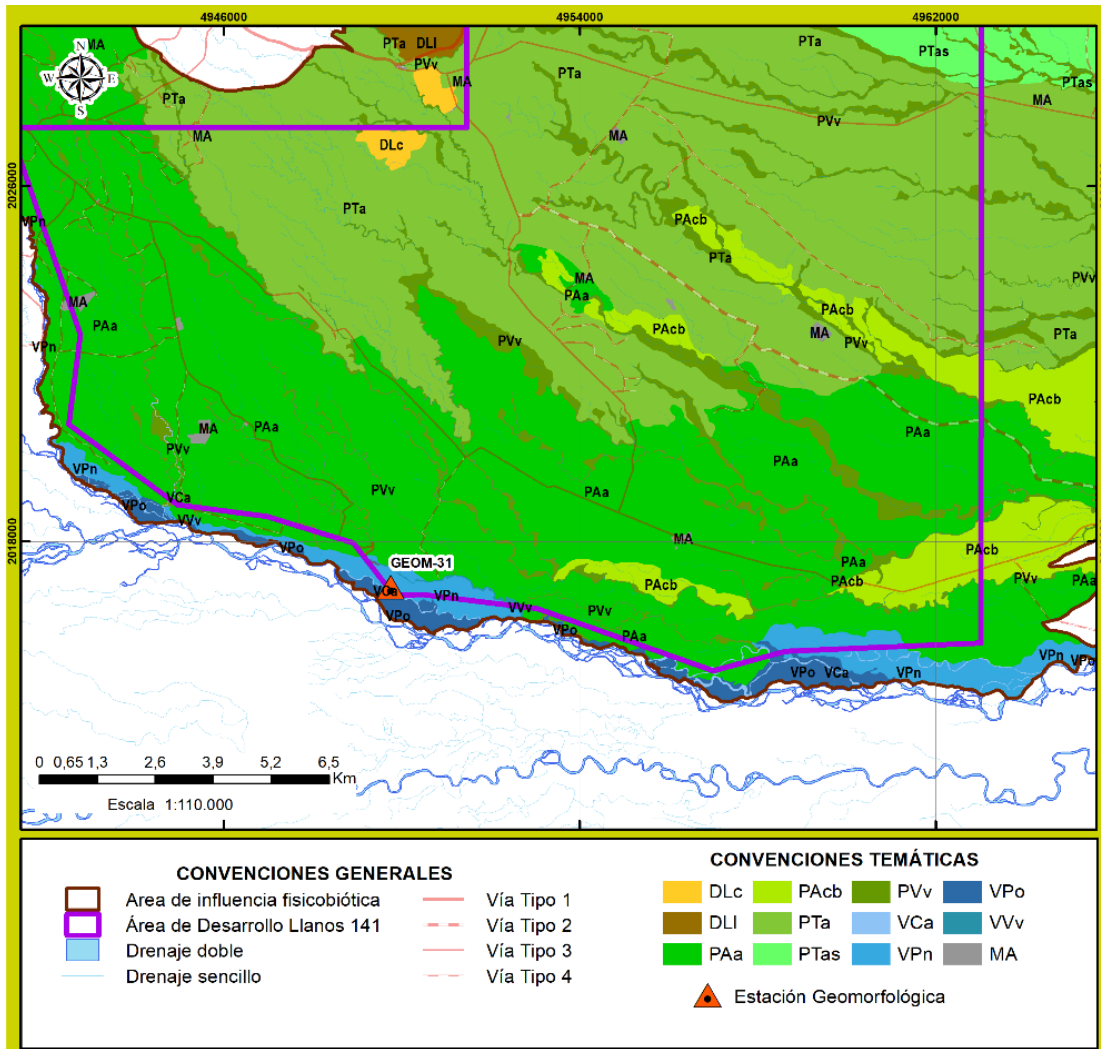
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfolología**.

**Tabla 3.2.2-28 Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Cauce (VCa)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-31	4949757,11	2016977,42	319

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

Figura 3.2.2-21 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Cauce (VCa)



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Geoforma que ocupa el 0,17% del área de influencia donde se enmarca el proyecto. Corresponde a un canal de forma irregular excavado por erosión de las corrientes perennes o estacionales (p.e. río Guatiquía, Guacavía y Caney, entre otros) dentro de los sedimentos aluviales. De morfología plana asociada con la dinámica con las principales corrientes que disectan la zona, con un intervalo de pendiente a nivel (0-1%). Geológicamente se correlaciona con los depósitos aluviales asociados con cauces mayores (Q2-al1), constituidos por materiales heterométricos (principalmente bloques, guijos, cantos y gravas) y de composición polimictica.

La geoforma en mención presenta un índice de rugosidad homogéneo, un índice de contraste bajo, una longitud de ladera extremadamente larga y un patrón del drenaje trenzado (asociado con a la dinámica del río Guatiquía). El principal proceso morfodinámico presente en esta geoforma lo constituye la alta susceptibilidad a presentar eventos de inundación.

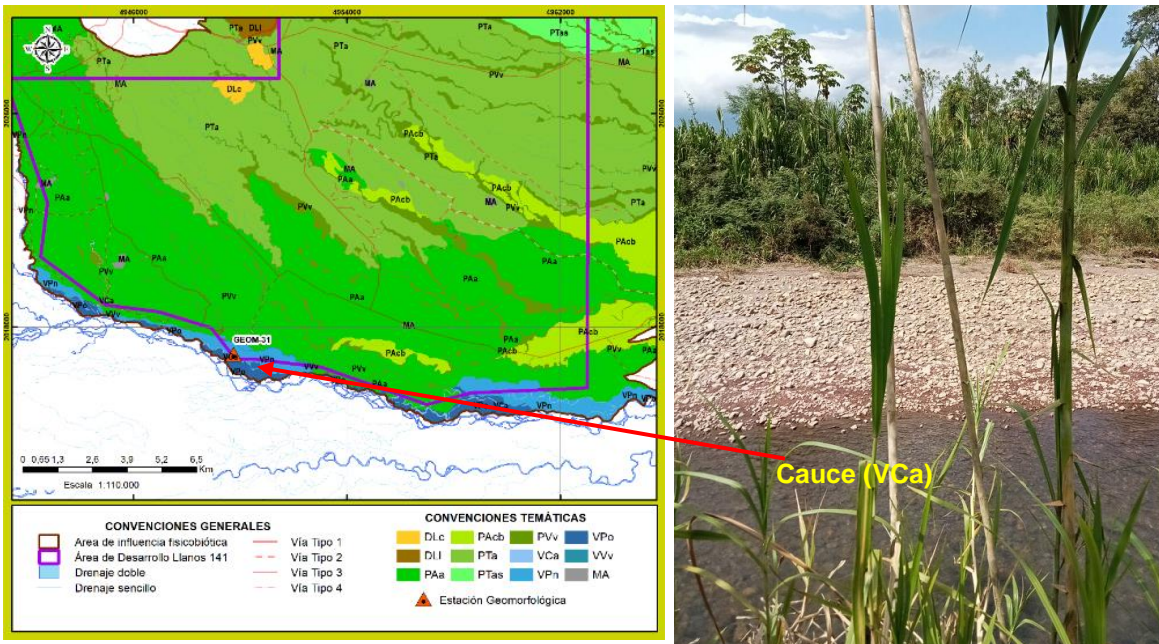
En la **Tabla 3.2.2-29** y en la **Fotografía 3.2.2-25**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas de la forma del terreno denominada Cauce (Vca).

**Tabla 3.2.2-29 Caracterización geomorfológica de la forma del terreno denominada Cauce (Vca)**

COMPONENTE	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE	PROCESOS MORFODINÁMICOS
Cauce	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Trenzado	Alta susceptibilidad a presentar eventos de inundación

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Fotografía 3.2.2-25 Panorámica de la forma del terreno denominada Cauce (Vca) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-31**



Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica de la forma del terreno denominada Cauce Aluvial (Vca), caracterizada por estar asociado a la red del drenaje mayor (río Guatiquía, Guacavía y Caney, de fondo plano, márgenes cuasi verticales y constituido principalmente por materiales granulares (bloques, guijos, cantos y gravas, en una matriz arenosa) y de composición polimictica.

Coordenadas Origen Nacional E: 4949757, 11 - N: 2016977,42

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

❖ Forma del terreno: Modelado Antrópico (MA)

Corresponde a las formas del terreno, producto de la actividad del hombre y que modifica la superficie terrestre.

Para la caracterización de la geoforma denominada como Modelado Antrópico (MA), se tomó como referencia el análisis de la información secundaria mencionada en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del Capítulo 1.0\_Generalidades. Adicionalmente, se contó con la información obtenida a partir de las observaciones de campo realizadas en el mes de enero y febrero de 2023, a través de la estación de control geomorfológico denominada GEOM-24 y GEOM-32 (Tabla 3.2.2-30 y Figura 3.2.2-22).

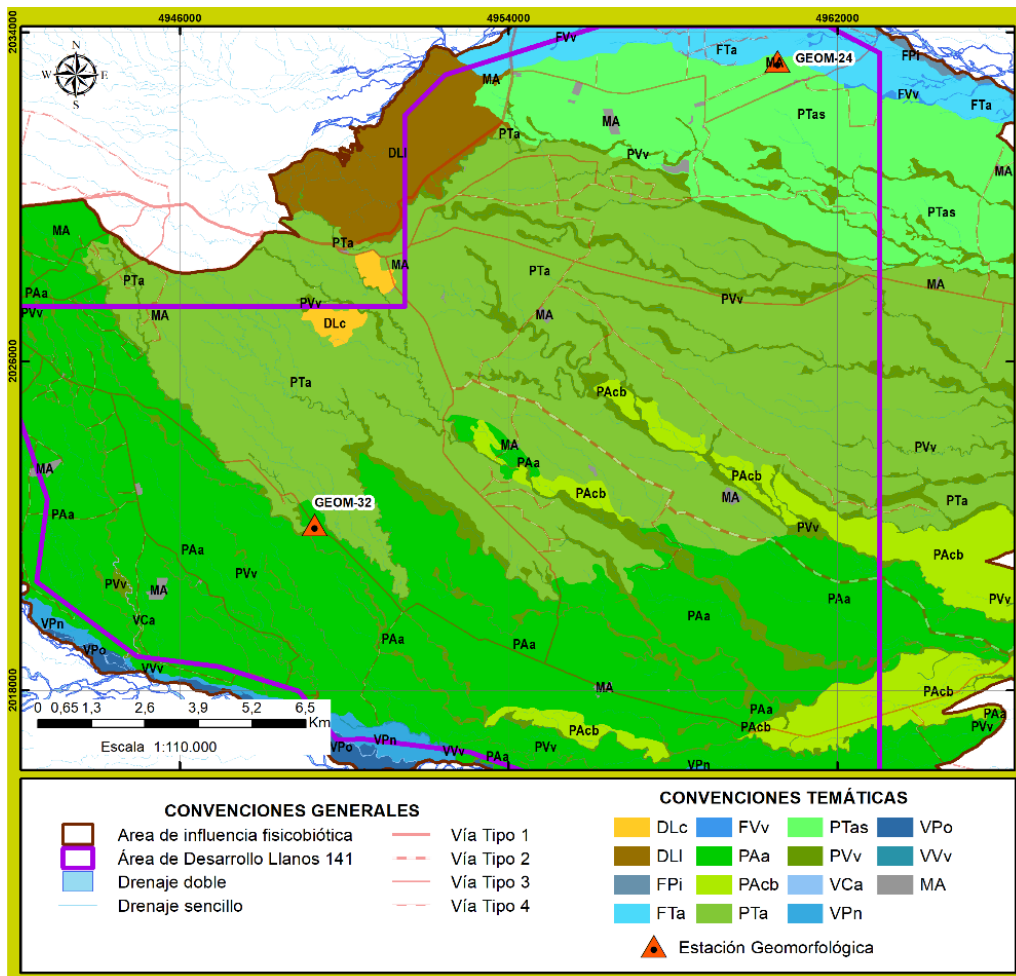
La descripción detallada de las estaciones geomorfológicas se puede encontrar en el **Anexo 3- Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**Tabla 3.2.2-30 Localización de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA)**

ESTACIÓN GEOMORFOLÓGICA	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		COTA (m.s.n.m)
	ESTE	NORTE	
GEOM-24	4960544,24	2033294,61	322
GEOM-32	4949286,52	2022017,35	356

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Figura 3.2.2-22 Localización espacial de las estaciones de control geomorfológico para la caracterización del Modelado Antrópico (MA)**



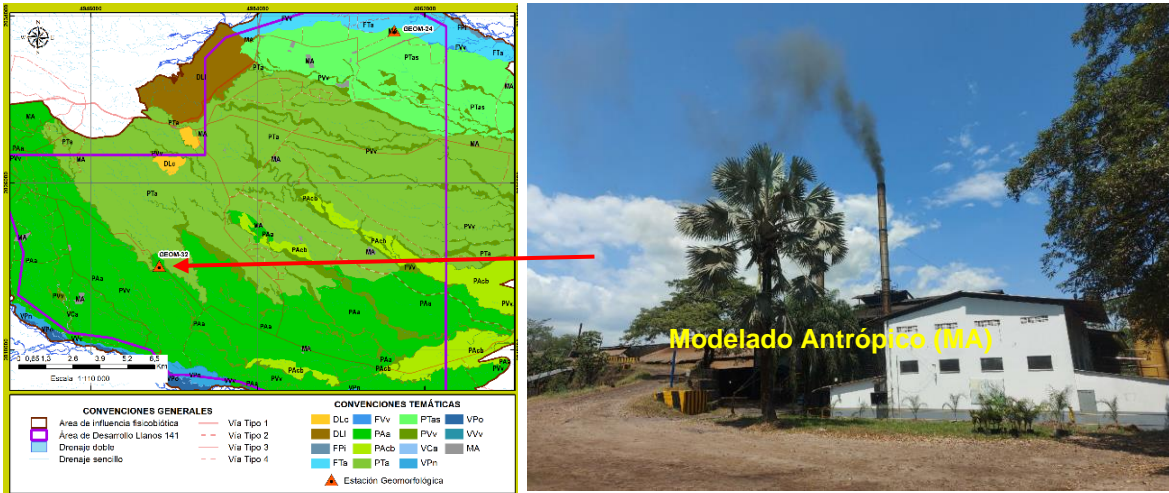
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Corresponden a geformas de morfología plana asociadas a zonas que han sido modificadas en su morfología original (a través llenos y/o cortes) con materiales que por lo general provienen de excavaciones y aprovechamiento de agregados pétreos de origen fluvial (material de arrastre), que son posteriormente compactados para la construcción de obras civiles, de infraestructura petrolera, entre otras. Se encuentran localizados aleatoriamente en toda el área de influencia y en mayor densidad en cercanías al caserío San Nicolas y ocupan el 0,43% del área de influencia.

En la **Fotografía 3.2.2-26** y **Fotografía 3.2.2-27**, se presentan las principales características morfológicas y morfométricas del modelado antrópico.



**Fotografía 3.2.2-26 Panorámica de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-24**



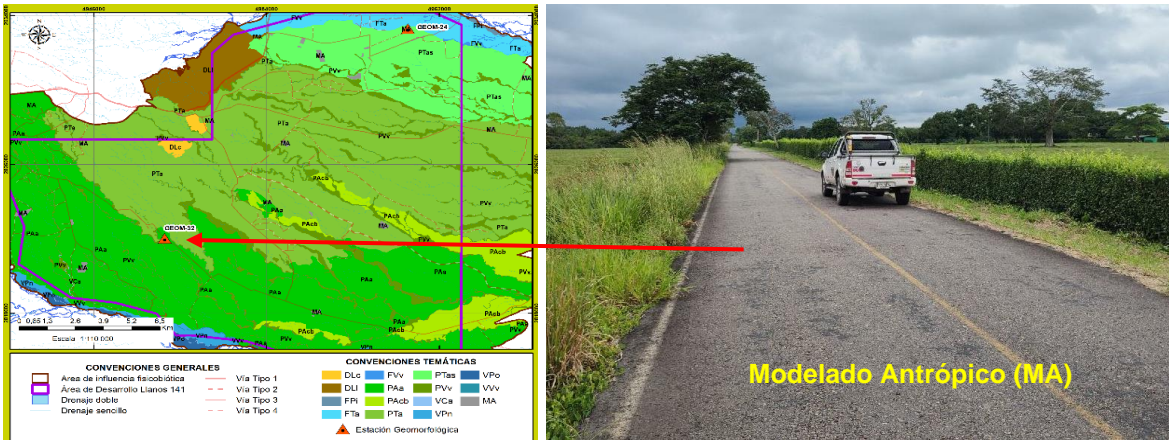
Fecha: 11-02-2023

Descripción: Panorámica del Modelado Antrópico, caracterizado por estar asociado a la infraestructura construida hacia el sector norte y específicamente en jurisdicción de la Inspección Presentado.

Coordenadas Origen Nacional E: 4960544,24 - N: 2033294,61

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Fotografía 3.2.2-27 Panorámica de la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (MA) tomada desde la Estación Geomorfológica GEOM-32**



Fecha: 28-11-2022

Descripción: Panorámica de una vía de acceso terciaria, pavimentada, transitable en cualquier época del año y en buenas condiciones de transitabilidad. Caracterizada por ser un lleno (terraplén) que ha modificado el paisaje natural.

Coordenadas Origen Nacional E: 4949286,52 - N: 2022017,35

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

### 3.2.2.2 Morfografía/Morfometría

Las propiedades morfométricas y morfográficas de las geformas se definen como atributos tanto cuantitativos como cualitativos del paisaje y son resultado de la combinación de la elevación del terreno y la red de drenaje que lo acompaña. Así las cosas, para el análisis y clasificación se hace uso del procesamiento cartográfico para la generación y categorización de modelos digitales de elevación, esto con el objeto de obtener los valores de los diferentes parámetros geomorfológicos descriptivos. Dentro del análisis morfométrico se tiene la rugosidad

del terreno, intervalo de pendiente y densidad del drenaje. Así como, para el análisis morfográfico se tiene: índice de contraste, la longitud de las laderas, patrón del drenaje del drenaje. A continuación, se presenta una caracterización de las 15 formas del terreno presentes en el área de influencia, en función de los parámetros referidos (**Tabla 3.2.2-31**).

**Tabla 3.2.2-31 Características morfométricas de las formas del terreno identificadas en el área de influencia**

FORMAS DEL TERRENO	NOMENCLATURA	RUGOSIDAD DEL TERRENO	INTERVALO DE PENDIENTE	RELIEVE RELATIVO	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE
Cimas y laderas	<b>DLI</b>	Homogénea	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)	Bajo	Larga	Subdendrítico
Cimas	<b>DLc</b>	Homogénea	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Larga	Subdendrítico
Plano de Abanico	<b>PAa</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Cuerpo - Bajo	<b>PACb</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente inclinada, 7-12% (b)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Plano de Terraza de Acumulación	<b>PTa</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Plano de Terraza de Acumulación Subreciente	<b>PTas</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente inclinada, 7-12% (b)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Valle	<b>PVv</b>	Homogénea	Ligeramente inclinada, 7-12% (b) a fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Plano de Terraza	<b>FTa</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a) a ligeramente plana, 1-3% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Plano de Llanura Inundable	<b>FPI</b>	Homogénea	Ligeramente plana, 1-3% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Valle	<b>FVv</b>	Homogénea	Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Napa de desbordamiento	<b>VPn</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Orillares e islotes	<b>VPO</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Valle	<b>VVv</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Cauce	<b>VCa</b>	Homogénea	A nivel, 0-1% (a)	Bajo	Extremadamente larga	Trenzado
Modelado Antrópico	<b>MA</b>	Homogénea	Ligeramente plana, 1-3% (a)	Bajo	Extremadamente larga	N.A.

Nota: N.A. No aplica

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

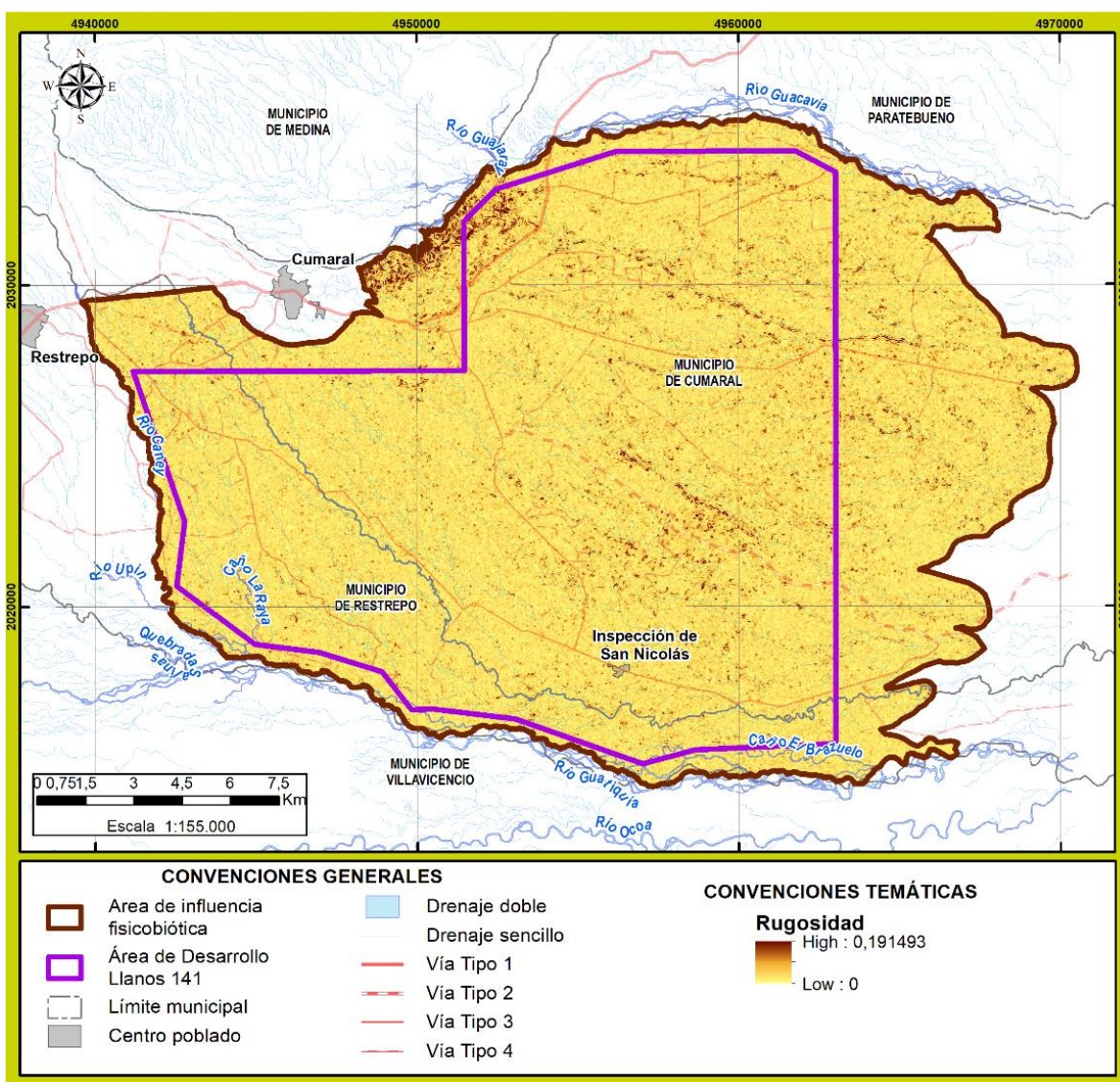
### 3.2.2.2.1 Rugosidad del terreno

El índice de rugosidad del terreno fue elaborado con base al modelo digital de elevación (DTM) que tiene como atributo la altura del terreno sobre el nivel del mar expresadas en metros. Este valor está dado para cada píxel de tamaño (12,5 cm/m), generado a partir del DEM que cubre el área del área de influencia del proyecto y cuya fuente es el satélite ALOS PALSAR; sobre este ráster se corre una herramienta creada para el software ArcGis denominada Vector Ruggedness Measure (VRM) Tool

for ArcGIS. La cual, mide la rugosidad del terreno como la variación en la orientación tridimensional de celdas de la cuadrícula teniendo en cuenta las celdas vecinas. El Análisis vectorial se usa para calcular la dispersión de los vectores normales (ortogonal) a celdas de la cuadrícula dentro de la zona especificada.

Este método captura efectivamente la variabilidad en pendiente y orientación en una sola medida. Los valores de Rugosidad en el ráster de salida pueden variar entre 0 (sin variación del terreno) a 1 (variación del terreno completo). Los valores típicos para terrenos naturales oscilan entre 0 y aproximadamente 0,4. Para el caso del área de influencia se presenta un rango de rugosidad  $<0,4$ , cuyos valores están entre 0,00 y 0,19 (Figura 3.2.2-23). El intervalo  $<0,4$  indica una alta homogeneidad del terreno para los sectores asociadas.

**Figura 3.2.2-23 Índice de Rugosidad del terreno identificado en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.2.2 Inclínación de pendientes

La inclinación de la pendiente es el ángulo que forma una ladera o terreno respecto a un plano horizontal. Generalmente la inclinación de la pendiente está relacionada con el tipo de material que conforma la unidad morfológica y con la susceptibilidad de dicha unidad a la formación de los movimientos en masa. En general se puede afirmar que existe una relación directa y proporcional. Aunque si es un factor dinámico importante, esta relación no siempre es correlacionable y depende principalmente del tipo de movimiento.

La selección de los intervalos de pendiente se puede realizar teniendo en cuenta la distribución espacial de las pendientes que mejor representen las formas del relieve de acuerdo con la escala de los mapas definidos. Para el presente estudio los intervalos de pendiente son los definidos en la Geodatabase del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016.

#### ✓ Relación del intervalo de pendiente en el área de influencia

Es así, como al realizar un análisis cuantitativo del intervalo de pendiente que se observa dentro del área de influencia, el intervalo de pendiente que más prevalece es el ligeramente inclinado (3-7%) (b) con un 74,31%, posteriormente se presenta el intervalo de pendiente moderadamente inclinado (7-12%) con un 18,13%. Asimismo, se observa que el intervalo de pendiente que predomina en el área de desarrollo Llanos 141 es el ligeramente inclinado (3-7%) con un 74,66% y posteriormente se presenta el intervalo de pendiente moderadamente inclinado (7-12%) con un 17,98%.

En la **Tabla 3.2.2-32** y **Figura 3.2.2-24** se muestra la relación espacial de los intervalos de pendiente identificados en el área de influencia y en el polígono del Área de Desarrollo Llanos 141.

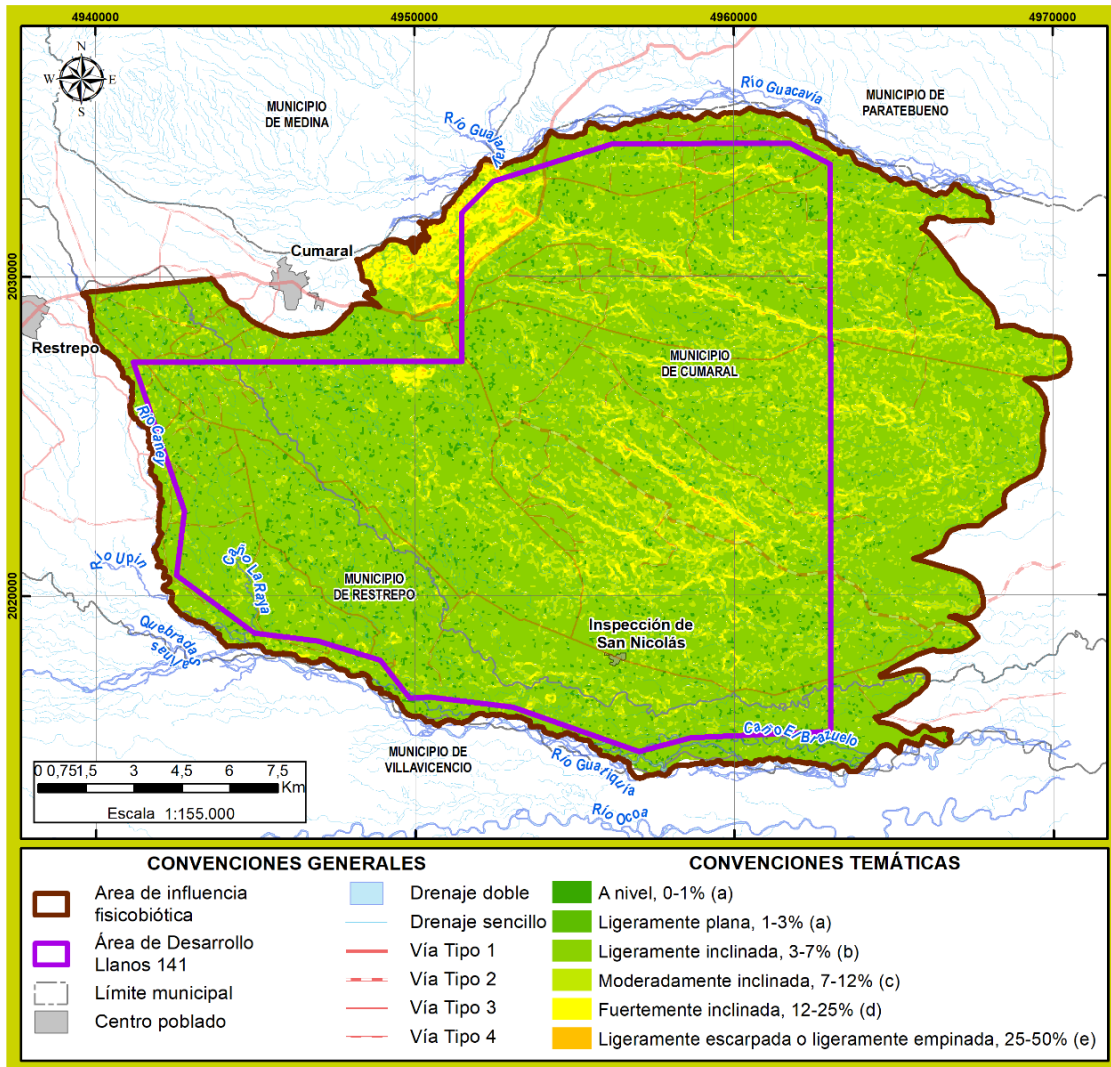
**Tabla 3.2.2-32 Intervalos de pendiente que se presentan en el área de influencia donde se enmarca el proyecto**

INTERVALO DE PENDIENTE	ÁREA DE INFLUENCIA		ÁREA DE DESARROLLO LLANOS 141	
	ha	%	ha	%
A nivel, 0-1% (a)	1309,18	3,05	941,19	3,24
Ligeramente plana, 1-3% (a)	24,02	0,06	18,47	0,06
Ligeramente inclinada, 3-7% (b)	31853,74	74,31	21665,12	74,66
Moderadamente inclinada, 7-12% (c)	7773,06	18,13	5218,03	17,98
Fuertemente inclinada, 12-25% (d)	1811,97	4,23	1123,77	3,87
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50% (e)	92,49	0,22	51,37	0,18
<b>ÁREA TOTAL</b>	<b>42864,46</b>	<b>100,00</b>	<b>29017,96</b>	<b>100,00</b>

Nota:   Intervalo de pendiente que predomina en el área de influencia donde se enmarca el proyecto

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 3.2.2-24 Intervalos de pendiente identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto



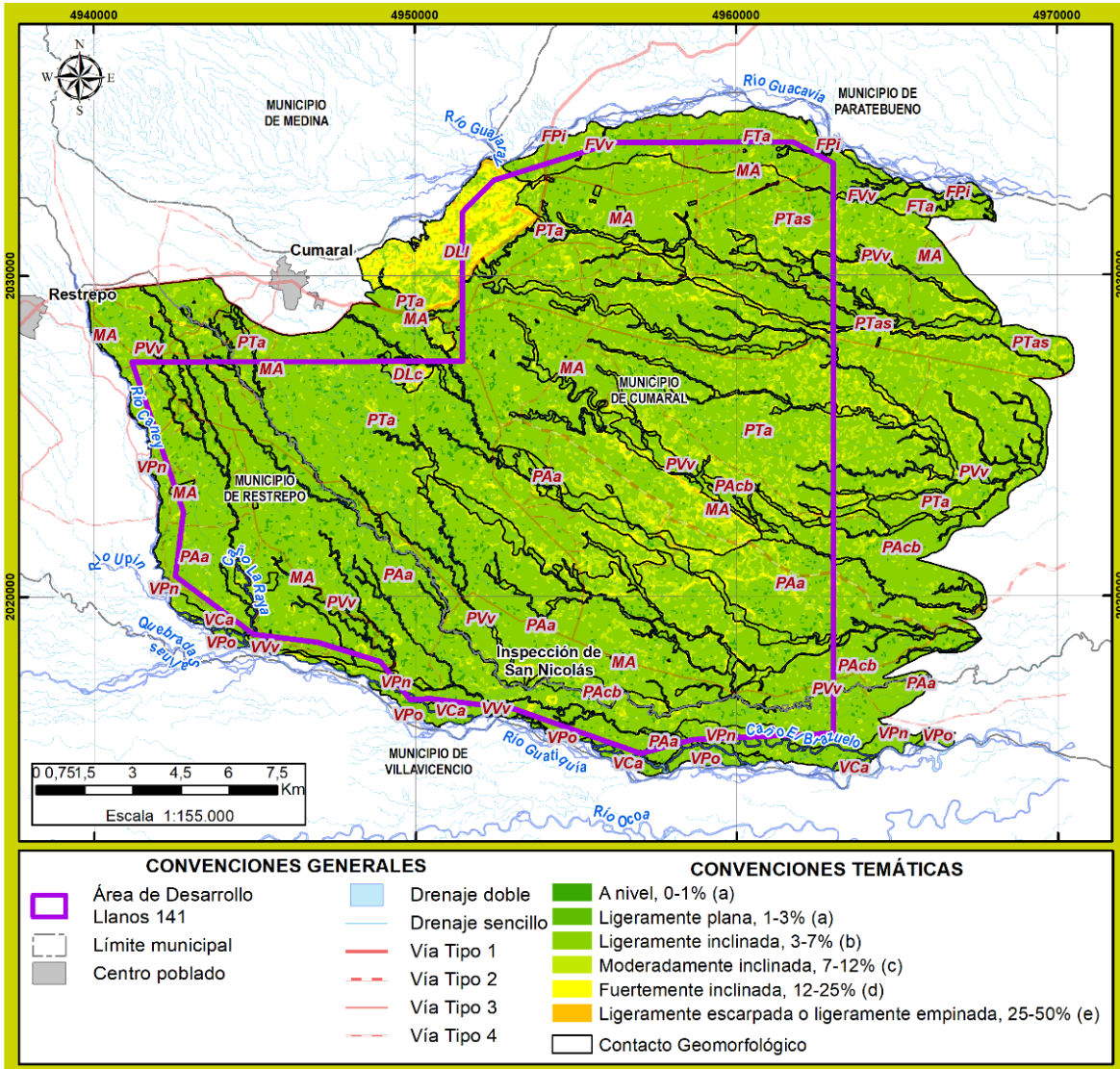
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

✓ **Relación del intervalo de pendiente Vs formas del terreno en el área de influencia**

Al realizar un análisis cuantitativo del intervalo de pendiente con relación a las formas del terreno, se observa que la forma del terreno que más predomina en el área de influencia es la denominada Plano de Terraza de Acumulación (PTa), con un 35,19%, seguido de la forma del terreno llamada Plano de Abanico (PAa) con un 30,54%. Dentro de la forma del terreno Plano de Terraza de Acumulación el intervalo de terreno que más predomina es la moderadamente inclinada (7-12%), seguida de la ligeramente plana (1-3%).

En la **Figura 3.2.2-25 y Tabla 3.2.2-33**, se muestra la relación espacial de los intervalos de pendiente vs las formas del terreno identificados en el área de influencia.

Figura 3.2.2-25 Relación del Intervalos de pendiente vs formas del terreno identificadas dentro del área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Tabla 3.2.2-33 Relación Intervalos de pendiente vs formas del terreno que se identifican en el área de influencia

FORMA DEL TERRENO	0-1%_a		1-3%_a		3-7%_b		7-12%_c		12-25%_d		25-50%_e		ÁREA DE INFLUENCIA	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
DLI	0,25	0,02			180,98	0,57	378,91	4,87	593,33	32,75	68,33	73,88	1221,80	2,85
DLc	0,62	0,05			37,74	0,12	60,03	0,77	50,42	2,78	1,56	1,69	150,37	0,35
PAa	529,94	40,48	8,55	35,58	10697,78	33,58	1673,61	21,53	179,29	9,89			13089,16	30,54
PACb	55,55	4,24	0,92	3,83	1843,31	5,79	404,33	5,20	55,03	3,04			2359,14	5,50
PTa	407,38	31,12	8,58	35,73	11241,17	35,29	2994,60	38,53	419,59	23,16	10,56	11,42	15081,88	35,19
PTas	119,13	9,10	2,37	9,87	3252,10	10,21	844,79	10,87	174,52	9,63	1,69	1,82	4394,60	10,25
PVv	38,44	2,94	0,99	4,14	1719,20	5,40	962,36	12,38	256,01	14,13	9,34	10,10	2986,34	6,97
FTa	74,38	5,68	1,65	6,88	1443,39	4,53	242,69	3,12	58,20	3,21	1,01	1,09	1821,33	4,25
FPI	0,49	0,04	0,41	1,69	81,93	0,26	27,09	0,35	3,67	0,20			113,59	0,27
FVv	1,25	0,10			29,92	0,09	22,72	0,29	6,04	0,33			59,93	0,14
VPn	40,59	3,10	0,31	1,30	722,73	2,27	92,78	1,19	4,99	0,28			861,39	2,01
VPO	32,45	2,48			419,25	1,32	31,34	0,40	4,48	0,25			487,52	1,14
VVv	0,16	0,01			18,22	0,06	5,25	0,07	0,33	0,02			23,96	0,06
VCa	4,03	0,31			62,42	0,20	6,14	0,08	0,22	0,01			72,81	0,17
MA	4,50	0,34	0,23	0,97	103,60	0,33	26,43	0,34	5,86	0,32			140,62	0,33
<b>TOTAL</b>	<b>1309,18</b>	<b>100,00</b>	<b>24,02</b>	<b>100,00</b>	<b>31853,74</b>	<b>100,00</b>	<b>7773,06</b>	<b>100,00</b>	<b>1811,97</b>	<b>100,00</b>	<b>92,49</b>	<b>100,00</b>	<b>42864,46</b>	<b>100,00</b>

Nota:   Predominio del intervalo de pendiente dentro de las formas del terreno

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.2.3 Densidad de drenaje

Este parámetro es el que cuantifica el grado de desarrollo de un sistema hidrográfico y permite conocer su complejidad (Delgadillo & Páez, 2008). Definida como la relación entre la longitud total (Lt) de los cursos de agua perennes, intermitentes y efímeros, de una cuenca y su propia área (A). A mayor densidad de drenaje, el tiempo de escorrentía es menor, por lo cual se considera como otro indicador de peligrosidad teniendo su expresión matemática es la siguiente:

$$D_d = \frac{\text{Longitud corrientes (km)}}{\text{Área cuenca (km}^2\text{)}}$$

Con fines de interpretación de este índice se utilizó la clasificación de la densidad de drenajes que se presenta en la **Tabla 3.2.2-34**.

**Tabla 3.2.2-34 Clasificación de la red de drenaje de las cuencas**

Rango (Km/Km <sup>2</sup> )	Clasificación
Delgadillo y Páez (2008)	
<1	Baja
1 – 2	Moderada
2 – 3	Alta
>3	Muy alta

Fuente: (Delgadillo & Páez, 2008) Adaptado por (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

De acuerdo con la clasificación de la red del drenaje expuesta en la **Tabla 3.2.2-34**, en la **Tabla 3.2.2-35** y **Figura 3.2.2-26** se muestra la densidad del drenaje de la red hidrográfica identificada en el área de influencia.

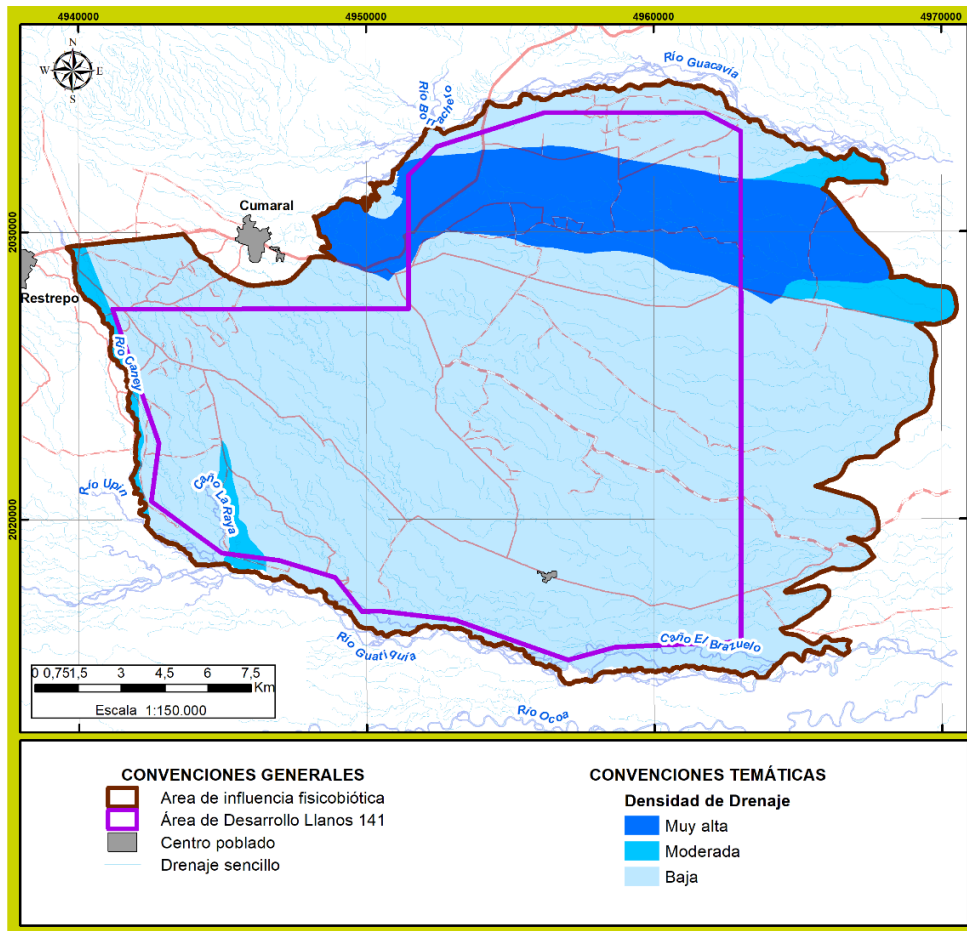
**Tabla 3.2.2-35 Índices del drenaje de las unidades hidrográficas identificadas en el área de influencia**

ID	NOMBRE	DENSIDAD DE DRENAJE	INTERPRETACIÓN DD
		D <sub>d</sub> km/km <sup>2</sup>	
1	Caño Hondo	0,93	Baja
2	Caño Mayuga	0,49	Baja
3	Caño El Caibe	0,60	Baja
4	Caño La Raya	0,72	Baja
5	Caño Carnicerías	0,59	Baja
6	Caño Curímabe	0,35	Baja
7	Caño Pecuca	8,96	Muy alta
8	NN11	0,79	Baja
9	NN7	1,36	Moderada
10	Caño La Abeja	1,04	Moderada
11	NN10	0,73	Baja
12	Caño La Chucua	0,81	Baja
13	Río Caney	1,07	Moderada
14	Caño Bavaria	0,49	Baja
15	NN3	1,43	Moderada
16	Caño El Brazuelo	0,53	Baja

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



Figura 3.2.2-26 Representación espacial de la densidad del drenaje en el área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

En el numeral 3.2.4.3.1\_Área de drenaje del numeral 3.2.4\_Hidrología, se presenta en detalle la metodología, análisis y cuantificación de la densidad del drenaje para cada una de las cuencas hidrográficas que hacen parte del área de influencia donde se enmarca el proyecto.

#### 3.2.2.2.4 Contraste del relieve o relieve relativo

El relieve relativo (Rt) representa la diferencia de altitud de la geofoma, independientemente de su altura absoluta o nivel del mar. Ella se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta, llámese montaña, loma, terraza, meseta, entre otros.

$$Rr = (\text{altura máxima} - \text{altura mínima}) / \text{unidad de área}$$

Este atributo es un indicador cualitativo general de los materiales constitutivos de la geofoma y a la vez es un indicador de la energía potencial de un sistema de drenaje. Adicionalmente, esta información morfométrica permite establecer la dinámica de un movimiento actual o potencial que puede desarrollarse sobre estas geofomas, mediante una relación directa a mayor altitud relativa mayor dinámica del movimiento.

De acuerdo con el índice de contraste determinado para el área de influencia (cota mínima = 237 m.s.n.m y Cota máxima = 495 m.s.n.m), todas las geofomas identificadas presentan un índice calificado como bajo (en color verde claro).

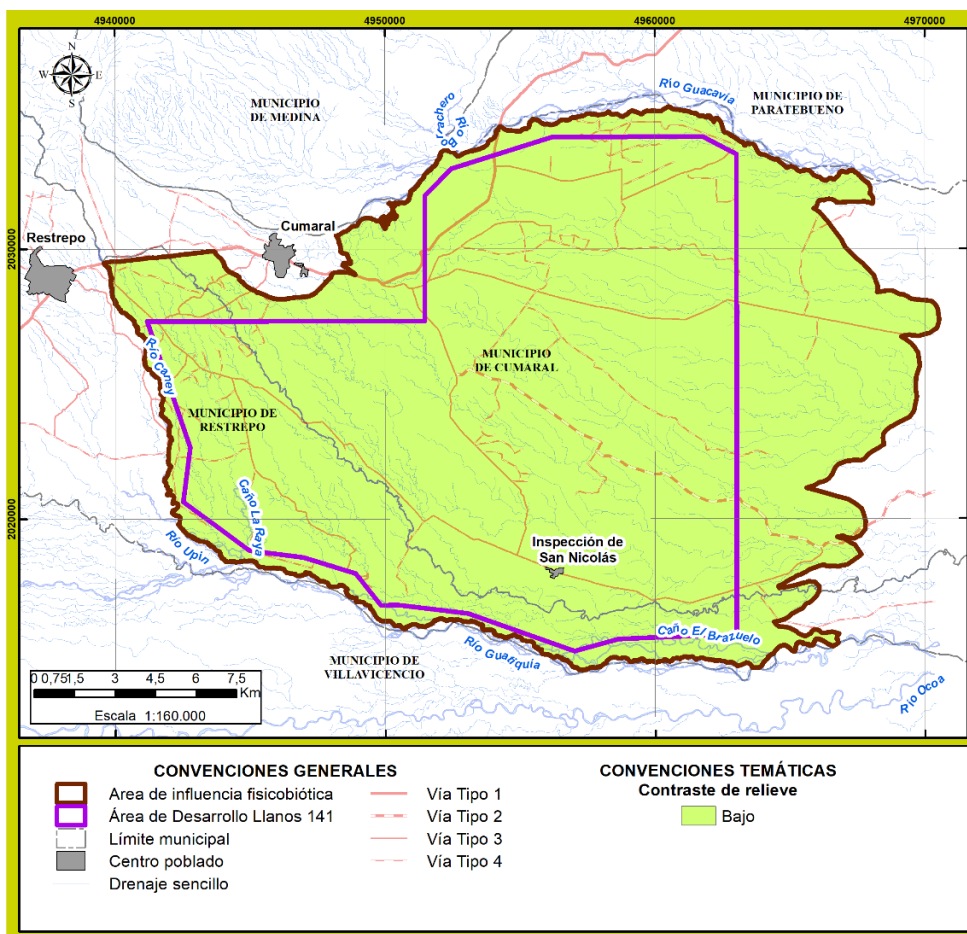
En la **Tabla 3.2.2-36** se muestra los rangos de contraste del relieve, tomados de Van Zuidam (1986) y la relación cualitativa de la resistencia de los materiales asociados. En la **Figura 3.2.2-27** se muestra espacialmente el índice de contraste dentro del área de influencia del Área de Desarrollo Llanos 141.

**Tabla 3.2.2-36 Índice de contraste del relieve o relieve relativo para el área de influencia**

INTERVALO DE ALTURA	DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA (CUALITATIVA)
<50	Muy bajo	Materiales muy blandos y erosionables
50 – 250	Bajo	Materiales blandos erosionables
250 – 500	Moderado	Materiales moderadamente blandos y de erosión alta
500-1000	Alto	Materiales resistentes y de erosión moderada
1000-2500	Muy alto	Materiales muy resistentes y de erosión baja
>2500	Extremadamente alto	Materiales extremadamente resistentes y de erosión muy baja

Fuente: *Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica, Volumen I, INGEOMINAS, Bogotá, D.C., diciembre de 2004.*

**Figura 3.2.2-27 Contraste relativo y/o relieve relativo identificado en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.5 Longitud de La Ladera

La longitud de la ladera es un posible indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geofomas, y se puede establecer una relación entre la longitud de la ladera y la homogeneidad del

material (a mayor longitud mayor homogeneidad). Igualmente, la longitud de la ladera puede determinar una mayor superficie para el desarrollo de procesos morfodinámicos (según Van Zuidam, 1986).

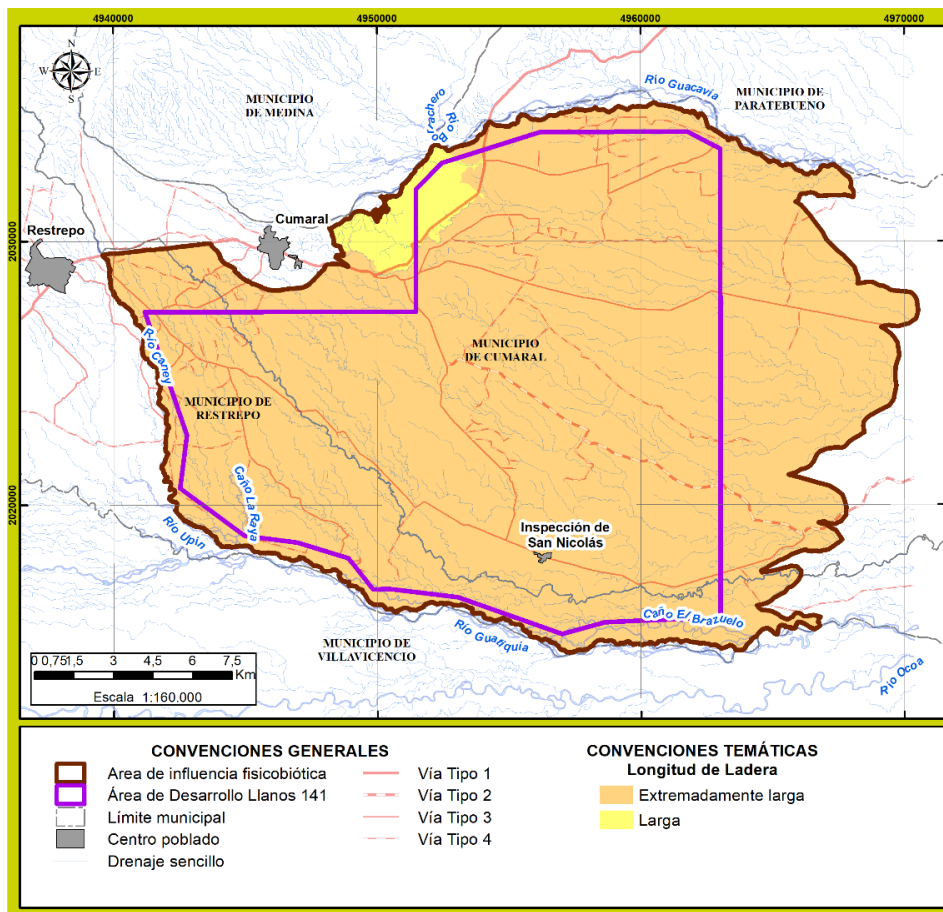
De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-37** y la **Figura 3.2.2-28**, se aprecia que la longitud de ladera con mayor presencia en el área de influencia donde se enmarca el proyecto está definida como EXTREMADAMENTE LARGA (en color naranja claro), la cual está asociada con el paisaje de piedemonte y deposicional. Asimismo, se observa una segunda longitud de ladera denominada LARGA (en color amarillo) asociada con el paisaje de lomerío.

**Tabla 3.2.2-37 Longitud de la ladera para el área de influencia**

LONGITUD DE LA LADERA (m)	DESCRIPCIÓN
<50	Muy corta
0 – 250	Corta
250 – 500	Moderadamente larga
500-1000	Larga
>2500	Extremadamente larga

Fuente: Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica, Volumen I, INGEOMINAS, Bogotá, D.C., diciembre de 2004.

**Figura 3.2.2-28 Representación espacial de la longitud de la ladera dentro del área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.2.6 Patrón de Drenaje

El patrón de drenaje se define según Lueder 1971 en CIAF (1971), como "la distribución de todos los canales de drenaje superficiales en un área que estén ocupados o no por aguas permanentes". El patrón de drenaje que se desarrolla en un área está controlado por la inclinación principal del terreno, el tipo y estructura geológica de la roca subyacente, la densidad de la vegetación y las condiciones climáticas.

Es importante anotar que el patrón de drenaje refleja la homogeneidad o heterogeneidad del terreno, en cuanto a su litología infrayacente y las estructuras que lo controlan, tal y como se menciona en la **Tabla 3.2.2-38**.

**Tabla 3.2.2-38 Patrones de drenaje y sus materiales de origen**

PATRÓN DEL DRENAJE	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL
DENDRÍTICO	Material homogéneo uniforme resistente (rocas duras o blandas de grano muy fino y textura fina).
SUBDENDRÍTICO	Material homogéneo, resistencia uniforme, pero con la influencia de la pendiente del terreno.
PARALELO	Se desarrolla sobre materiales duros a resistentes con pendientes moderadas a altas o material no consolidado
SUBPARALELO	Características del material similar, con pendiente media y control de geoformas subparalelas.
PINADO	Material homogéneo, de textura fina fácilmente erodable.
RECTANGULAR	Material cristalino resistente, homogéneo y con control estructural fallas diaclasas.
RADIAL	Heterogeneidad en el material y en la resistencia del mismo. Hay control de estructura de geoformas.
ANULAR	Homogeneidad en el material (solubles, porosos o depósitos no consolidados), desarrollo de geoformas esculpidas de diferente origen.
MULTICUENCA	Homogeneidad en el material (solubles, porosos o depósitos no consolidados), desarrollo de geoformas esculpidas de diferente origen.
CONTORSIONADO	Rocas metamórficas resistentes, en capas gruesas y muy replegadas. Igualmente se desarrollan en diques ígneos resistentes.

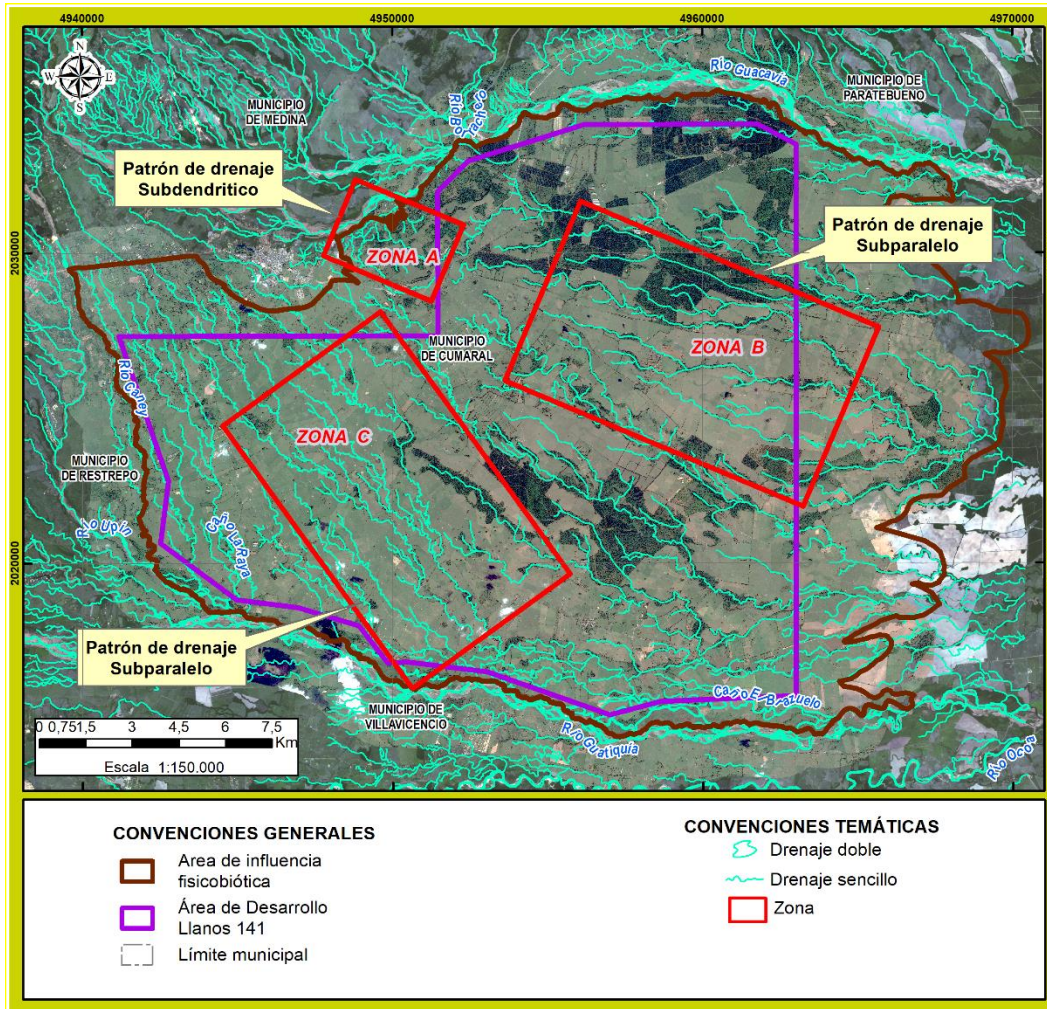
Fuente: (Fundamentos de Fotointerpretación, Escuela Colombiana de Ingeniería (2007) <sup>1</sup>.)

A partir de lo anteriormente mencionado, considerando que el ambiente deposicional es el que predomina en el área de influencia (ocupando el 96,47% de la misma), el principal patrón del drenaje que se observa en el área en mención es el denominado **subparalelo**. En el ambiente denominado mixto (que ocupa el 3,20% del área de influencia), se presenta el patrón del drenaje **subdendrítico**. Para ubicar espacialmente la zona donde espacialmente se presentan los patrones del drenaje antes mencionados, en el área de influencia se identificaron tres (3) zonas, denominadas: zona A, zona B y zona C, respectivamente (**Figura 3.2.2-29**).

La caracterización del patrón de drenaje subdendrítico se presenta en la zona A y la caracterización del patrón del drenaje subparalelo se presenta en la zona B y Zona C.

1 GONZALES FLECHER, Álvaro., Fundamentos de Fotointerpretación. Escuela Colombiana de Ingeniería, 2007.

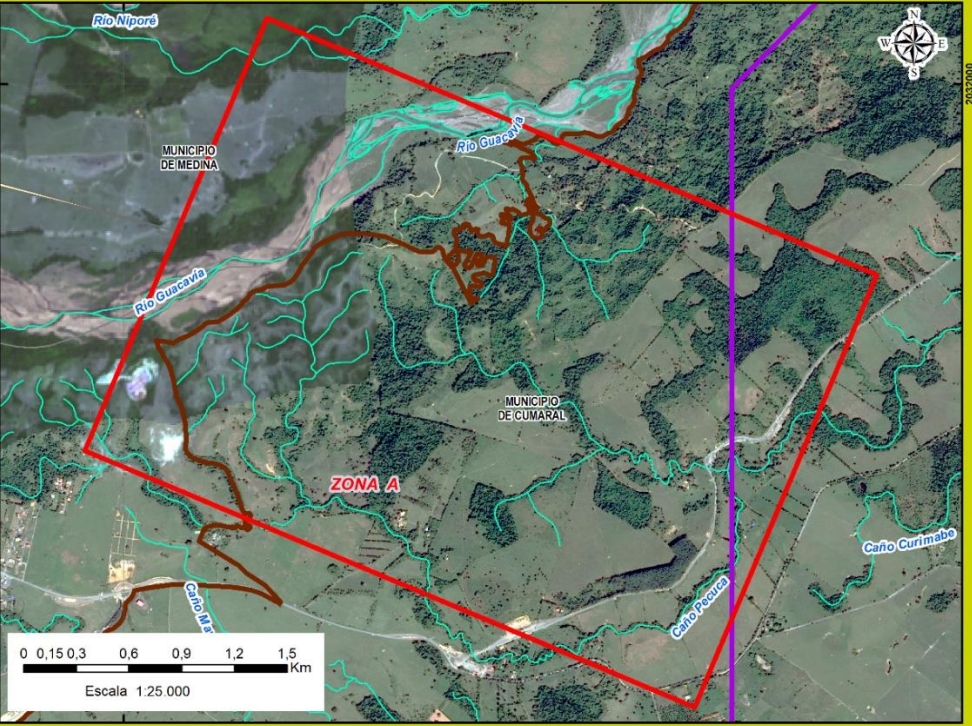
Figura 3.2.2-29 Zonas representativas de los patrones del drenaje identificado en el área de influencia donde se enmarca el proyecto



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

A continuación, se hace una descripción del patrón del drenaje identificados en la zona identificada como A, B y C (Tabla 3.2-39).

Tabla 3.2-39 Patrones de drenaje identificados dentro del área de influencia

PATRÓN DE DRENAJE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
Subdendrítico	<p>Localizado en el costado norte y noroccidental del área de influencia (Zona A), este patrón del drenaje presenta un arreglo algo ramificado y arborizado, característico de la homogeneidad litológica y del tipo de material que predomina en el área, en este caso principalmente arcilloso (Formación Guayabo – N2c), el cual se constituye en un material impermeable, cuyo principal proceso geomórfico es el de escorrentía.</p>	 <p><b>CONVENCIONES GENERALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid brown; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área de influencia fisicobiótica</li> <li><span style="border: 1px solid purple; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área de Desarrollo Llanos 141</li> </ul> <p><b>CONVENCIONES TEMÁTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: cyan; font-size: 1.2em;">~</span> Drenaje doble</li> <li><span style="color: cyan; font-size: 1.2em;">~</span> Drenaje sencillo</li> <li><span style="border: 1px solid red; display: inline-block; width: 15px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Zona</li> </ul>

PATRÓN DE DRENAJE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
<p><b>Subparalelo</b></p>	<p>El patrón del drenaje subdendrítico se presenta a lo largo y ancho del área de influencia (representado en las zonas B y Zona c). Asociado a la red del drenaje que presenta una baja sinuosidad y bien definidos e integrados, que confluyen a otros diagonalmente. Tal condición es indicador del control de la pendiente del terreno que se presenta en la zona, con direcciones preferenciales bien marcadas NW-SE.</p> <p>En el polígono asociado con la zona B, está representado por los drenajes denominados caño Pecuca, Agualinda, El Oso, La Sierra, Mojaculo, Las Monjas, Corosal, Caney, Leche Miel y Carnicerías, (entre otros).</p>	

PATRÓN DE DRENAJE	DESCRIPCIÓN	FIGURA
	<p>En el polígono asociado con la zona C, está representado por los drenajes denominados caño Tripero, Loro, Piedras Negras, Tripas, El Caibe, Hondo, Brazuelo, Trapiche y Los Naranjos, entre otros).</p>	<p><b>CONVENCIONES GENERALES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Area de influencia fisicobiótica</li> <li>Área de Desarrollo Llanos 141</li> </ul> <p><b>CONVENCIONES TEMÁTICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Drenaje doble</li> <li>Drenaje sencillo</li> <li>Zona</li> </ul>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)



En el numeral **3.2.4.3.2 del Capítulo 3.0** se presenta el análisis del patrón de la red del drenaje antes mencionada.

### 3.2.2.3 Morfodinámica

La morfodinámica trata principalmente del análisis de los movimientos en masa (ya sea deslizamientos, caída de bloques, flujos, entre otros) y de los procesos erosivos, los cuales pueden deberse tanto a agentes internos (Endógenos) como externos (Exógenos). Así mismo, el análisis de los movimientos antes mencionados y de dichos procesos permiten dar un nivel de susceptibilidad en la afectación del terreno por inestabilidad.

Para la obtención del mapa de procesos morfodinámicos fue necesario la realización de tres (3) etapas, a saber: la primera consistió en la revisión de información secundaria e interpretación de los principales procesos morfodinámicos visibles a la escala de trabajo 1:10.000. La segunda consistió en la ejecución de una etapa de campo realizada en el mes de enero y febrero de 2023, esta con el fin de verificar los procesos identificados en la primera etapa y determinar cualitativamente sus principales características, tales como: actividad, dimensiones, materiales involucrados, pendiente, entre otros. Por último, la tercera etapa se realizó el presente capítulo en el que se compilan los principales procesos morfodinámicos en el área de influencia donde se enmarca el proyecto y sus principales características (área, extensión, grado, entre otras).

A continuación, se hará una descripción de los resultados obtenidos en cada una de las etapas antes mencionadas.

#### 3.2.2.3.1 Etapa de precampo

##### ➤ Análisis de la información secundaria

Se tomó como punto de partida la información existente aportada por la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA) y el y el portal del Servicio Geológico Colombiano (SIMMA/Unidades geomorfológicas. Servicio Geológico Colombiano<sup>2</sup>) (Tabla 3.2.2-40).

**Tabla 3.2.2-40 Información secundaria recopilada para la caracterización geomorfológica (procesos morfodinámicos) del área de influencia**

CLASE	NOMBRE
Informes	<i>Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guatiquía. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA). Escala 1:25.000. Año 2010 3. Resolución 003 del año 2010.</i>
	<i>Servicio Geológico Colombiano – SGC /SIMMA/Sistema de Información de Movimientos en Masa.</i>
Imagen	<i>Imagen multiespectral del satélite SPOT 6, tomada en julio 29 del año 2022, con una resolución espacial de 1.5 metros y una resolución espectral de 4 bandas.</i>

Fuente: (Compilado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Teniendo en cuenta las fuentes consultadas y mencionadas en la **Tabla 3.2.2-40**, a continuación, se presenta una descripción breve pero detallada de cada insumo.

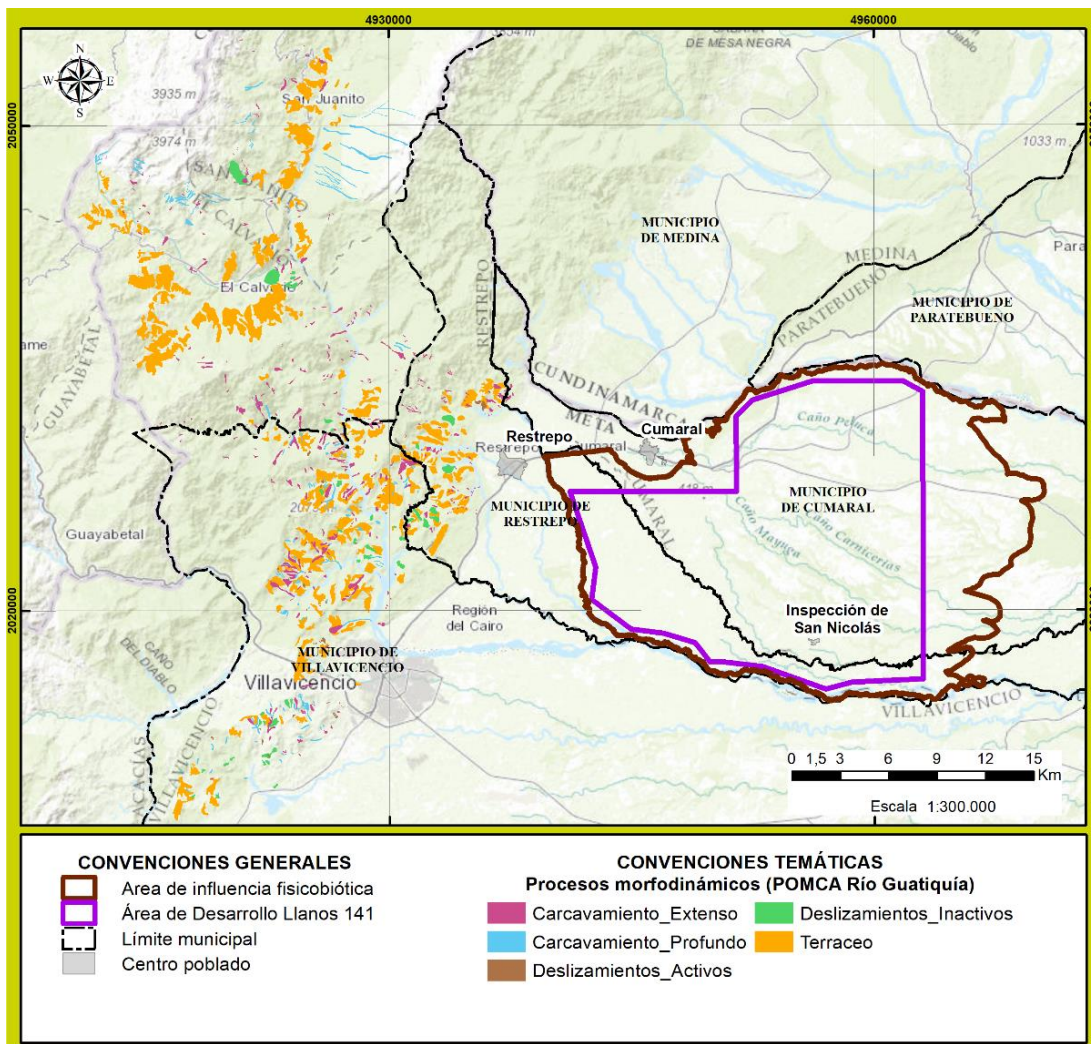
<sup>2</sup> SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (SGC). SIMMA/Unidades geomorfológicasCahe. <http://srvags.sgc.gov.co/arcgis/rest/services/SIMMA/UnidadesGeomorfologicasCache/MapServer/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml>

<sup>3</sup> UAESPNN- CAEMA. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Guatiquía. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA). Escala 1:25.000. 2010

- **Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Guatiquía. Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA). Escala 1:25.000. Año 2010.**

Una vez realizada la superposición del área de influencia con la información espacial contenida en el POMCA del Río Guatiquía en lo referido al inventario de procesos morfodinámicos, se identificaron 794 procesos. Los cuales se localizan por fuera del área de influencia mencionada y en la parte alta de la cuenca del río Guatiquía. De los 794 procesos identificados, 392 corresponden a carcavamiento extenso, 149 a carcavamiento profundo, 34 deslizamientos activos, 43 deslizamientos activos y 178 terraceo (**Figura 3.2.2-30**).

**Figura 3.2.2-30 Localización de los movimientos en masa a partir de la información contenida en el POMCA del río Guatiquía (Información secundaria)**



Fuente: (Plan de Ordenamiento de la Cuenca Hidrográfica del río Guatiquía. Escala 1:25.000. Año 2010 y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

- **Servicio Geológico Colombiano – SGC /SIMMA/Sistema de Información de Movimientos en Masa.**

Adicionalmente, a los estudios antes mencionados se realizó la búsqueda en el Sistema de Información de Movimientos en Masa (SIMMA) y específicamente en el registro de movimientos en masa que se hubiesen presentado en el municipio de Restrepo y Cumaral (Meta), encontrando lo siguiente: en la jurisdicción del municipio de Restrepo se encontró el reporte de dos (2) eventos de inestabilidad (en el año 2005), tal y como se muestra en la **Tabla 3.2.2-41** y **Figura 3.2.2-31**. Para el municipio de Cumaral no se encontró el reporte de eventos de inestabilidad.

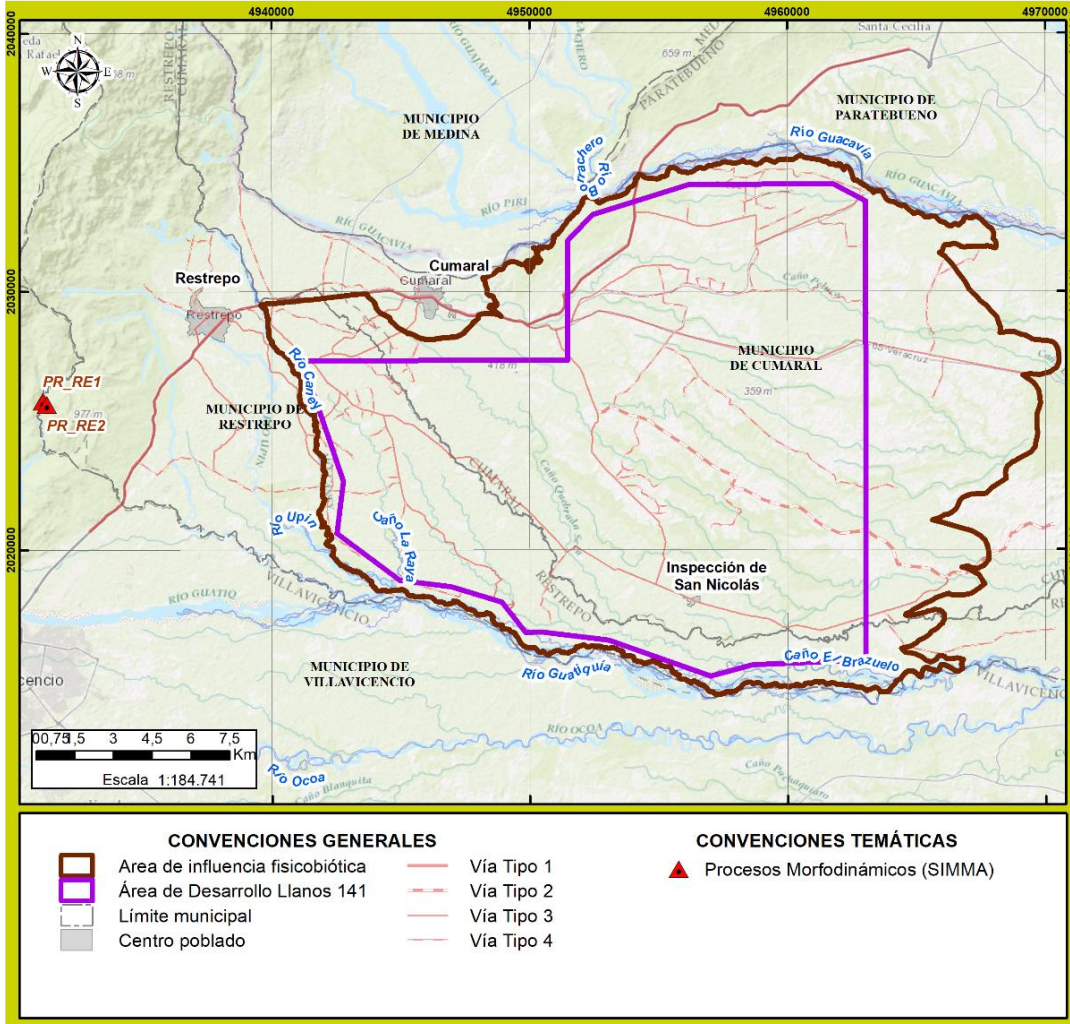
**Tabla 3.2.2-41 Inventario de procesos morfodinámicos en el área de influencia a partir de la información contenida en el servicio geológico colombiano - SGC (Información secundaria)**

TIPO DE FENÓMENO	FECHA DEL EVENTO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		DESCRIPCIÓN	VEREDA	MUNICIPIO	DEPARTAMENTO
		ESTE	NORTE				
Deslizamiento traslacional.- Roca	11/03/2005	4931111,70	2025746,89	PR_RE1. Junto a una quebrada afluente de la margen izquierda de Q. Negra. Dirección del movimiento (grados): 355, ancho de la masa desplazada (m): 42, azimut del talud (grados: 85, longitud total (m): 65. Factor detonante: Lluvias	Restrepo	Restrepo	Meta
Deslizamiento traslacional.- detritos	11/03/2005	4931267,26	2025630,19	PR_RE2. Junto a una quebrada afluente de la margen izquierda de Q. Negra. Dirección del movimiento (grados): 305, ancho de la masa desplazada (m): 65, azimut del talud (grados: 70, longitud total (m): 90. Factor detonante: Lluvias	Santa Cecilia	Restrepo	Meta

Fuente: ([www.simma.sgc.goc.co](http://www.simma.sgc.goc.co) y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

De acuerdo con la información identificada, evaluada y georreferenciada del Servicio Geológico, los reportes de eventos de movimientos en masa están localizados hacia el costado noroccidental y por fuera del área de influencia donde se enmarca el proyecto.

**Figura 3.2.2-31 Localización espacial de los movimientos en masa en el sector aferente al área de influencia a partir de la información contenida en el servicio geológico colombiano - SGC**



Fuente: ([www.simma.sgc.gov.co](http://www.simma.sgc.gov.co) y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

➤ **Fotointerpretación de procesos morfodinámicos**

Una vez evaluada la información cartográfica y las memorias de los diferentes estudios consultados (numeral 1.5.3.8\_Geotecnia del Capítulo 1.0\_Generalidades), se realizó la fotointerpretación de los procesos morfodinámicos (**Anexo 3 Caracterización ambiental, 3.2.2 Geomorfología.**) existentes en el área de influencia, de una imagen multispectral, cuyas especificaciones se presentan en la **Tabla 3.2.2-42**.

**Tabla 3.2.2-42 Especificaciones de la imagen utilizada en la fotointerpretación de los procesos morfodinámicos en el área de influencia**

TIPO DE IMAGEN	FECHA DE CAPTURA	RESOLUCIÓN ESPECTRAL	RESOLUCIÓN ESPACIAL
Imagen multispectral del satélite SPOT 6	Julio 29 del año 2022	4 bandas.	1.5 metros

Fuente: (ECOPETROL S.A., 2023)

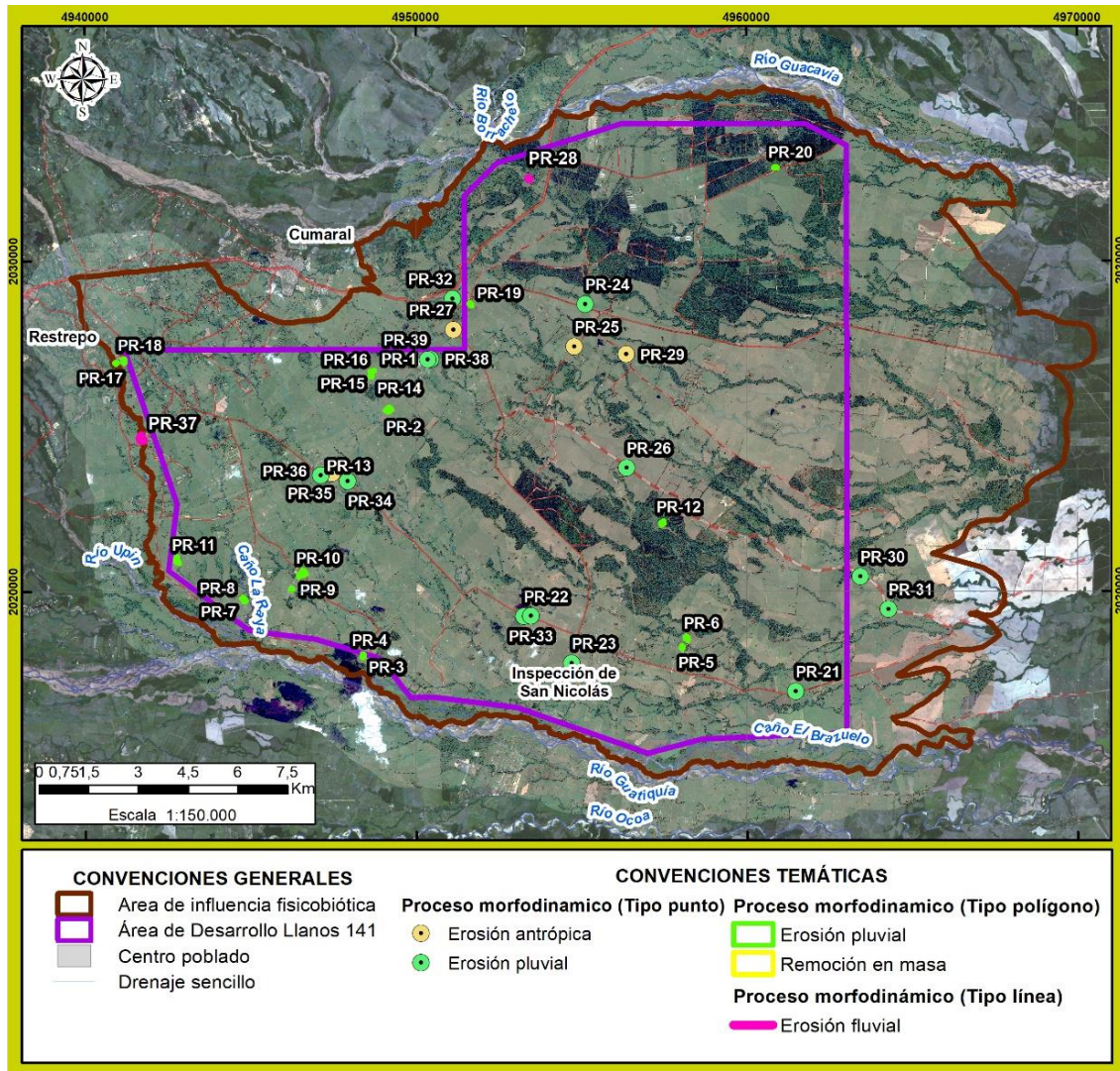
A partir de la información antes mencionada se procedió a realizar la fotointerpretación de los procesos morfodinámicos, encontrando un total de 39 procesos de tipo denudativo, de los cuales 32 son de tipo pluvial, dos (2) están asociados con la erosión fluvial (socavación lateral y de fondo), cuatro (4) están asociados con la erosión antrópica y uno (1) relacionado con un fenómeno de remoción en masa, tal y como se presenta en la **Tabla 3.2.2-43** y **Figura 3.2.2-32**. (Anexo 3\_Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología.)

**Tabla 3.2.2-43 Inventario de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia en la fase de fotointerpretación**

ID	TIPO DE	NOMBRE DEL PROCESO	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		GEOMETRÍA
	PROCESO		ESTE	NORTE	
PR-1	Denudativo	Remoción en masa	4950307,06	2027051,37	POLÍGONO
PR-2	Denudativo	Erosión pluvial	4949178,74	2025499,09	POLÍGONO
PR-3	Denudativo	Erosión pluvial	4948373,64	2018034,11	POLÍGONO
PR-4	Denudativo	Erosión pluvial	4948400,18	2018081,74	POLÍGONO
PR-5	Denudativo	Erosión pluvial	4958043,67	2018305,94	POLÍGONO
PR-7	Denudativo	Erosión pluvial	4958177,45	2018583,63	POLÍGONO
PR-7	Denudativo	Erosión pluvial	4944801,64	2019732,83	POLÍGONO
PR-8	Denudativo	Erosión pluvial	4944765,08	2019804,42	POLÍGONO
PR-9	Denudativo	Erosión pluvial	4946230,87	2020076,66	POLÍGONO
PR-10	Denudativo	Erosión pluvial	4946559,14	2020548,87	POLÍGONO
PR-11	Denudativo	Erosión pluvial	4942760,82	2020964,56	POLÍGONO
PR-12	Denudativo	Erosión pluvial	4957451,84	2022074,88	POLÍGONO
PR-13	Denudativo	Erosión pluvial	4947063,91	2023433,59	POLÍGONO
PR-14	Denudativo	Erosión pluvial	4948643,97	2026527,62	POLÍGONO
PR-15	Denudativo	Erosión pluvial	4948642,63	2026662,26	POLÍGONO
PR-16	Denudativo	Erosión pluvial	4948723,58	2026686,29	POLÍGONO
PR-17	Denudativo	Erosión pluvial	4940926,34	2026926,22	POLÍGONO
PR-18	Denudativo	Erosión pluvial	4941172,09	2026993,45	POLÍGONO
PR-19	Denudativo	Erosión pluvial	4951651,03	2028691,68	POLÍGONO
PR-20	Denudativo	Erosión pluvial	4960867,96	2032824,44	POLÍGONO
PR-21	Denudativo	Erosión pluvial	4961489,02	2016974,63	PUNTO
PR-22	Denudativo	Erosión pluvial	4953268,86	2019257,67	PUNTO
PR-23	Denudativo	Erosión pluvial	4954706,29	2017831,66	PUNTO
PR-24	Denudativo	Erosión pluvial	4955130,78	2028691,21	PUNTO
PR-25	Denudativo	Erosión antrópica	4954803,31	2027412,1	PUNTO
PR-26	Denudativo	Erosión pluvial	4956379,2	2023737,29	PUNTO
PR-27	Denudativo	Erosión antrópica	4951140,37	2027927,02	PUNTO
PR-28	Denudativo	Erosión fluvial	4953420,89	2032489,74	LÍNEA
PR-29	Denudativo	Erosión antrópica	4956364,92	2027179,48	PUNTO
PR-30	Denudativo	Erosión pluvial	4963446,11	2020441,68	PUNTO
PR-31	Denudativo	Erosión pluvial	4964297,33	2019450,97	PUNTO
PR-32	Denudativo	Erosión pluvial	4951116,48	2028863,29	PUNTO
PR-33	Denudativo	Erosión pluvial	4953476,6	2019269,21	PUNTO
PR-34	Denudativo	Erosión pluvial	4947935,96	2023354,62	PUNTO
PR-35	Denudativo	Erosión Antrópica	4947462,87	2023591,55	PUNTO
PR-36	Denudativo	Erosión pluvial	4947122,68	2023522,46	PUNTO
PR-37	Denudativo	Erosión fluvial	4941685,07	2024635,85	LÍNEA
PR-38	Denudativo	Erosión pluvial	4950457,7	2027043,34	PUNTO
PR-39	Denudativo	Erosión pluvial	4950364,21	2027021,06	PUNTO

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Figura 3.2.2-32 Fotointerpretación de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.3.2 Etapa de campo

Una vez identificadas las características del componente geotécnico del área de influencia donde se enmarca el proyecto y de sus zonas aferentes a partir de lo consignado en la información secundaria (numeral 1.5.3.8\_Geotecnia del capítulo 1.0), se procedió a realizar un reconocimiento en campo durante el mes de enero y febrero de 2023, lo cual permitió, entre otras cosas, la verificación de 15 de los 39 procesos morfodinámicos identificados en la etapa precampo y la identificación, caracterización de 20 procesos morfodinámicos adicionales (nuevos), para un total de 54 procesos morfodinámicos (Tabla 3.2.2-44 y Figura 3.2.2-33).

**Tabla 3.2.2-44 Verificación de algunos de los procesos morfodinámicos identificados en la etapa precampo e identificación de nuevos procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia donde se enmarca el proyecto**

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE	
PR-1 (*)	Denudativo	Remoción en masa	Desligamiento rotacional y caída de material (suelo)	4950307,06	2027051,37	Polígono
PR-21 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4961489,02	2016974,63	Punto
PR-22 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4953268,86	2019257,67	Punto
PR-23 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4954706,29	2017831,66	Punto
PR-24 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a ligero, de extensión puntual	4955130,78	2028691,21	Punto
PR-25 (*)	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 1,0 m de altura, producto de la excavación artesanal para la construcción de un jaguey	4954803,31	2027412,1	Punto
PR-26 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material aluvial parental	4956379,2	2023737,29	Punto
PR-27 (*)	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 1,5 m de altura y de 20 m de longitud, producto de la explotación artesanal de material de cantera (areno limos)	4951140,37	2027927,02	Punto
PR-28 (**)	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral de extensión puntual, con una longitud de aproximadamente de 3 0 m.	4953420,89	2032489,74	Línea
PR-29 (*)	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 2,5 m de altura, producto de la excavación antrópica para la construcción de un jaguey	4956364,92	2027179,48	Punto
PR-30 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4963446,11	2020441,68	Punto
PR-31 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial	4964297,33	2019450,97	Punto
PR-32 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada	4951116,48	2028863,29	Punto
PR-33 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado a ligero, de extensión puntual	4953476,6	2019269,21	Punto
PR-34 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4947935,96	2023354,62	Punto
PR-35 (*)	Denudativo	Erosión Antrópica	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4947462,87	2023591,55	Punto
PR-36 (*)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4947122,68	2023522,46	Punto
PR-37 (*)	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral identificada en la margen derecha del río Caney, de aproximadamente 50 m de longitud	4941685,07	2024635,85	Línea
PR-38 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4950457,7	2027043,34	Punto
PR-39 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada	4950364,21	2027021,06	Punto

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE	
PR-40 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual	4954621,81	2017569,61	Punto
PR-41 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4951328,9	2027836,85	Punto
PR-42 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual	4965158,8	2027580,5	Punto
PR-43 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material aluvial parental	4956372,27	2023775,99	Punto
PR-44 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c)	4952597,67	2032523,41	Punto
PR-45 (**)	Denudativo	Remoción en masa	Deslizamiento rotacional en suelo	4952503,53	2032381,75	Punto
PR-46 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c)	4952937,57	2031980,19	Punto
PR-47 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c)	4952770,03	2032071,4	Línea
PR-48 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c)	4949932,07	2029194,55	Punto
PR-49 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4953258,19	2029999,63	Punto
PR-50 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada	4958322,56	2022152,23	Punto
PR-51 (**)	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 2,0 m de altura y de 15 m de longitud, producto de la explotación artesanal de material de cantera (areno limos)	4950646,31	2028693,49	Punto
PR-52 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual	4961880,89	2029766,53	Punto
PR-53 (**)	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral de aproximadamente 20 m de longitud	4950440,16	2020773,5	Punto
PR-54 (**)	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en cárcavas de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada	4950304,78	2026695,54	Punto

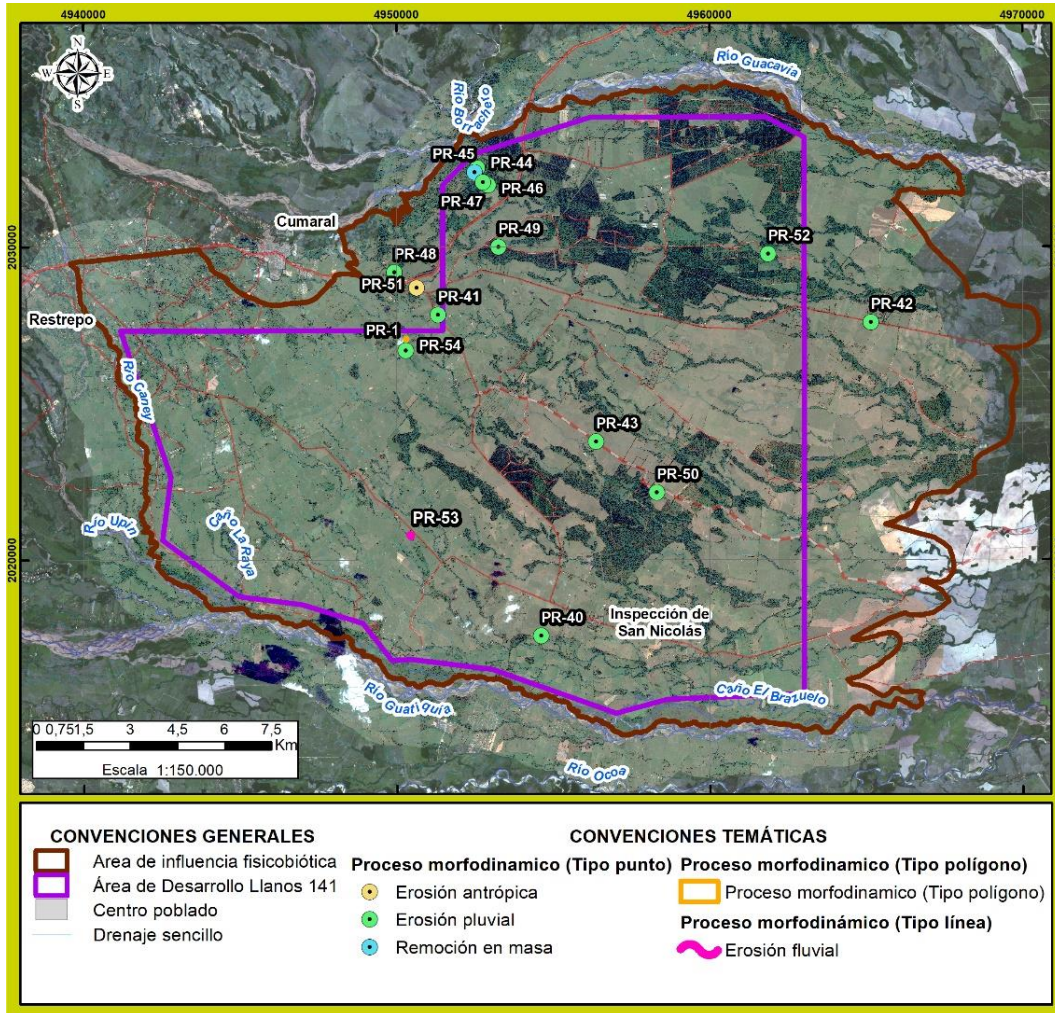
Nota: (\*) Procesos morfodinámicos identificados en la fase de fotointerpretación y verificados en la etapa de campo en el mes de enero y febrero de 2023.

(\*\*) Procesos morfodinámicos identificados en la etapa de campo en el mes de enero y febrero de 2023.

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



Figura 3.2.2-33 Inventario de los procesos morfodinámicos en el área de influencia donde se enmarca el proyecto



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### 3.2.2.3.3 Etapa de poscampo

Una vez realizada la búsqueda de información secundaria asociada con los procesos morfodinámicos y la fotointerpretación de estos en la etapa precampo, se ejecutó la etapa de campo durante el mes de enero y febrero de 2023 en donde se procedió a realizar la verificación de algunos de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia en la etapa precampo, finalmente, se procedió en una etapa postcampo a realizar la evaluación, análisis y compilación de la información disponible para la determinación de la susceptibilidad ante la generación de fenómenos de remoción en masa y la zonificación geotécnica, cuyos resultados serán mostrados a continuación (Tabla 3.2.2-45 y Figura 3.2.2-34). En el **Anexo 3 Caracterización ambiental, 3.2.2 Geomorfología** se presenta la descripción en detalle de cada uno de los procesos morfodinámicos a continuación enunciados.

Es así, como se identificaron un total de 54 procesos morfodinámicos, de los cuales 31 corresponden a procesos tipo punto (37,04%), tres (3) corresponden a procesos tipo lineal (5,56%) y 20

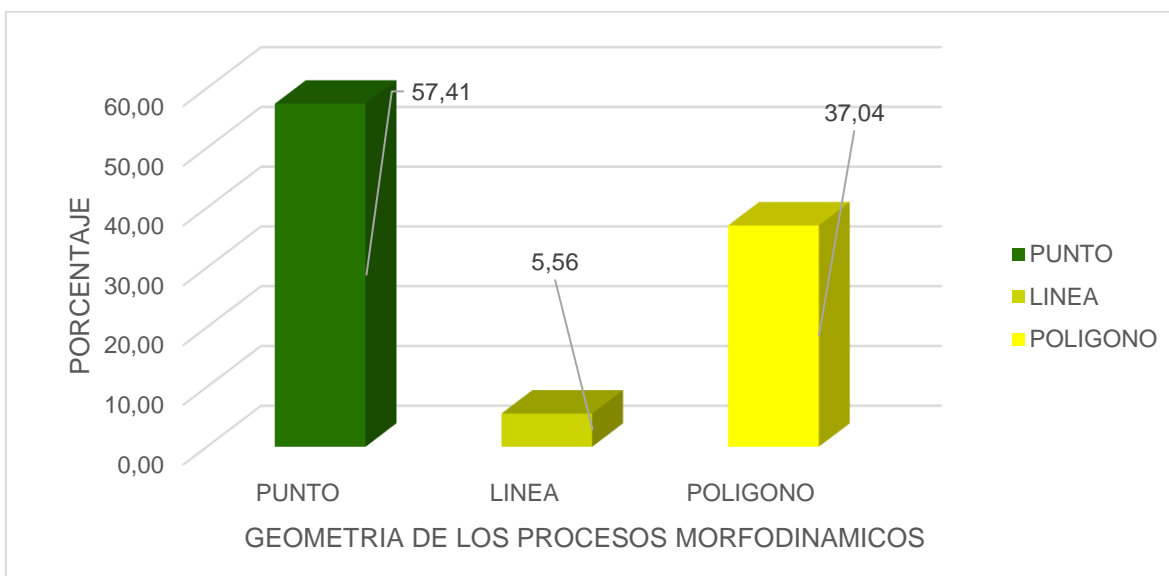
corresponden a procesos tipo polígono (62,96%). En la **Tabla 3.2.2-45** y **Figura 3.2.2-34** se consolida la información antes mencionada.

**Tabla 3.2.2-45 Resumen de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con la geometría**

TIPO PROCESO	PUNTO	LÍNEA	POLÍGONO	TOTAL
Denudativo	31	3	20	54
%	37,04%	5,56%	62,96%	100,00%

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-34 Resumen porcentual (%) de los tipos y geometría de procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia del Área de Desarrollo Llanos 141.**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

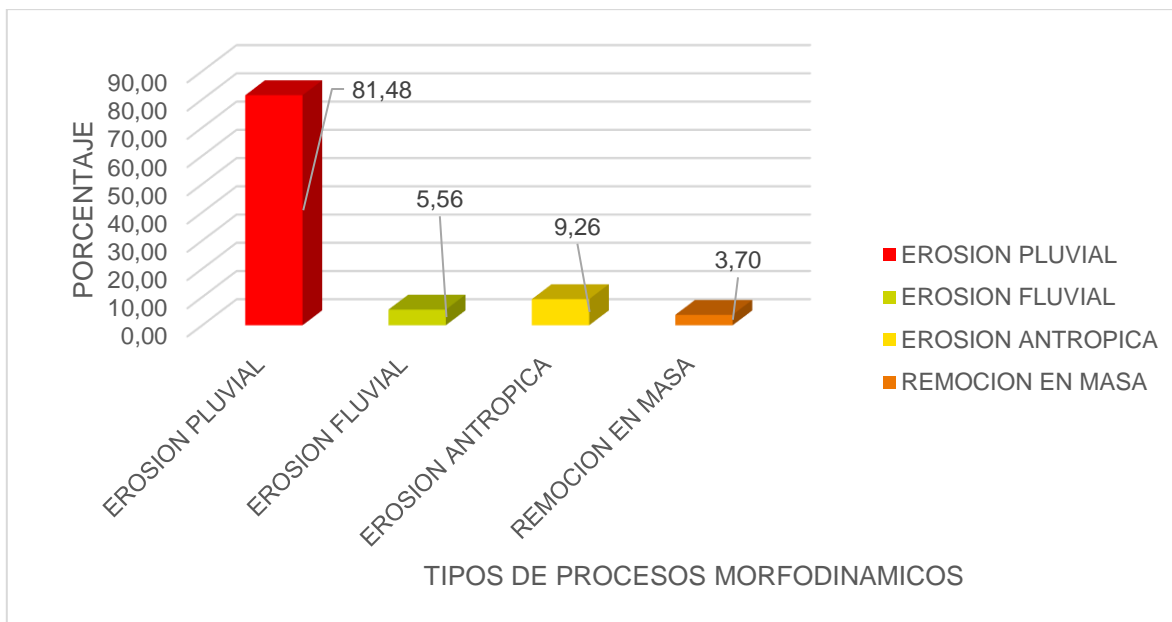
Asimismo, de los 54 procesos morfodinámicos (tipo punto y polígono), 44 corresponden a procesos de erosión de tipo pluvial (81,48%), tres (3) corresponden a procesos de erosión de tipo fluvial (5,56%), cinco (5) corresponden a erosión de tipo antrópica (9,26%) y dos (2) corresponde a fenómenos de remoción en masa (3,70%). En la **Tabla 3.2.2.46** y en la **Figura 3.2.2-35** se presenta un resumen de los tipos de procesos y nombres vs la geometría del proceso.

**Tabla 3.2.2.46 Resumen de los procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con el tipo, nombre y geometría del proceso.**

TIPO PROCESO	NOMBRE	CANTIDAD			SUBTOTAL	%
		GEOMETRÍA TIPO PUNTO	GEOMETRÍA TIPO LÍNEA	GEOMETRÍA TIPO POLÍGONO		
Denudativo	Erosión Pluvial	25		19	44	81,48
Denudativo	Erosión Fluvial	0	3	0	3	5,56
Denudativo	Erosión Antrópica	5		0	5	9,26
Denudativo	Remoción en Masa	1		1	2	3,70
<b>TOTAL</b>		<b>31</b>	<b>3</b>	<b>20</b>	<b>54</b>	<b>100,00</b>

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)


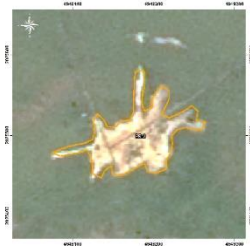
**Figura 3.2.2-35** Procesos morfodinámicos identificados en el área de influencia de acuerdo con el tipo, nombre y geometría

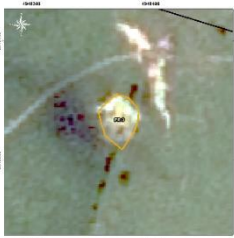
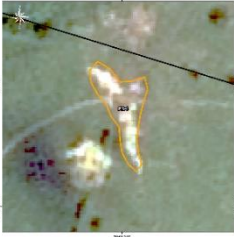
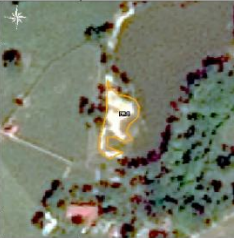
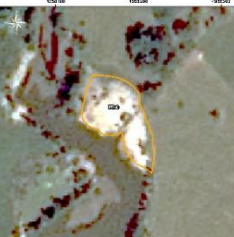
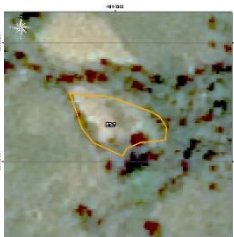
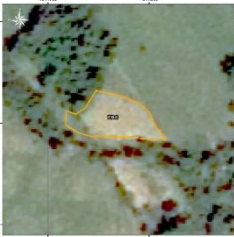




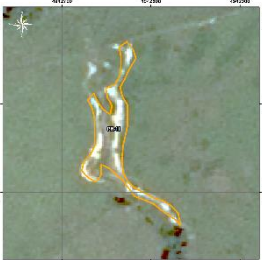
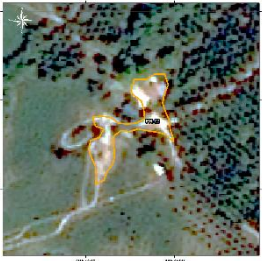
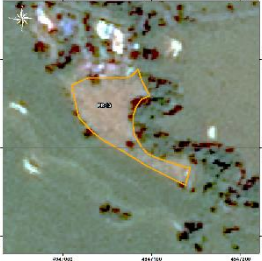
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)


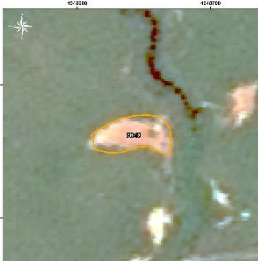

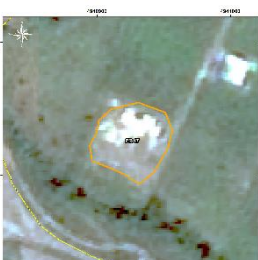

Finalmente, en la **Tabla 3.2.2-47**, **Figura 3.2.2-36** y en el **Anexo 3 Caracterización ambiental, 3.2.2 Geomorfología** se presenta la descripción detallada de cada uno de los procesos antes mencionados.

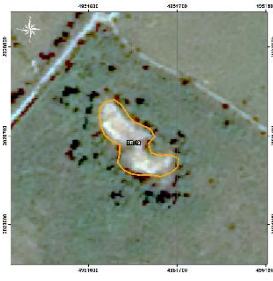
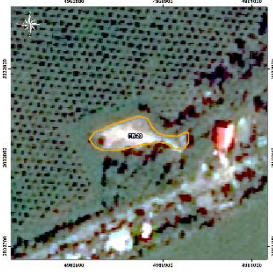




**Tabla 3.2.2-47** Inventario de algunos de los procesos morfodinámicos identificados en la etapa de campo en el área de influencia

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-1	Denudativo	Remoción en masa	Desligamiento rotacional y caída de material (suelo - detritos). Localizado en la Vereda Chepero. Área de afectación 0,08 ha	4950307,06	2027051,37		Polígono
PR-2	Denudativo	Erosión pluvial	Proceso erosivo de tipo laminar y de grado moderado, de extensión puntual, localizado en la Vereda El Palmar. Área de afectación 0,89 ha	4949178,74	2025499,09		Polígono

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-3	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual, localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 0,10 ha.	4948373,64	2018034,11		Polígono
PR-4	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual, Localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 0,19 ha.	4948400,18	2018081,74		Polígono
PR-5	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección de San Nicolas. Área de afectación 0,22 ha.	4958043,67	2018305,94		Polígono
PR-6	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección de San Nicolas. Área de afectación 0,58 ha.	4958177,45	2018583,63		Polígono
PR-7	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 0,26 ha.	4944801,64	2019732,83		Polígono
PR-8	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 0,30 ha.	4944765,08	2019804,42		Polígono







ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-9	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 0,25 ha.	4946230,87	2020076,66		Polígono
PR-10	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Vega Grande. Área de afectación 1,36 ha.	4946559,14	2020548,87		Polígono
PR-11	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda San Jorge. Área de afectación 0,45 has.	4942760,82	2020964,56		Polígono
PR-12	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección de San Nicolas. Área de afectación 0,37 ha.	4957451,84	2022074,88		Polígono
PR-13	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Sardinata. Área de afectación 0,60 ha.	4947063,91	2023433,59		Polígono







ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-14	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Yari. Área de afectación 0,13 ha.	4948643,97	2026527,62		Polígono
PR-15	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Yari. Área de afectación 0,13 ha.	4948642,63	2026662,26		Polígono
PR-16	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Yari. Área de afectación 0,07 ha.	4948723,58	2026686,29		Polígono
PR-17	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la vereda Caney Bajo. Área de afectación 0,26 ha.	4940926,34	2026926,22		Polígono
PR-18	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Caney Bajo. Área de afectación 0,63 ha.	4941172,09	2026993,45		Polígono







ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-19	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Chepero. Área de afectación 0,37 ha.	4951651,03	2028691,68		Polígono
PR-20	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección Presentado. Área de afectación 0,24 ha.	4960867,96	2032824,44		Polígono
PR-21	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección San Nicolas.	4961489,02	2016974,63		Punto
PR-22	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda El Palmar.	4953268,86	2019257,67		Punto
PR-23	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección San Nicolas	4954706,29	2017831,66		Punto
PR-24	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a ligero, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Chepero.	4955130,78	2028691,21		Punto







ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-25	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 1,0 m de altura, producto de la excavación artesanal para la construcción de un jaguey. Localizado en la Vereda Chepero.	4954803,31	2027412,1		Punto
PR-26	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material aluvial parental. Localizado en la Inspección de San Nicolas.	4956379,2	2023737,29		Punto
PR-27	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 1,5 m de altura y de 20 m de longitud, producto de la explotación artesanal de material de cantera (areno limos). Localizado en la vereda Chepero.	4951140,37	2027927,02		Punto
PR-28	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral de extensión puntual, con una longitud de aproximadamente 30 m. Localizado en la Vereda Chepero.	4953420,89	2032489,74		Línea
PR-29	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 2,5 m de altura, producto de la excavación antrópica para la construcción de un jaguey. Localizado en la vereda Laguna Brava.	4956364,92	2027179,48		Punto
PR-30	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección de San Nicolas.	4963446,11	2020441,68		Punto



ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-31	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial. Localizado en la Inspección de San Nicolas	4964297,33	2019450,97		Punto
PR-32	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada. Localizado en la Vereda Chepero.	4951116,48	2028863,29		Punto
PR-33	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado a ligero, de extensión puntual. Localizado en la Vereda El Palmar.	4953476,6	2019269,21		Punto
PR-34	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda El Palmar.	4947935,96	2023354,62		Punto
PR-35	Denudativo	Erosión Antrópica	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda El Palmar.	4947462,87	2023591,55		Punto
PR-36	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda El Palmar.	4947122,68	2023522,46		Punto

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-37	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral identificada en la margen derecha del río Caney, de aproximadamente 225 m de longitud. Localizado en la Vereda El Palmar.	4941685,07	2024635,85		Lineal
PR-38	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la vereda Chepero.	4950457,7	2027043,34		Punto
PR-39	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada. Localizado en la vereda Chepero	4950364,21	2027021,06		Punto
PR-40	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección de San Nicolas	4954621,81	2017569,61		Punto
PR-41	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Chepero.	4951328,9	2027836,85		Punto
PR-42	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Venturosa.	4965158,8	2027580,5		Punto

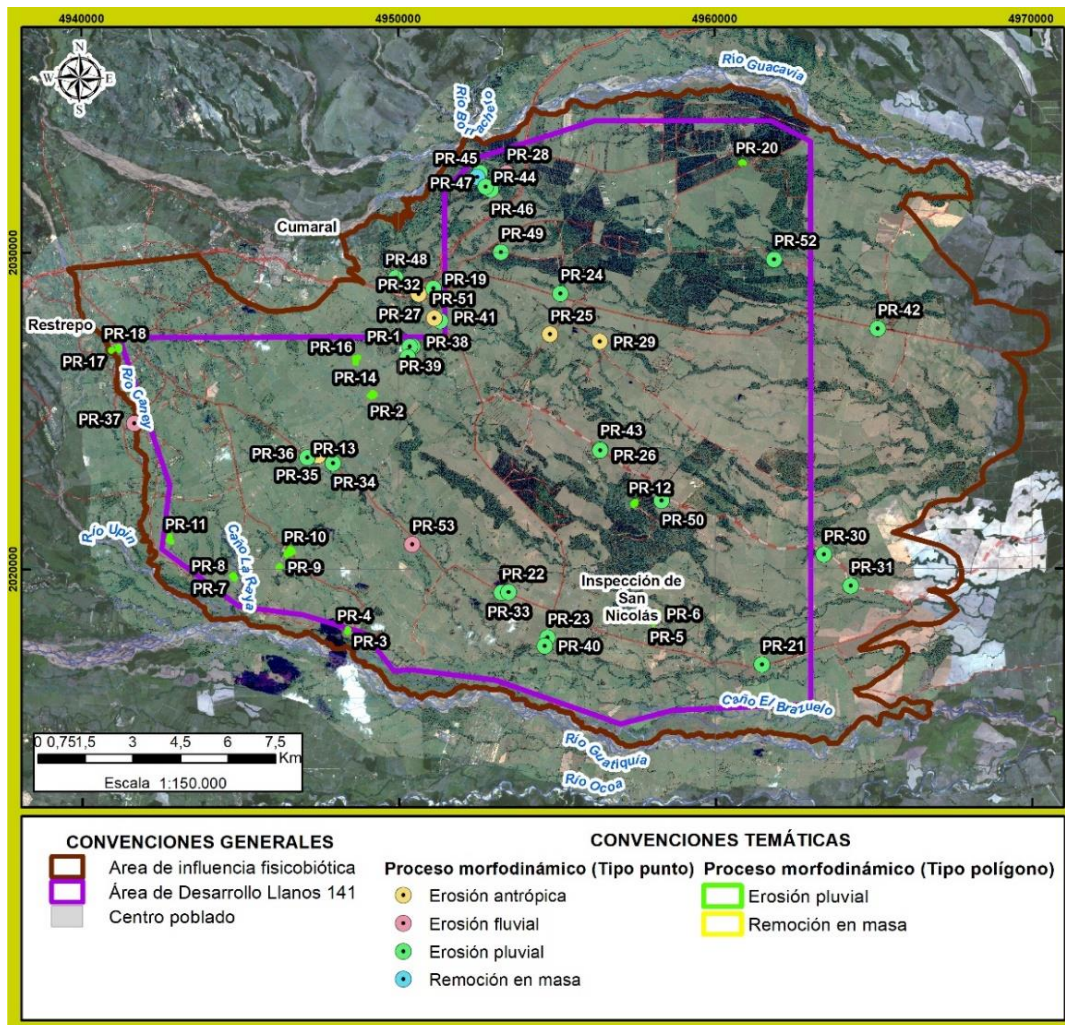
ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-43	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material aluvial parental. Localizado en la Inspección de San Nicolas.	4956372,27	2023775,99		Punto
PR-44	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, producto de la escorrentía concentrada que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo (N2c). Localizado en la Vereda Chepero	4952597,67	2032523,41		Punto
PR-45	Denudativo	Remoción en masa	Deslizamiento rotacional en suelo. Localizado en la Vereda Chepero.	4952503,53	2032381,75		Punto
PR-46	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo (N2c). Localizado en la Vereda Chepero	4952937,57	2031980,19		Punto
PR-47	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo (N2c). Localizado en la Vereda Chepero.	4952770,03	2032071,4		Punto
							Punto

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-48	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado, de extensión puntual, que ha entallado el material rocoso de la Formación Guayabo (N2c). Localizado en la Vereda Chepero.	4949932,07	2029194,55		Punto
PR-49	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Vereda Chepero	4953258,19	2029999,63		Punto
PR-50	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en surcos de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada. Localizado en la Inspección San Nicolas.	4958322,56	2022152,23		Punto
PR-51	Denudativo	Erosión antrópica	Escarpe de aproximadamente 2,0 m de altura y de 15 m de longitud, producto de la explotación artesanal de material de cantera (areno limos). Localizado en la Vereda Chepero	4950646,31	2028693,49		Punto
PR-52	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión laminar de grado moderado, de extensión puntual. Localizado en la Inspección San Nicolas	4961880,89	2029766,53		Punto
PR-53	Denudativo	Erosión fluvial	Socavación lateral de aproximadamente 33 m de longitud. Localizado en la Inspección San Nicolas	4950440,16	2020773,5		Línea

ID	TIPO DE PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	OBSERVACIONES	COORDENADAS ORIGEN NACIONAL		REGISTRO FOTOGRÁFICO	GEOMETRÍA
				ESTE	NORTE		
PR-54	Denudativo	Erosión pluvial	Erosión en cárcavas de grado moderado a severo, de extensión puntual, producto de la escorrentía superficial concentrada. Localizado en la Inspección de yari.	4950304,78	2026695,54		Punto

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Figura 3.2.2-36** Inventario de los procesos morfodinámicos en el área de influencia donde se enmarca el proyecto



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

A continuación, se hará descripción detallada de cada uno de los procesos mencionados anteriormente.

### ➤ Erosión antrópica

Durante la etapa de reconocimiento de campo realizada en el mes de enero y febrero de 2023, fue posible identificar la intervención antrópica en el área de influencia, relacionada con las siguientes actividades.

#### ✓ Adecuación de áreas para la construcción de infraestructura

Durante los recorridos realizados en la etapa de reconocimiento de campo se logró identificar la intervención del área con el fin de adecuar las zonas para la construcción de la infraestructura lineal (p.e. vías de acceso), para ello se requiere la disposición de material mixto tal y como se muestra en la **Fotografía 3.2.2-28**. El material dispuesto, es extendido, nivelado y conformado para adecuar una superficie para la construcción de la infraestructura requerida.

#### **Fotografía 3.2.2-28 Panorámica del Llano Mixto (MA) para la construcción de las vías de acceso**



*Descripción: Panorámica de una vía de acceso terciaria, pavimentada, transitable en cualquier época del año y en buenas condiciones de transitabilidad. Caracterizada por ser un llano (terraplén) que ha modificado el paisaje natural. Coordenadas Origen Nacional E: 4949286,52 - N: 2022017,35 Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)*

La descripción detallada de la acción antrópica se presenta en el **Anexo 3 Caracterización ambiental, 3.2.2 Geomorfología**.

### ➤ Erosión pluvial

Durante los transectos realizados a lo largo y ancho del área de influencia del "área de desarrollo Llanos 141" se observó una morfología plana o ligeramente plana con un leve basculamiento en sentido noroeste - sureste y por estar constituida por depósitos no consolidados del Cuaternario y específicamente asociados a un abanico - terraza, cuya génesis está asociada con la evolución de la cordillera Oriental y cubierta principalmente por pastos limpios (PI), pastos arbolados (Pa) y pastos enmalezados (Pe). Como consecuencia de las características del área antes expuestas, en las zonas planas asociados con los depósitos de abanico - terraza no se generen procesos de erosión generalizados, sino se presenten localizados y/o puntuales.

En la **Fotografía 3.2.2-29 y Fotografía 3.2.2-30**, se observa el proceso de erosión laminar de grado moderado a ligero y de extensión puntal, el cual se inicia por el impacto de las gotas de agua lluvia contra la superficie del suelo, complementada por la fuerza de la escorrentía produciendo un lavado de la superficie del terreno como un todo, sin formar canales definidos. Al caer las gotas de lluvia

levantan las partículas de suelo y las reparten sobre la superficie del terreno y su efecto es muy grande sobre las superficies de talud expuestos y sin cobertura vegetal.

**Fotografía 3.2.2-29 Detalle del proceso de erosión laminar de grado moderado a ligero**



*Descripción: Proceso denudativo PR-34, Tipo de procesos erosión pluvial, proceso erosivo de tipo laminar de grado moderado a ligero y de extensión localizada.*

*Coordenadas Origen Nacional E: 4941663,15 - N: 12024617,41*

*Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)*

**Fotografía 3.2.2-30 Detalle del proceso de erosión en surcos de grado moderado a ligero**



*Descripción: Proceso denudativo PR-24, Tipo de procesos erosión pluvial, proceso erosivo de tipo surcos de grado moderado a severo y de extensión localizado.*

*Coordenadas Origen Nacional E: 4951140,37 - N: 2027927,02*

*Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)*

La descripción detallada de la acción antrópica se presenta en el **Anexo 3\_Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología.**

➤ **Erosión fluvial**

La dinámica asociada con la red del drenaje menor que disecta el área de influencia se caracteriza por presentar un canal principalmente de tipo recto (de baja sinuosidad), generan en algunos tramos procesos de socavación lateral (**Fotografía 3.2.2-31 y Fotografía 3.2.2-32**).

**Fotografía 3.2.2-31 Detalle del proceso de socavación lateral**



*Descripción:* Proceso morfodinámico PR-28, asociado con un proceso de socavación lateral que afecta la red de los drenajes menores.

Coordenadas Nacional E: 4964297,33 - N: 2019450,97

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

**Fotografía 3.2.2-32 Detalle del proceso de socavación lateral**



*Descripción:* Proceso morfodinámico PR-37. Socavación lateral identificada en la margen derecha del río Caney, de aproximadamente 50 m de longitud

Coordenadas Origen Nacional E: 4954621,81 - N: 2017569,61

Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)

La descripción detallada de los procesos de socavación lateral identificados en el área de influencia del Área de Desarrollo Llanos 141 se presentan en el **Anexo 3\_Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

➤ **Remoción en masa**

Aunque el área de influencia se caracteriza por presentar una morfología plana a moderadamente inclinada en el 95,55% de esta, presenta unos sobresaltos del relieve, en donde se presentan intervalos de pendiente fuertemente inclinada a ligeramente empinada (12-50%) y que ocupan el 4,45% del área en mención (localizados en el costado norte del área de influencia). Este pequeño intervalo del relieve está asociado geológicamente con las rocas de la Formación Guayabo (N2c) y geomorfológicamente con las formas del terreno denominadas Cimas y Laderas (DLL) y Cimas (DLc), susceptibles a presentar fenómenos de remoción en masa, como consecuencia de la pendiente alta, a la intercalación de rocas duras y blandas y como consecuencia de la deforestación que se presenta en la zona (factor antrópico) (**Fotografía 3.2.2-33**).



**Fotografía 3.2.2-33 Panorámica de un fenómeno de remoción en masa**



*Descripción: Panorámica de un Fenómeno de remoción en masa mixto (PR-1), tipo deslizamiento rotacional y caída de suelo-detritos, activo, localizado sobre la geoforma denominada Cimas y Laderas, con una superficie cóncava en forma de cuchara, en la cabeza del movimiento, el desplazamiento es aparentemente semi-vertical (< 1 m) y muy poca rotación, sin embargo, hacia el centro la superficie original del terreno gira en dirección de la corona del talud.  
Coordenadas Origen Nacional E: 4950307,06 - N: 2027051,37  
Fuente: (ANTEA COLOMBIA SAS, 2023)*

La descripción detallada de los fenómenos de remoción en masa lateral identificados en el área de influencia del Área de Desarrollo Llanos 141 se presentan en el **Anexo 3\_Caracterización ambiental, 3.2.2\_Geomorfología**.

**3.2.2.4 Susceptibilidad a la erosión y fenómenos de remoción en masa**

**3.2.2.4.1 Susceptibilidad a la erosión**

Se define susceptibilidad como la potencialidad que tiene una unidad de terreno a presentar procesos erosivos, por la combinación de diferentes factores propios del terreno y antrópicos. Para el análisis y determinación de la susceptibilidad se determinó en una primera etapa el estado del arte disponible tanto en entidades gubernamentales como privadas, en una segunda etapa se determinó la susceptibilidad del área de influencia a presentar procesos de erosión a través del uso de un método cualitativo también llamados heurísticos, por medio de la evaluación de diferentes variables mediante la calificación subjetiva de las mismas a través de un grupo de profesionales. Este método es ampliamente utilizado en la zonificación de la susceptibilidad, teniendo en cuenta la selección y la evaluación de las variables temáticas (Vargas, 1999), la información adquirida en campo y la información recopilada del área de influencia.

Teniendo como base la información sobre el estado del arte en referencia a la erosión de los suelos en Colombia, adelantado para el año 2001 – 2011, a escala 1:100.000, por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), año 2015, se realizó la compilación de dicho resultado y se comparó con los obtenidos a través del uso de una metodología heurística y/o semicuantitativa, procedimiento que será detallado a través del desarrollo del presente ítem (**Tabla 3.2.2-48**).

**Tabla 3.2.2-48 Compilación información secundaria**

TIPO	DESCRIPCIÓN
Informe	Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015) <sup>4</sup>
	La Ecuación Universal por Pérdidas de Suelo. Pasado, Presente y Futuro (Año 1991) <sup>5</sup> .
Cartografía	<a href="http://www.ideam.gov.co/galeria-de-mapas/-/document_library_display/4VnjNLZDi78B/view/512114?_110_INSTANCE_4VnjNLZDi78B_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fgaleria-de-mapas%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_4VnjNLZDi78B%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1">http://www.ideam.gov.co/galeria-de-mapas/-/document_library_display/4VnjNLZDi78B/view/512114?_110_INSTANCE_4VnjNLZDi78B_redirect=http%3A%2F%2Fwww.ideam.gov.co%2Fgaleria-de-mapas%3Fp_p_id%3D110_INSTANCE_4VnjNLZDi78B%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-1%26p_p_col_count%3D1</a>

Fuente. (Compilado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

De acuerdo con los resultados obtenidos del estudio de Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015), en el área de influencia, se presentan cuatro (4) categorías de degradación de los suelos, a saber: desde sin evidencia de erosión hasta moderada (**Tabla 3.2.2-49 y Figura 3.2.2-37**). De acuerdo con lo mostrado en la **Tabla 3.2.2-49**, en el área de influencia donde se enmarca el proyecto se presenta principalmente una degradación de los suelos por erosión denominada como LIGERA en un 62,83% de esta. Asimismo, se presenta una degradación de los suelos denominada como MODERADA en un 23,57%.

**Tabla 3.2.2-49 Categorías de degradación de los suelos por erosión en el área de influencia (Información secundaria)**

GRADO DE EROSIÓN	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA	
		(Ha)	(%)
Erosión Moderada	Se evidencia remoción de los horizontes superficiales del suelo y la capa superficial de suelo ha perdido espesor. Aparecen en la superficie distintos colores de suelo como producto de la pérdida del horizonte superficial y la exposición de horizontes subsuperficiales. Se aprecian manifestaciones de escurrimiento superficial, surcos, terraceo y pequeñas cárcavas. Se presenta pérdida considerable del horizonte A e incluso en sectores aparece el horizonte B o C. Las funciones y los servicios originales de los suelos se encuentran parcialmente destruidos y se requieren prácticas de conservación y restauración inmediatas; de lo contrario pueden pasar rápidamente a grado severo.	10103,20	23,57
Erosión Ligera	Se presenta alguna evidencia de pérdida de suelo en los horizontes superficiales del suelo, por escurrimiento superficial. En varias ocasiones la capa de suelo se adelgaza uniformemente y la pérdida del suelo puede llegar hasta un 25 o 50% del horizonte A, según su espesor. Las funciones y los servicios originales de los suelos comienzan a disminuir y se encuentran poco alterados. Se requiere iniciar o mantener las prácticas de conservación, restauración y manejo de suelos.	26931,97	62,83
Sin Evidencia de Erosión	Sin procesos de degradación del suelo por erosión; también se expresa como "Sin evidencia".	5829,28	13,60
Sin suelo con cuerpos de agua	Otras coberturas terrestres distintas al suelo, tales como zonas urbanas, cuerpos de agua y afloramientos rocosos.	N.A	N.A.
Sin suelo en zonas urbanas			
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>42864,46</b>	<b>100,00</b>

N.A: No Aplica

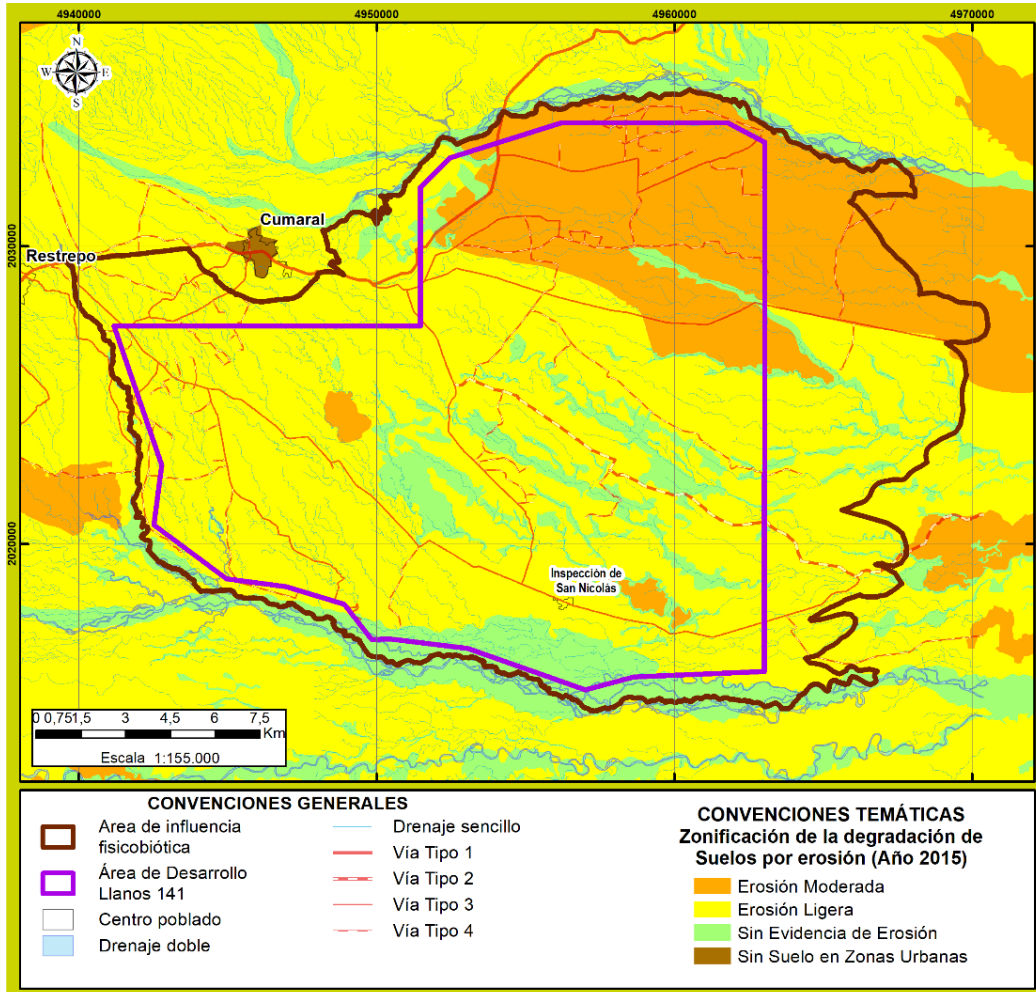
Fuente: (Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015) <sup>6</sup>. y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

4 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015).

5 González del Tanago, Martha. La Ecuación Universal por Pérdidas de Suelo. Pasado, Presente y Futuro. Año 1991.

6 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015).

Figura 3.2.2-37 Degradación de los suelos por erosión en el área de influencia (información secundaria)



Fuente: (Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015) y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

### ➤ Etapa postcampo

Con el fin de caracterizar de forma cuantitativa la susceptibilidad que tienen las unidades de suelo a la erosión, se calculó un índice de erodabilidad basado en la metodología desarrollada por Mancilla, (2008), utilizando la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE) desarrollada en 1954 para el cálculo de este.

#### ✓ Erodabilidad (factor K)

Con el fin de caracterizar de forma cuantitativa la susceptibilidad que tienen las unidades de suelo a la erosión, se calculó un índice de erodabilidad basado en la metodología desarrollada por Mancilla, (2008), utilizando la ecuación universal de pérdidas de suelo (USLE) desarrollada en 1954 para el cálculo de este.

La erodabilidad de los suelos, es una medida de la susceptibilidad de estos a ser disgregados, desintegrados o desmoronados; por una fuerza externa, ya sea natural o antrópica (precipitación

pluvial, pastoreo o mecanización de tierras, entre otras). Esta disgregación, conlleva a la conformación de componentes granulares de menor tamaño, los cuales son transportados por el agua o por el viento, y posteriormente, dispuestas en las geoformas depositacionales.

La erodabilidad, está definida como las pérdidas promedio de suelo por unidad de potencial erosivo de la lluvia. El factor de erodabilidad (K) desarrollado en la USLE, se determina a partir de la siguiente ecuación;

$$K = 1,313 * \{ 2,1 * 10^{-4} * (12 - MO) * M^{1,14} + 3,25 * (S-2) + 2,5 * (P-3) \} / 100$$

En donde

- MO: % de materia orgánica del suelo
- S: Código de la estructura del suelo
- P: Código de la permeabilidad
- M: (% limo + arena muy fina) \*(100-% arcilla)

La reclasificación de los índices de erodabilidad del mismo rango, se obtienen a partir de la clasificación dada por Antezana, 2001 que se muestra en la **Tabla 3.2.2-50**.

**Tabla 3.2.2-50 Índices de erodabilidad**

VALOR DE K (T ha H/TM MM ha.)	CLASIFICACIÓN DE ERODABILIDAD
0 - 0,05	Muy baja
0,05 - 0,15	Baja
0,15 - 0,25	Moderadamente baja
0,25 - 0,4	Moderada
0,4 - 0,7	Moderadamente alta
0,7 - 0,9	Alta

Fuente: Amezquita, E. "El Agua y la Erodabilidad de Los Suelos", Bogotá. 1990.

En la **Tabla 3.2.2-51** se presenta el índice de erodabilidad calculado para cada unidad de suelos dentro del área de influencia.

**Tabla 3.2.2-51 Índice de erodabilidad de las unidades cartográficas de suelo del Área de influencia**

UCS	PERFIL MODAL	ERODABILIDAD	CALIFICACIÓN	UCS (*)
PV1	CAL_CAR_1 0/5	0,054	Baja	Baja
	CAL_CAR_1 5/30	0,069	Baja	
	CAL_CAR_1 30/100	0,059	Baja	
PV3	CAL_CAR_2 0/20	0,238	Moderadamente baja	Moderadamente baja
	CAL_CAR_2 20/65	0,279	Moderada	
	CAL_CAR_2 65/100	0,246	Moderadamente baja	
PV4	CAL_CAR_3 0/7	0,174	Moderadamente baja	Moderadamente baja
	CAL_CAR_3 7/50	0,216	Moderadamente baja	
	CAL_CAR_3 50/100	0,227	Moderadamente baja	
PV7	CAL_CAR_4 0/45	0,252	Moderada	Moderada
	CAL_CAR_4 45/100	0,166	Moderadamente baja	
RV2	CAL_CAR_5 0/2	0,135	Baja	Baja
	CAL_CAR_5 2/10	0,177	Moderadamente baja	
	CAL_CAR_5 10/70	0,076	Baja	
VV1	CAL_CAR_6 0/20	0,421	Moderadamente alta	Moderadamente alta
	CAL_CAR_6 20/45	0,234	Moderadamente baja	
	CAL_CAR_6 45/80	0,454	Moderadamente alta	

UCS	PERFIL MODAL	ERODABILIDAD	CALIFICACIÓN	UCS (*)
VV2	CAL_CAR_7 0/20	0,110	Baja	Moderadamente baja
	CAL_CAR_7 20/45	0,280	Moderada	
	CAL_CAR_7 45/75	-0,071	N/A	
PV2	CAL_VERT_1 0/28	0,357	Moderada	Moderada
	CAL_VERT_1 28/55	0,377	Moderada	
	CAL_VERT_1 55/100	0,371	Moderada	
PV5	CAL_VERT_2 0/2	0,116	Baja	Baja
	CAL_VERT_2 2/50	0,161	Moderadamente baja	
	CAL_VERT_2 50/100	0,125	Baja	
PV6	CAL_VERT_3 0/10	0,156	Moderadamente baja	Moderadamente baja
	CAL_VERT_3 10/45	0,204	Moderadamente baja	
	CAL_VERT_3 45/100	0,224	Moderadamente baja	
RV1	CAL_VERT_4 0/5	0,266	Moderada	Moderadamente baja
	CAL_VERT_4 5/30	0,197	Moderadamente baja	
	CAL_VERT_4 30/60	0,217	Moderadamente baja	

(\*) UCS: Unidad cartográfica de suelos

N/A: No Aplica

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Obtenida la erodabilidad, se toma como información base para catalogar el grado de erosión de cada unidad cartográfica de suelos. De acuerdo con la categorización del IDEAM y U.D.C.A (2010) en el área de influencia donde se enmarca el proyecto los suelos presentan grados de erosión moderadamente alta, moderada, moderadamente baja y baja, siendo la más predominante (Tabla 3.2.2-52 y Figura 3.2.2-38).

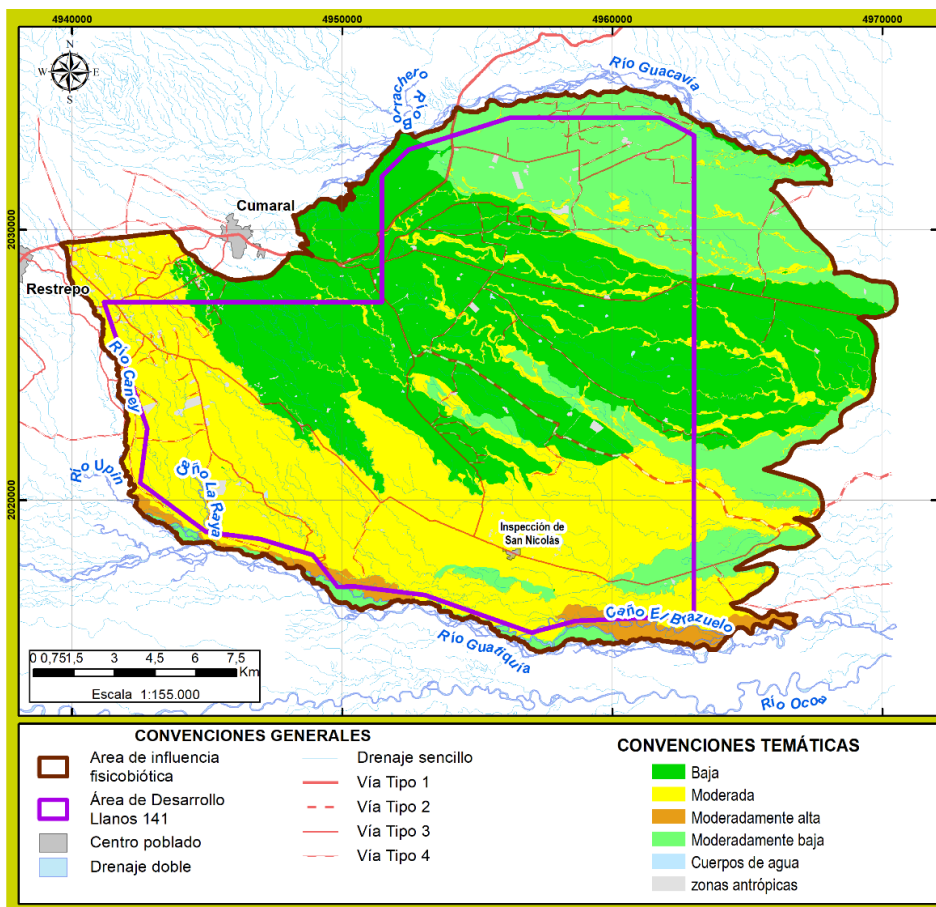
**Tabla 3.2.2-52 Índice de erodabilidad de las unidades cartográficas de suelo del Área de influencia**

INDICE DE ERODABILIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA
		%
MODERADAMENTE ALTA	Asociada con la unidad cartográfica de suelos denominada Complejo VV1, caracterizada por presentar suelos superficiales y muy superficiales, imperfecta a muy pobremente drenados, muy fuerte y extremadamente ácidos, baja a muy alta saturación de aluminio, baja fertilidad.	2,22
MODERADA	Asociada con la unidad cartográfica de suelos denominada Complejo Complejo PV2 y Complejo PV7. La unidad PV2 se caracteriza por presentar suelos muy superficiales, muy pobre e imperfectamente drenados, extremada a fuertemente ácidos, alta y muy alta saturación de aluminio, baja y muy baja fertilidad. La unidad PV7 se caracteriza por presentar suelos moderadamente profundos y muy superficiales, moderada, muy pobre e imperfectamente drenados, extremada a muy fuertemente ácidos, alta y muy alta saturación de aluminio, baja fertilidad.	37,16
MODERADAMENTE BAJA	Asociada con la unidad cartográfica de suelos denominada Complejo Complejo PV3, PV4, VV2, PV6 y RV1. La unidad denominada PV# se caracteriza por presentar suelos superficiales y muy superficiales, moderadamente bien, pobre e imperfectamente drenados, fuertemente y muy fuertemente ácidos, media a muy alta saturación de aluminio, baja fertilidad. La unidad llamada PV4 se caracteriza por presentar suelos superficiales, imperfectamente drenados, muy fuertemente ácidos, media y alta saturación de aluminio, baja y muy baja fertilidad. La unidad de suelos VV2 se caracteriza por presentar suelos Superficiales y muy superficiales, pobremente drenados, fuertemente y muy fuertemente ácidos, baja a alta saturación de aluminio, moderada y moderada fertilidad. La unidad cartográfica denominada PV6 se caracteriza por presentar suelos profundos a superficiales, texturas medias a finas, bien a pobremente drenados, extremadamente a muy fuertemente ácidos, fertilidad baja a muy baja, toxicidad por aluminio. La unidad cartográfica llamada RV1 se caracteriza por presentar suelos profundos a moderadamente profundos, texturas medias a finas, bien a imperfectamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja, ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a encharcamientos.	20,87

INDICE DE ERODABILIDAD	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE INFLUENCIA
		%
BAJA	Asociada con la unidad cartográfica de suelos denominada Complejo Complejo PV1, RV2 y PV5. La unidad PV1 se caracteriza por presentar suelos profundos a moderadamente profundos, texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, extremada a fuertemente ácidos, fertilidad baja a muy baja, muy susceptibles a la erosión. La unidad RV2 se caracteriza por presentar suelos moderadamente profundos a superficiales, texturas medias a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, extremada a fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a inundaciones. La unidad PV5 se caracteriza por presentar suelos profundos, texturas moderadamente finas a finas, bien drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja y muy baja; toxicidad por aluminio	38,22
	Cuerpos de Agua – CA	0,28
	Zonas antrópicas - ZA	1,25
	ÁREA TOTAL (%)	100,00

Fuente: (Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, Área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015) 7. y adaptado por ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Figura 3.2.2-38 Representación espacial de las áreas susceptibles a presentar procesos erosivos en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

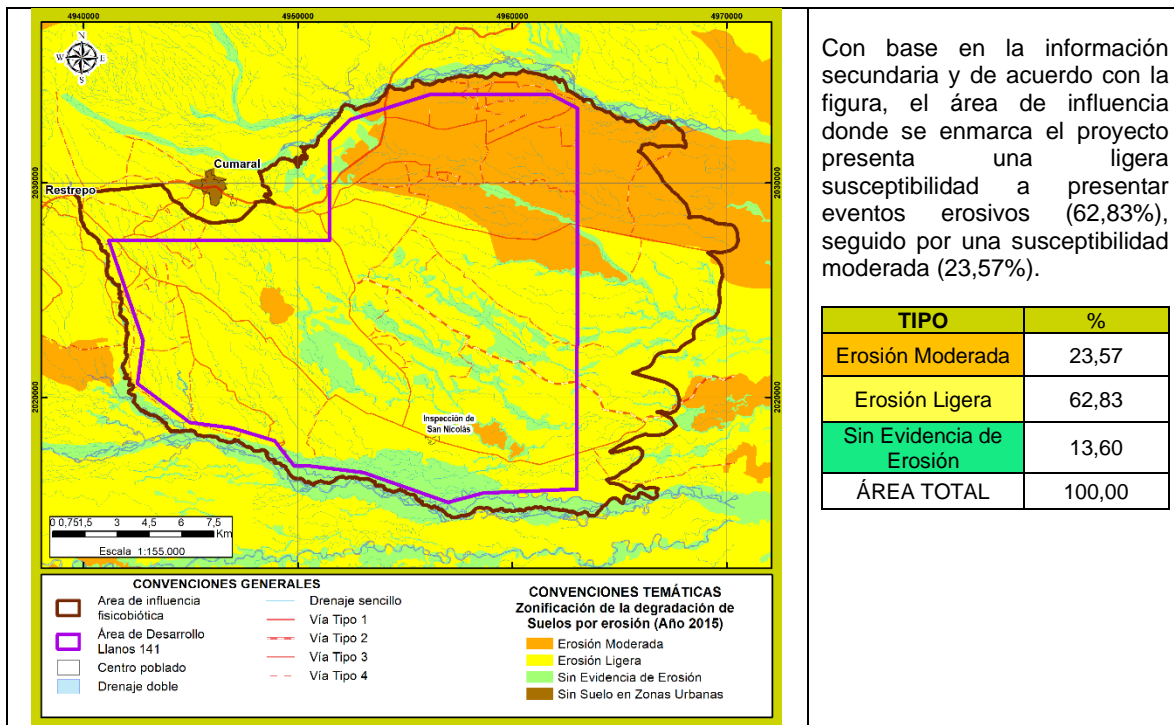
7 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Zonificación de la degradación de Suelos por erosión, área Continental de Colombia, a escala 1:100.000 (2015).

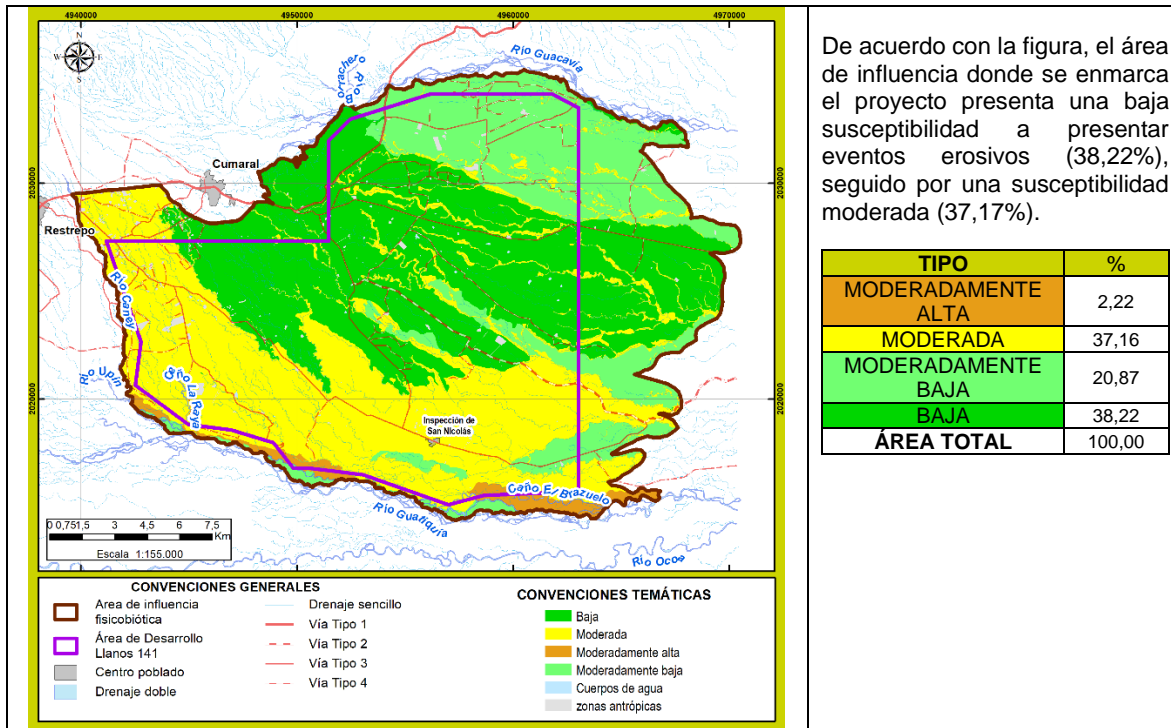
Al realizar la comparación entre los resultados de la información secundaria obtenida en el IDEAM y mostrada en la **Tabla 3.2.2-49** y la información primaria realizada en el presente estudio de impacto ambiental y mostrada en la **Tabla 3.2.2-52**, se observa lo siguiente:

Con base en la información secundaria mencionada, en el área de influencia se presenta principalmente una susceptibilidad a la erosión calificada como "LIGERA" con un 62,83% (en color amarillo). La susceptibilidad a la erosión determinada en el presente estudio muestra que el área de influencia presenta principalmente una susceptibilidad a la erosión calificada como "BAJA" con un 38,22% (en color verde oscuro). En la **Figura 3.2.2-39** se muestran espacialmente los resultados antes mencionados.

El análisis detallado del factor de erodabilidad (K) se presenta en detalle en el numeral 3.1.4.6.3.1- Erosión del Capítulo 3.2.3\_Suelos.

**Figura 3.2.2-39 Comparación de los procesos de susceptibilidad a la erosión generados a partir de información secundaria tomada del IDEAM y la obtenida en el presente estudio**





Fuente: (Compilado por ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

### 3.2.2.4.2 Susceptibilidad a la generación de fenómenos de remoción en masa

La caracterización geotécnica del área de influencia considera la información de las temáticas de geología, geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología y clima. Dicha información se analizó y fueron calificadas de acuerdo con sus condiciones de estabilidad del terreno, para lo cual se empleó la herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica), la cual realizó la sumatoria de las diferentes áreas de cada temática, con sus respectivos valores de estabilidad del terreno.

Durante el proceso de evaluación y determinación de la zonificación geotécnica, se elabora en primera instancia un mapa de susceptibilidad general del terreno a la generación de fenómenos de remoción en masa, el cual se realiza mediante un análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), en el cual son sumados digitalmente los mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de estos procesos. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, y está representado por la siguiente ecuación:

$$ST = SL + SG + SH + SC + SD + SF + SP + SE$$

ST = Susceptibilidad ante la generación de fenómenos de remoción en masa.

SL = Susceptibilidad del parámetro litología.

SG = Susceptibilidad del parámetro geomorfología.

SH = Susceptibilidad del parámetro hidrogeología.

SC = Susceptibilidad del parámetro cobertura de la tierra.

SD = Susceptibilidad del parámetro densidad de drenajes.

SF = Susceptibilidad del parámetro densidad de fallas

SP = Susceptibilidad del parámetro pendiente.

Se = Susceptibilidad del parámetro intensidad de erosión.



La susceptibilidad del terreno se determina en cinco (5) categorías, para cuyo análisis se estableció un criterio semicuantitativo donde se asigna un valor de susceptibilidad de 1 – 5, a cada Unidad Cartográfica de Parámetro (UCP), en función de la categoría de susceptibilidad (**Tabla 3.2.2-53**).

**Tabla 3.2.2-53 Categorías y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables empleadas**

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	PESO
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

Posterior a la sumatoria de mapas se realizó una clasificación de intervalos y su respectiva categorización para ser empleada en la determinación de la susceptibilidad del terreno ante la generación de fenómenos de remoción en masa (**Tabla 3.2.2-54**).

**Tabla 3.2.2-54 Intervalos para categorizar la Susceptibilidad del terreno (ST) ante fenómenos de remoción en masa**

INTERVALOS	CATEGORÍAS DE SUSCEPTIBILIDAD	PESO
< 14	MUY BAJA	1
15 – 20	BAJA	2
21 – 26	MODERADA	3
27 – 34	ALTA	4
> 35	MUY ALTA	5

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

➤ **Variables empleadas para determinar la susceptibilidad general del terreno ante los fenómenos de remoción en masa**

A continuación, se presenta las diferentes variables empleadas para la determinación de la susceptibilidad general del terreno.

✓ **Litología (SL)**

Con base en la información secundaria consultada y evaluada, la fotointerpretación realizada y descrita en el numeral 1.5.3.1\_Geología del capítulo 1.0\_Generalidades y el reconocimiento de campo realizado en el mes de enero y febrero de 2023, en el área de influencia donde se enmarca el proyecto se identificaron siete (7) unidades geológicas, a saber: **Depósitos Antrópicos (Qar)**, Depósito Aluvial Reciente Asociado a Cauces Mayores (**Q2-al1**), Depósito Aluvial Reciente Asociado a Cauces Menores (**Q2-al2**), Depósitos de Llanura de inundación (**Q2-III**), Depósito de Abanico Aluvial (**Q1-Ab**), Depósito de Abanico – Terraza (**N-Qt**) y Formación Guayabo Miembro Inferior (**N2c**), cuyo comportamiento geotécnico cualitativo se describe a continuación (**Tabla 3.2.2-55**, así como en la **Figura 3.2.2-40** y **Figura 3.2.2-41**).

La unidad denominada **Depósitos Antrópicos (Qar)** está constituida por materiales dispuestos por acción del hombre, provenientes de construcción de obras civiles (excavaciones y relleno de origen fluvial) para la adecuación de infraestructura petrolera, asentamientos urbanos y rurales. Es un depósito clasto soportado, no cohesivo, con tamaños que van desde arenas hasta bloques, con formas angulares a subredondeadas. Constituyéndose en una zona de muy baja susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 1 sobre 5).

La identificada como **Depósito Aluvial Reciente Asociado a Cauces Mayores (Q2-a1)** corresponde a un depósito clasto soportados, mal seleccionado, embebido en una matriz principalmente arenosa, de compacidad débil, clastos de tamaño promedio entre gravas finas a bloques de hasta un metro de diámetro, redondeados a subredondeados, elongados a subesférica, compuestos por areniscas, filitas y cuarcitas. Constituyéndose en una zona de muy alta susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 5 sobre 5). La unidad geológica se designa como **Depósito Aluvial Recientes Asociado a Cauces Menores (Q2-a12)**, corresponde a materiales erosionados de las partes medias y bajas que son arrastrados por las corrientes menores, por lo cual dependiendo de la distancia de transporte pueden presentar menor o mayor redondez, presentan espesores menores (< 5m), pues están sujetos a las dinámicas de las corrientes que los transportan. Estos depósitos normalmente se encuentran constituidos por cantos, gravas y arenas de grano grueso a medio, subangulares a subredondeadas, de composición polimictica. Constituyéndose en una zona de muy alta susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 5 sobre 5).

Asimismo, la unidad asociada con los **Depósitos de Llanuras de Inundación (Q2-III)**, se relaciona con una zona de moderada susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 3 sobre 5). Asimismo, las unidades geológicas denominadas: **Depósito de Abanico Aluvial (Q1-Ab) y Depósito de Abanico – Terraza (NQ-t1 y NQ-t2) y Depósito de Terraza Aluvial (Q2-t1)**, corresponden a una acumulación de moderada a baja densidad y consolidación, de materiales arcillo limosos (bioperturbados), de color rojizo a gris en superficie, en algunas ocasiones presentan niveles de cantos a gravas, redondeados a subredondeados, de composición polimictica, mal seleccionados en profundidad y de espesor variable. Constituyéndose en una zona de baja susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 2 sobre 5).

Finalmente, la unidad denominada geológica denominada **Formación Guayabo (N2c)**, está conformada por una intercalación de rocas duras y blanda. Constituyéndose en una zona de alta susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 4 sobre 5).

**Tabla 3.2.2-55 Valores de susceptibilidad por Litología (SL) en el área de influencia**

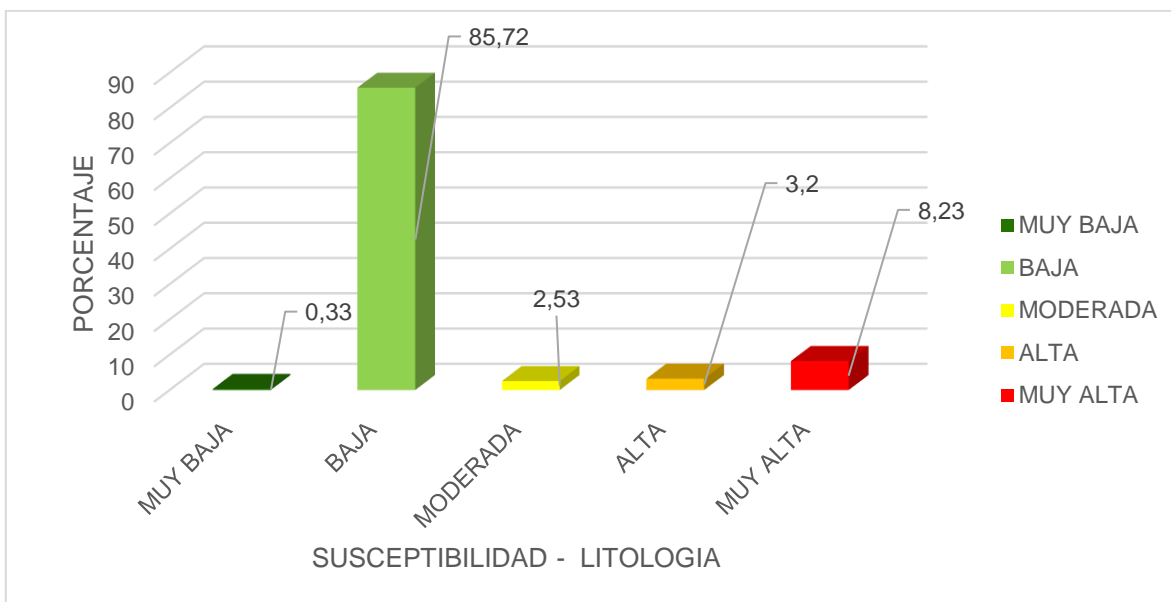
LEYENDA UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA
SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS					(%)
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR</b>						
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 y 2,0 L/s/m	Q1-Ab	Depósitos de Abanico Aluvial	2	BAJA	36,08
		N-Qt1	Depósito de Abanico – Terraza	2	BAJA	9,08
		N-Qt2	Depósito de Abanico – Terraza	2	BAJA	36,32
		N2c	Formación Guayabo	4	ALTA	3,20
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 a 2,0 L/s/m	Q2-t1	Depósitos de Terraza Aluvial	2	BAJA	4,24
		Q2-III	Depósitos de Llanuras de Inundación	3	MODERADA	2,53

LEYENDA UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS				(%)	
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR</b>						
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 a 2,0 L/s/m	Q2-al1	Depósitos Aluviales recientes asociados a Cauces Mayores	5	MUY ALTA	1,05
		Q2-al2	Depósitos Aluviales recientes asociados a Cauces Menores	5	MUY ALTA	7,18
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>						
	Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0,05 L/s/m.	Qar	Depósitos Antrópicos	1	MUY BAJA	0,33

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

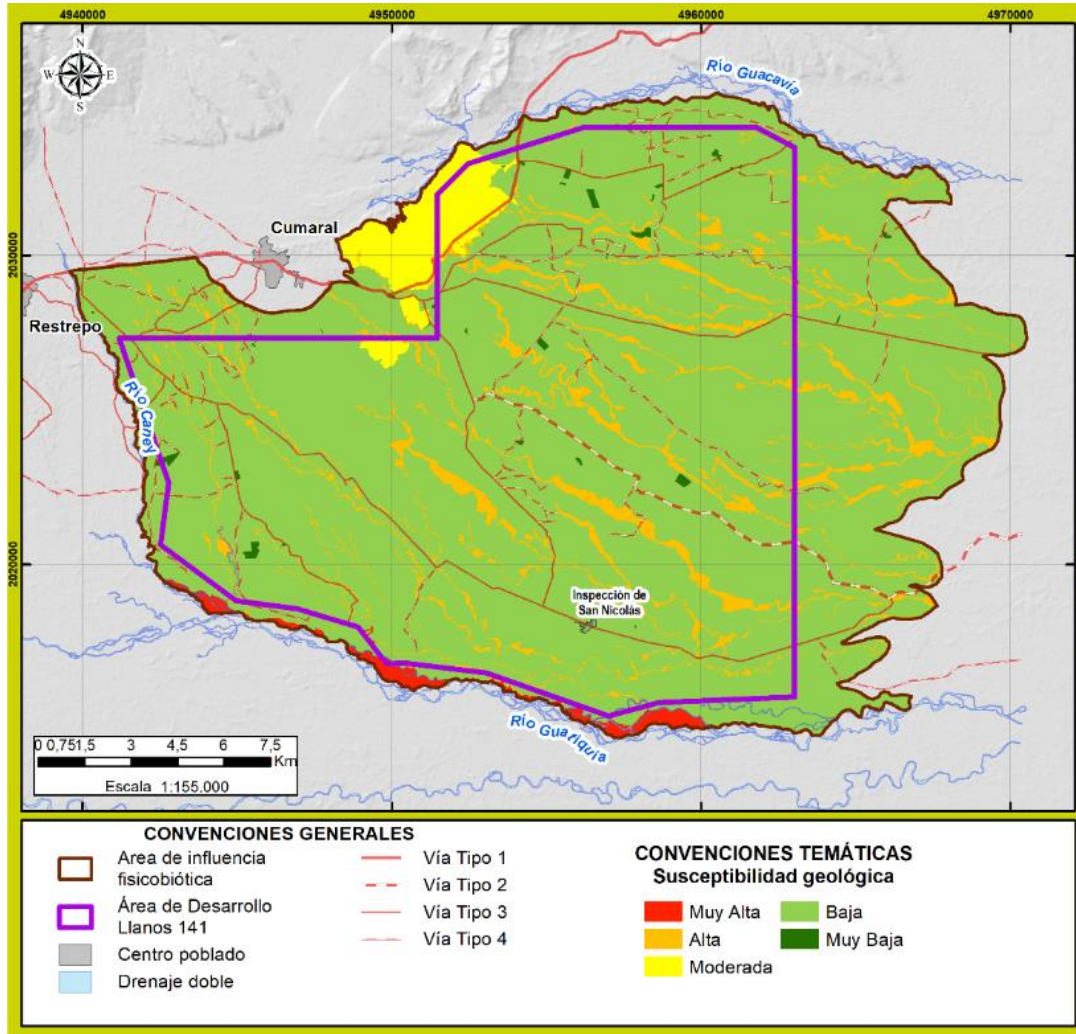
De acuerdo con las **Tabla 3.2.2-55**, el área de influencia donde se enmarca el proyecto presenta una susceptibilidad muy baja a presentar fenómenos de inestabilidad en el 0,33% de esta. Igualmente, el área en mención presenta una susceptibilidad baja del 85,72% (siendo la de mayor preponderancia en el área). Asimismo, el área de influencia presenta en el 3,20% de esta una susceptibilidad alta (relacionado principalmente con las rocas de la Formación Guayabo – N2c). Finalmente, el 8,23% del área donde se enmarca el proyecto presenta una susceptibilidad muy alta a presentar eventos de inestabilidad (asociada con el Depósito Aluvial Reciente Asociado a Cauces Mayores – Q2-al1 y Depósito Aluvial Reciente Asociado a Cauces Menores – Q2-al2) (**Figura 3.2.2-40 y Figura 3.2.2-41**).

**Figura 3.2.2-40 Susceptibilidad por litologías (SL) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-41 Mapa de susceptibilidad por litología (SL) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

✓ **Geomorfología (SG)**

Con base en la información secundaria consultada y evaluada, la fotointerpretación realizada y descrita en el numeral 1.5.3.2\_Geomorfología del capítulo 1.0\_Generalidades y el reconocimiento de campo realizado en el mes de enero y febrero de 2023, en el área de influencia donde se enmarca el proyecto se identificaron 15 geoformas del terreno y cuya calificación a partir del comportamiento de inestabilidad es el siguiente:

La geoforma denominada Ladera y Cimas (DLI) y Cimas (DLc) se caracteriza por presentar una morfología ondulada con respecto a la morfología circundante (relativamente plana), de cimas redondeadas en la parte alta y laderas cóncavo -convexas en la parte media y baja de las misma, con un intervalo de pendiente que varía principalmente entre fuertemente inclinada (12-25%) a ligeramente escarpada (25-50%), generada por la intercalación de rocas principalmente duras y blandas asociadas con la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c). Constituyéndose en una zona de moderada susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad (calificación de 3 sobre 5).

Las geoformas asociadas al Plano de abanico (PAa), Cuerpo – Bajo (PAcb), Plano de terraza de Acumulación (PTa), Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), Plano de Terraza (FTa) y Plano de Llanura Inundable (FPi), se caracterizan por presentar una morfología baja, con un intervalo de pendiente principalmente que varía desde a nivel (0-1%) hasta moderadamente Inclínada (7-12%), con grado moderado a ligero de procesos erosivos y con la ausencia de fenómenos de inestabilidad. Asimismo, las geoformas en mención presentan una baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (Calificación de 2 sobre 5).

La geoforma denominada Napa de desbordamiento (VPn)), corresponde una serie de depósitos aluviales emergidos y en forma periódica temporalmente inundados, de perfil topográfico plano a plano - ondulado, de intervalo de pendiente ligeramente inclinada (3-7%) y configuración alargada; asociado a la dinámica hídrica del río Guatiquía. La geoforma en mención presenta una moderada susceptibilidad a presentar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (Calificación de 3 sobre 5).

Las geoformas denominadas Orillar (VPo) y Cauce Aluvial (VCa) corresponden a la dinámica activa de los principales ríos que disectan y limitan el área de influencia y asociadas específicamente a los ríos Guatiquía, Guacavía y Caney, cuyo comportamiento de divagación es muy amplio en la zona donde se enmarca el proyecto. La geoforma en mención presenta una muy alta susceptibilidad a presentar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (Calificación de 5 sobre 5).

La geoforma denominada modelado antrópico (MA) está asociada con la infraestructura puntual y lineal. La geoforma en mención presenta una muy baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa (Calificación de 1 sobre 5).

En la **Tabla 3.2.2-56**, se presenta la calificación de la geomorfología en función de la susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad, así como la representación porcentual y espacial.

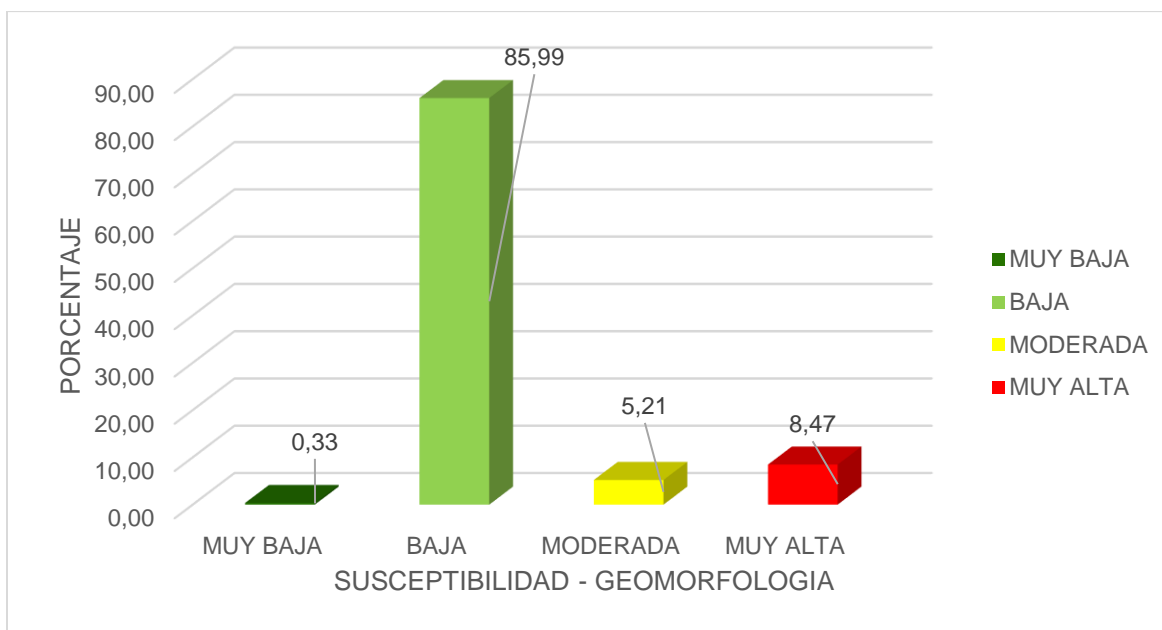
**Tabla 3.2.2-56 Valores de susceptibilidad por geomorfología (SG) en el área de influencia**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SG)		PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
GEOMORFOLOGÍA	NOMENCLATURA			(ha)	(%)
Ladera y cima	DLI	3	MODERADA	1221,80	2,85
Cimas	DLc	3	MODERADA	150,37	0,35
Plano de Abanico	PAa	2	BAJA	13089,16	30,54
Cuerpo - Bajo	PAcb	2	BAJA	2359,14	5,50
Plano de Terraza de Acumulación	PTa	2	BAJA	15081,88	35,19
Plano de Terraza de Acumulación Subreciente	PTas	2	BAJA	4394,60	10,25
Valle	PVv	5	MUY ALTA	2986,34	6,97
Plano de Terraza	FTa	2	BAJA	1821,33	4,25
Plano de Llanura Inundable	FPi	2	BAJA	113,59	0,27
Valle	FVv	5	MUY ALTA	59,93	0,14
Napa de desbordamiento	VPn	3	MODERADA	861,39	2,01
Orillar	VPo	5	MUY ALTA	487,52	1,14
Valle	VVv	5	MUY ALTA	23,96	0,06
Cauce	VCa	5	MUY ALTA	72,81	0,17
Modelado Antrópico	MA	1	MUY BAJA	140,62	0,33
ÁREA TOTAL				42864,46	100,00

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

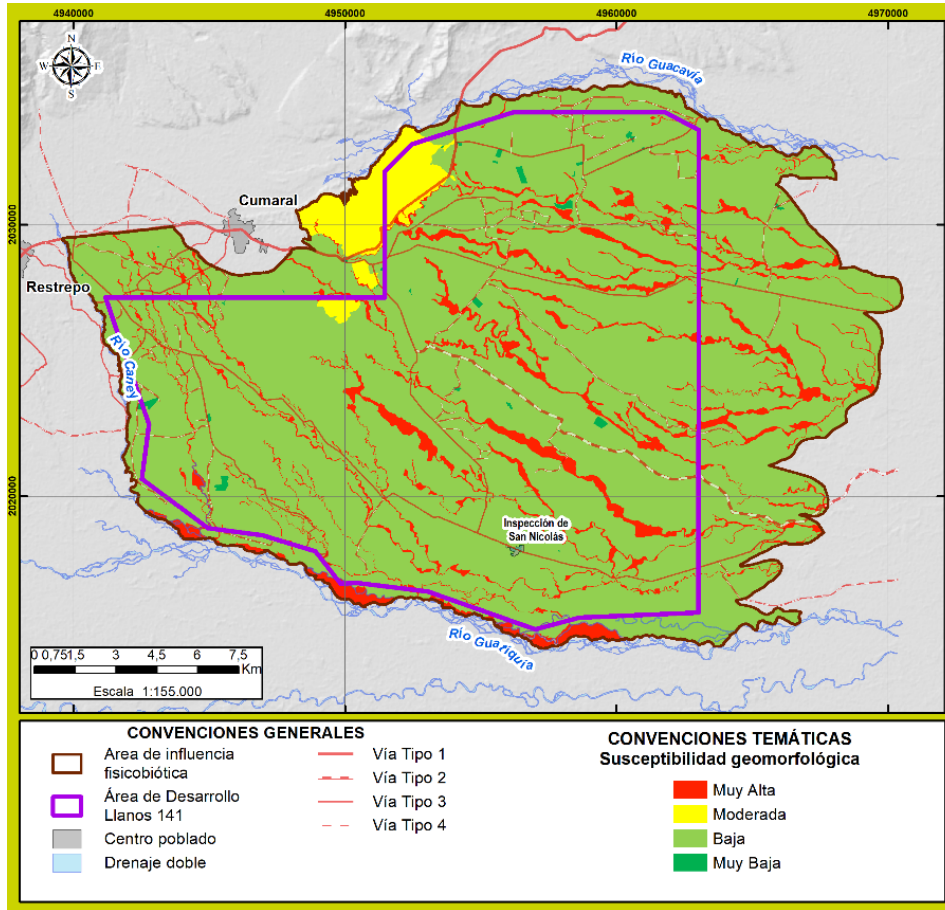
De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-56**, el área de influencia donde se enmarca el proyecto presenta una muy baja susceptibilidad a presentar movimientos en masa en el 0,33% (se relaciona geomorfológicamente con la geoforma denominada Modelado Antrópico - MA). Igualmente, el área en mención presenta una baja susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad en el 85,99% y se correlaciona geomorfológicamente con las geoformas denominadas Plano de Abanico (PAa), Cuerpo-bajo (PAcb), Plano de Terraza de Acumulación (PTa), Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), entre otras. Asimismo, se presenta una moderada susceptibilidad en el 5,21% y se relaciona geomorfológicamente con la ladera y cima (DLI) y las cimas (DLc). Finalmente, el área de influencia presenta una muy alta susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad en el 8,47%, se relaciona geomorfológicamente con los valles (PVv, FVv y VVv), Orillares (VPo) y el cauce actual (Vca) (**Figura 3.2.2-42** y **Figura 3.2.2-43**).

**Figura 3.2.2-42 Mapa de susceptibilidad por geomorfología (SG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Figura 3.2.2-43 Mapa de susceptibilidad por geomorfología (SG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

✓ **Hidrogeología (SH)**

El comportamiento de las unidades hidrogeológicas tiene una relación directa con las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia, las cuales se agrupan de acuerdo con su productividad, capacidad para almacenar y transmitir aguas subterráneas. En la **Tabla 3.2.2-57** se presentan los valores de susceptibilidad asignados a cada una de las unidades hidrogeológicas cartográficas y su representación espacial.

Tabla 3.2.2-57 Valores de susceptibilidad por Hidrogeología (SHG) en el área de influencia

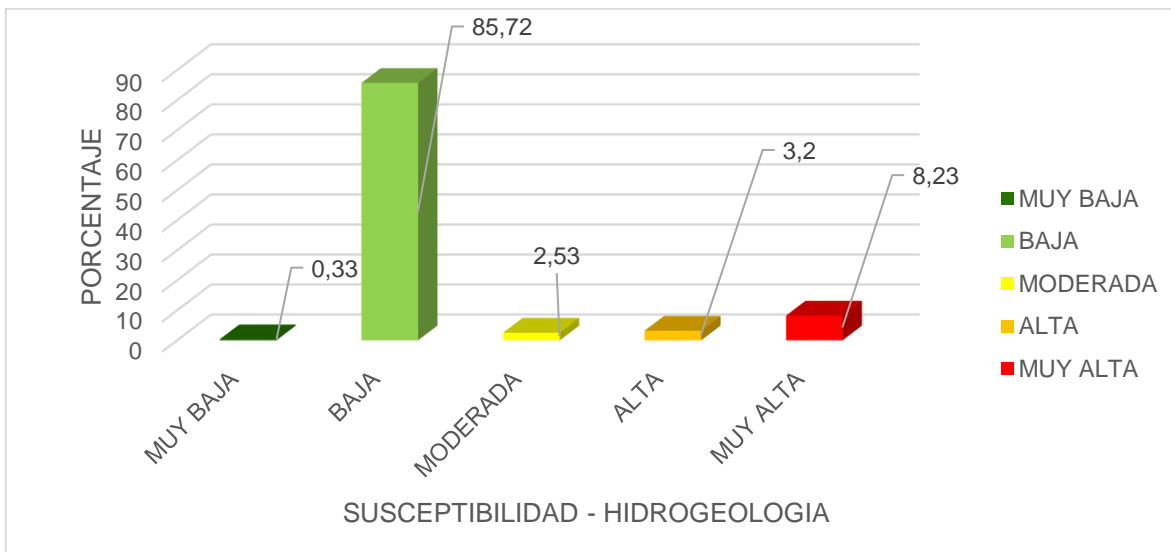
LEYENDA UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS				(%)	
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR</b>						
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 y 2,0 L/s/m	Q1-Ab	Depósitos de Abanico Aluvial	2	BAJA	36,08
		N-Qt1	Depósito de Abanico – Terraza	2	BAJA	9,08

LEYENDA UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS		UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS	PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
SISTEMA ACUÍFERO	CARACTERÍSTICAS DE LOS ACUÍFEROS				(%)	
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON FLUJO INTERGRANULAR</b>						
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 y 2,0 L/s/	N-Qt2	Depósito de Abanico – Terraza	2	BAJA	36,32
		N2c	Formación Guayabo	4	ALTA	3,20
	Acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 a 2,0 L/s/m	Q2-t1	Depósitos de Terraza Aluvial	2	BAJA	4,24
		Q2-lli	Depósitos de Llanuras de Inundación	3	MODERADA	2,53
		Q2-al1	Depósitos Aluviales recientes asociados a Cauces Mayores	5	MUY ALTA	1,05
		Q2-al2	Depósitos Aluviales recientes asociados a Cauces Menores	5	MUY ALTA	7,18
<b>SEDIMENTOS Y ROCAS CON LIMITADOS RECURSOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS</b>						
	Acuíferos con muy baja productividad, capacidad específica promedio menor de 0,05 L/s/m.	Qar	Depósitos Antrópicos	1	MUY BAJA	0,33

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-57**, el área de influencia presenta principalmente una baja susceptibilidad a presentar fenómenos de remoción en masa en el 85,72% (se relaciona con los acuíferos de baja a mediana productividad, capacidad específica entre 0,05 a 2,0 l/s/m) (**Figura 3.2.2-44** y **Figura 3.2.2-45**).

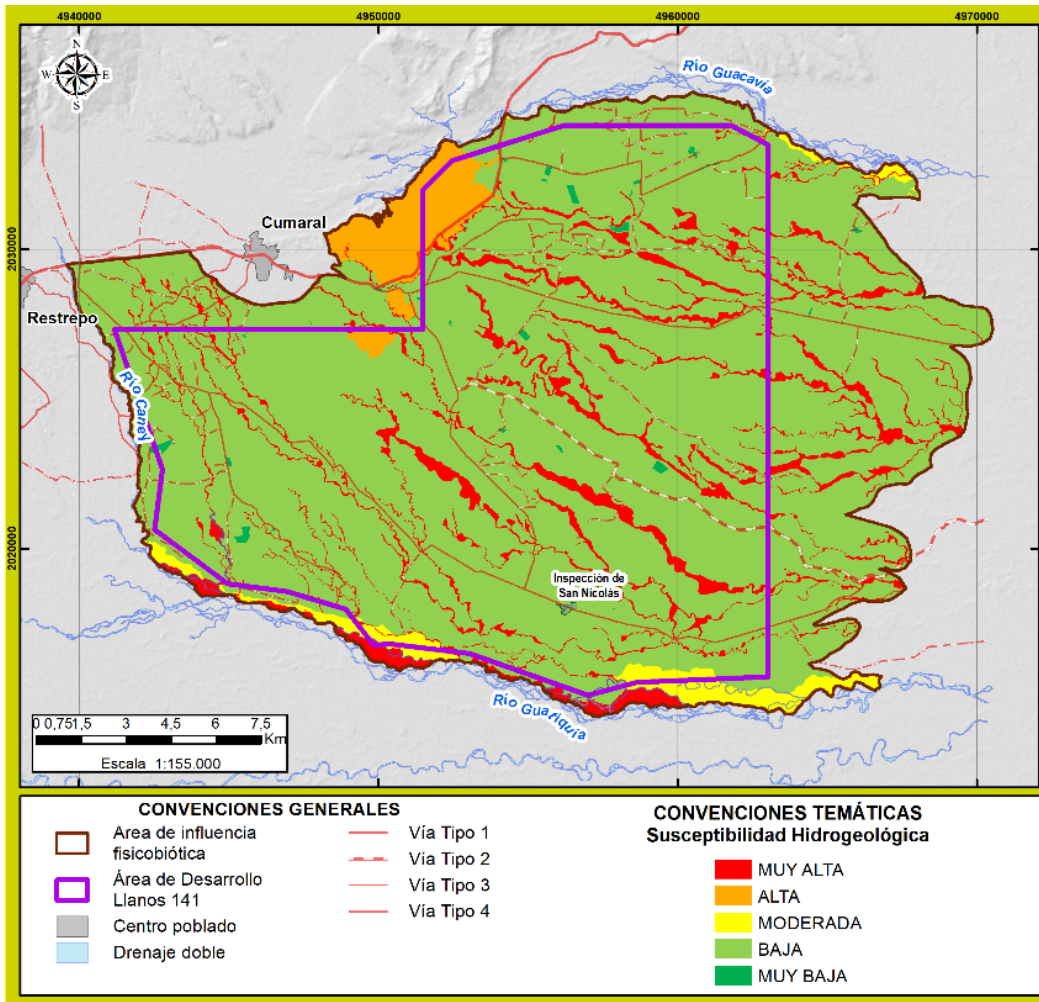
**Figura 3.2.2-44 Susceptibilidad por hidrogeología (SHG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)



**Figura 3.2.2-45 Mapa de susceptibilidad por hidrogeología (SHG) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

✓ **Coberturas de la Tierra (SC)**

Este componente es incluido como uno de los determinantes de la estimación de la estabilidad geotécnica, ya que los diferentes tipos de cobertura que se desarrollan sobre las unidades geológicas, geomorfológicas y de suelos, pueden servir de barrera o protección de las mismas ante agentes de meteorización (i.e: agua, viento, sol, acción antrópica), los cuales tienen una mayor incidencia dentro de un entorno tropical húmedo como es el que se presenta a lo largo y ancho de la geografía colombiana; en este orden de ideas la presencia o no de algún tipo de cobertura redonda en la mayor o menor exposición del suelo o nivel aflorante de roca, ya que este último puede ser degradado a diferente tipo de suelo residual proclive a ser movilizado a lo largo de las laderas a manera de diferentes tipos de movimientos de remoción en masa.

En la **Tabla 3.2.2-58** y **Figura 3.2.2-46** se presenta la calificación de la cobertura en función de la susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad, así como la representación porcentual y la representación espacial.

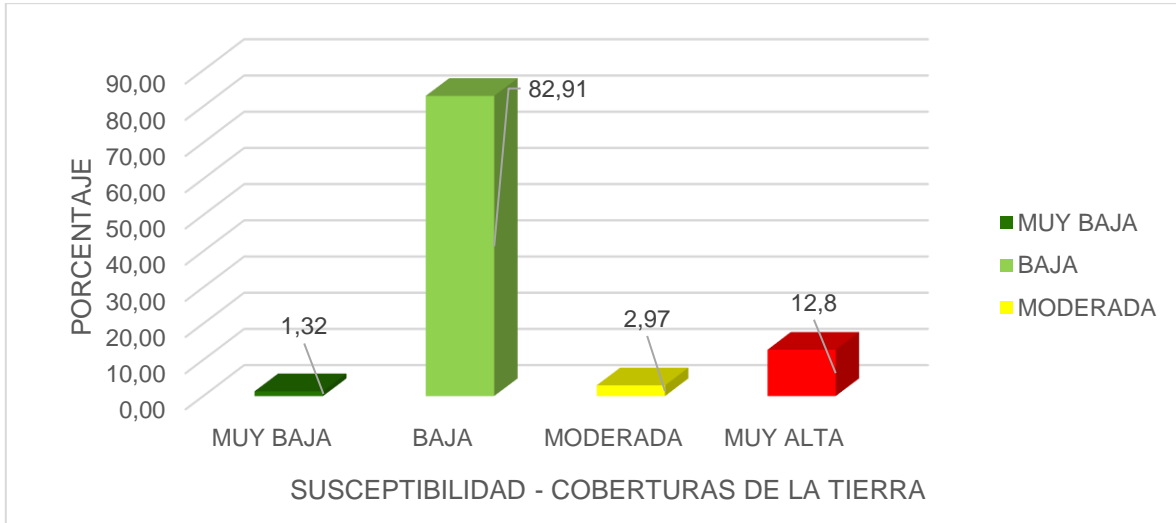
Tabla 3.2.2-58 Valores de susceptibilidad por Cobertura de la Tierra (SC)

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SC)			PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
CÓDIGO	COBERTURA DE LA TIERRA	NOMENCLATURA			(ha)	(%)
1.1.2	Tejido urbano discontinuo	Tud	1	MUY BAJA	11,31	0,03
1.2.1	Zonas industriales o comerciales	Zic	1	MUY BAJA	138,33	0,32
1.2.2.1	Red vial y territorios asociados	Rv	1	MUY BAJA	174,93	0,41
1.2.4.2	Aeropuestos sin infraestructura social	Asi	1	MUY BAJA	2,59	0,01
1.4.2	Instalaciones recreativas	Irc	1	MUY BAJA	239,63	0,56
2.1.1	Otros cultivos transitorios	Oct	2	BAJA	191,48	0,45
2.1.2.1	Arroz	Arz	2	BAJA	1350,43	3,15
2.2.2	Cultivos permanentes arbóreos	Cpa	2	BAJA	9,40	0,02
2.2.3.2	Palma de aceite	Pac	2	BAJA	3899,44	9,10
2.2.3.3	Cítricos	Ctr	2	BAJA	76,31	0,18
2.3.1	Pastos limpios	Pl	2	BAJA	23182,46	54,08
2.3.2	Pastos arbolados	Pa	2	BAJA	907,67	2,12
2.3.3	Pastos enmalezados	Pe	3	MODERADA	1070,35	2,50
2.4.1	Mosaico de cultivos	Msc	2	BAJA	1501,07	3,50
2.4.2	Mosaico de pastos y cultivos	Mpc	2	BAJA	2956,07	6,90
3.1.1.1.2.3	Palmares	Palm	3	MODERADA	49,04	0,11
3.1.3.2	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bfvs	2	BAJA	327,05	0,76
3.1.4	Bosque de galería y ripario	Bgr	5	MUY ALTA	4938,83	11,52
3.1.5	Plantación forestal	Pf	2	BAJA	17,90	0,04
3.2.3.1	Vegetación secundaria alta	Vsa	2	BAJA	611,32	1,43
3.2.3.2	Vegetación secundaria baja	Vsb	2	BAJA	499,55	1,17
3.3.1	Zonas arenosas naturales	Zan	5	MUY ALTA	24,36	0,06
3.3.3	Tierras desnudas y degradadas	Tdd	2	BAJA	7,33	0,02
4.1.1	Zonas pantanosas	Zpn	5	MUY ALTA	439,54	1,03
5.1.1	Ríos	R	5	MUY ALTA	72,36	0,17
5.1.2	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	Li	5	MUY ALTA	12,09	0,03
5.1.4	Cuerpos de agua artificiales	Caa	3	MODERADA	33,57	0,08
5.1.4.3	Estanques para acuicultura continental	Eac	3	MODERADA	120,04	0,28
ÁREA TOTAL					42864,46	100,00

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

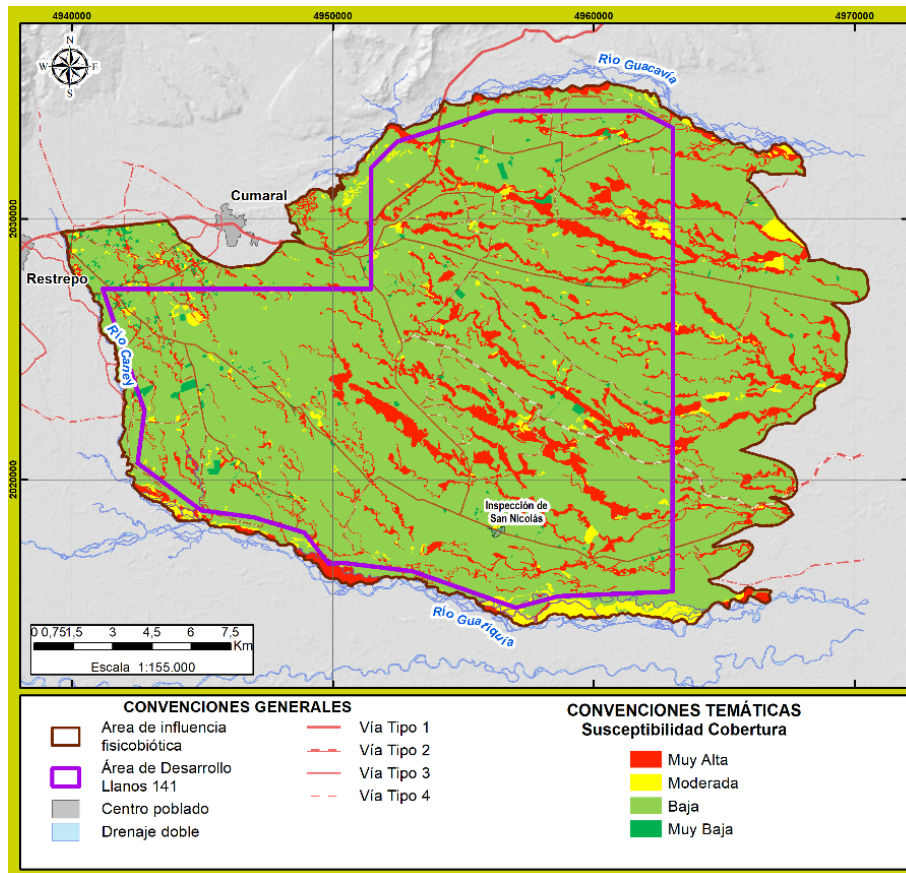
De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-58**, en el área de influencia se presenta preferencialmente una susceptibilidad baja (con el 82,91% del área) ante la generación de eventos por remoción en masa (asociada con la cobertura de la tierra denominada: otros cultivos transitorios (Oct), arroz (Arz), cultivos permanentes arbóreos (Cpa), palma de aceite (Pac), cítricos (Ctr), pastos limpios (Pl), pastos arbolados (Pa), mosaico de cultivos (Msc), mosaico de cultivos y pastos (Mpc), bosque fragmentado con vegetación secundaria (Bfvs), plantación forestal (Pf), vegetación secundaria alta (Vsa), vegetación secundaria baja (Vsb) (**Figura 3.2.2-46** y **Figura 3.2.2-47**).

**Figura 3.2.2-46 Mapa de susceptibilidad por coberturas de la tierra (SC) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-47 Mapa de susceptibilidad por cobertura de la tierra (SC) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

✓ **Densidad de Drenajes (SD)**

Para la valoración de la susceptibilidad del terreno a la generación de fenómenos de remoción en masa en función de la densidad de drenajes, se tomó el índice calculado previamente en el numeral 3.1.4.3.1.3\_Relativos al drenaje del capítulo 3.1.4\_Hidrología, en donde se determina o relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas. Los factores que controlan y determinan la densidad de drenaje son la litología, la permeabilidad del suelo, la capacidad de infiltración, la cobertura y tipo de esta. La densidad de drenaje constituye un indicador del potencial de erosivo intrínseco del área de influencia (**Tabla 3.2.2-59**).

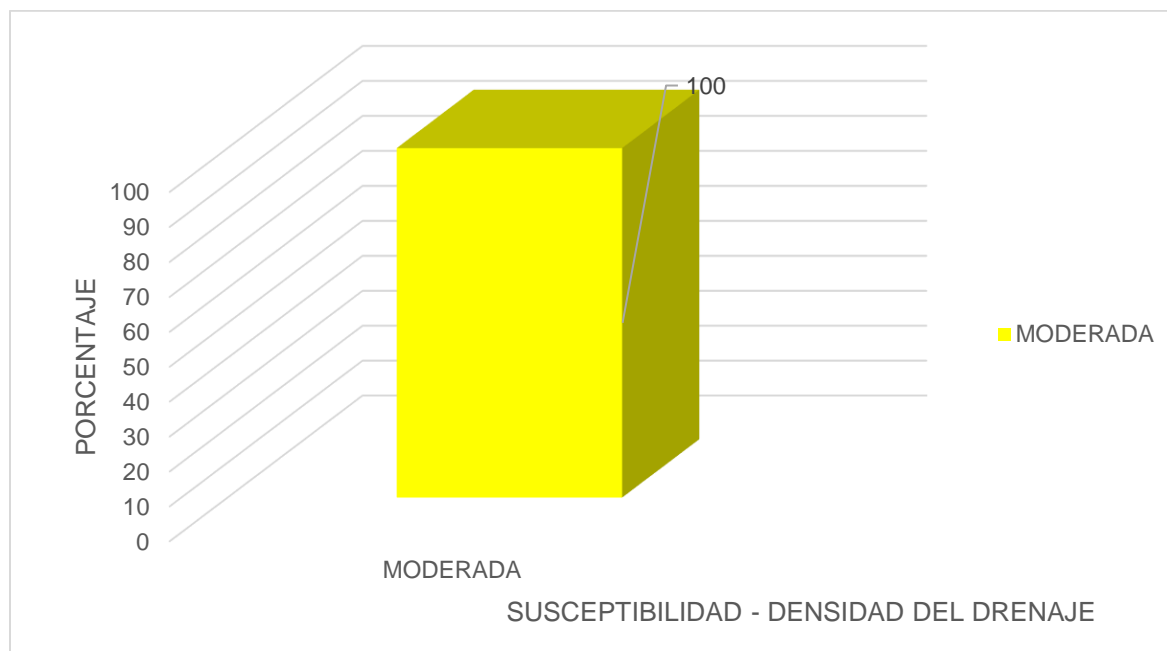
**Tabla 3.2.2-59 Valores de susceptibilidad por Densidad de Drenajes (SD) en el área de influencia**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SD)		PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
DENSIDAD DEL DRENAJE	NOMENCLATURA			(ha)	(%)
Baja	B	3	MODERADA	4286,46	100,00
Moderada	M	3	MODERADA		
Muy Alta	MA	3	MODERADA		
ÁREA TOTAL				42864,46	100,00

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

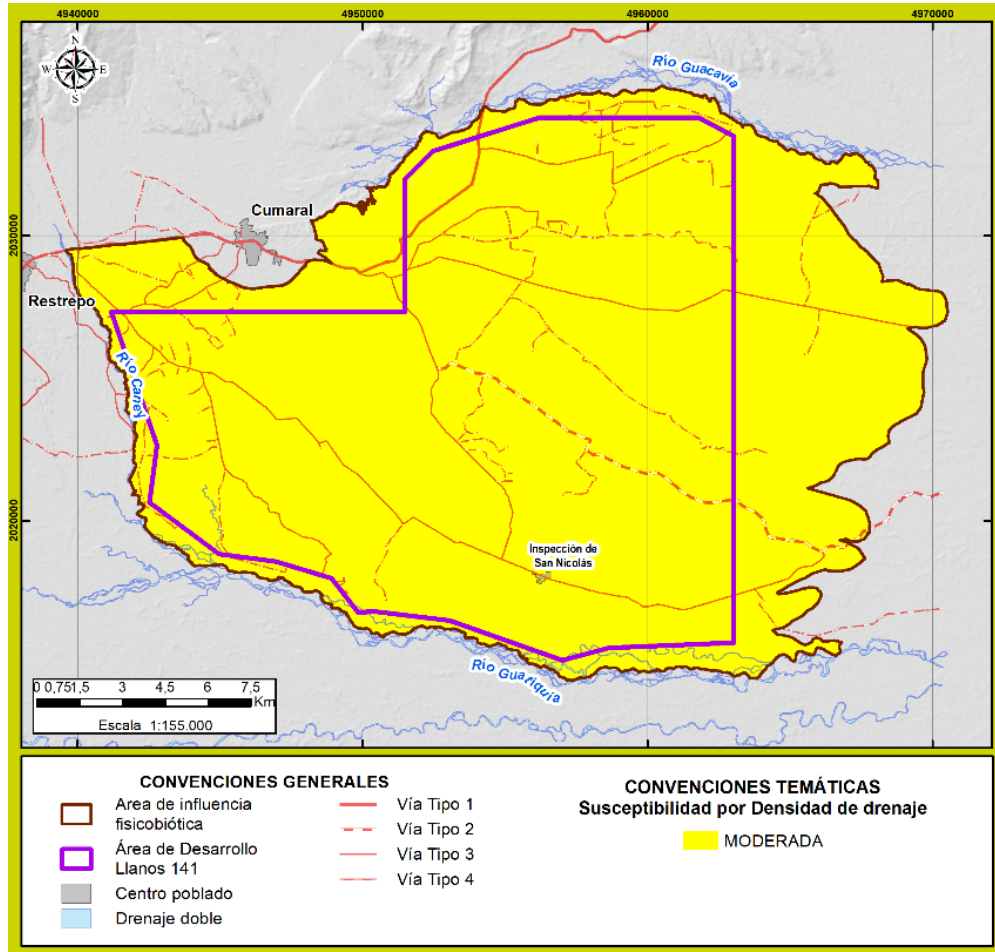
De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-59**, el área de influencia presenta una moderada susceptibilidad a presentar movimientos en masa, con el 100,00%% de esta (**Figura 3.2.2-48** y **Figura 3.2.2-49**).

**Figura 3.2.2-48 Susceptibilidad por densidad del drenaje (SH) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-49 Mapa de susceptibilidad por densidad del drenaje (SD) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

### ✓ Densidad de Fallas y/o Fracturamiento (SF)

El estado de fracturación de las rocas depende de la presencia y magnitud de las fallas geológicas, fracturas y sistemas de diaclasamiento; las cuales permiten en los macizos rocosos el desarrollo de procesos de meteorización de las rocas, y desarrollo de zonas de debilidad, que las hacen más susceptibles a fallamiento e inestabilidad del terreno. Para la calificación de la susceptibilidad se consideraron los rasgos estructurales que afectan el área de influencia o reportados en la cartografía del Servicio Geológico Colombiano – SGC (antes INGEO MINAS) y en la cartografía de U.S. Geological Survey (USGS).

Regionalmente la cuenca de los Llanos Orientales corresponde a un monoclin que buza suavemente hacia el oeste, con una variación entre uno y cinco grados de este a oeste, cuya parte occidental está deformada por fallamientos y plegamientos intensos, que gradualmente se atenúan hacia el oriente donde las fallas son de tipo normal, de alto ángulo a verticales con saltos moderados a bajos y presentan una dirección predominante NE – SW e involucran rocas del basamento hasta el Paleógeno. En el área de influencia donde se enmarca el proyecto es posible distinguir el trazo de lineamientos de falla en sentido preferencial NE-SW - NW-SE, pertenecientes al Sistema de Fallas del Borde Llanero y que es fácilmente reconocible por los rasgos geomorfológicos que se evidencian

en el DEM, donde se aprecian desplazamientos sub verticales principalmente en los depósitos del Cuaternario, mostrando de esta manera que existe actividad neotectónica en el área. Es así, que para la falla de Villavicencio - Colepato (FV) se tomó una franja de afectación de 500 m (150 m a lado y lado del eje del lineamiento de falla) con una categoría de susceptibilidad de moderada. El área restante que no presenta evidencias de falla se califica con una categoría de susceptibilidad baja (Tabla 3.2.2-60, Figura 3.2.2-50 y Figura 3.2.2-51).

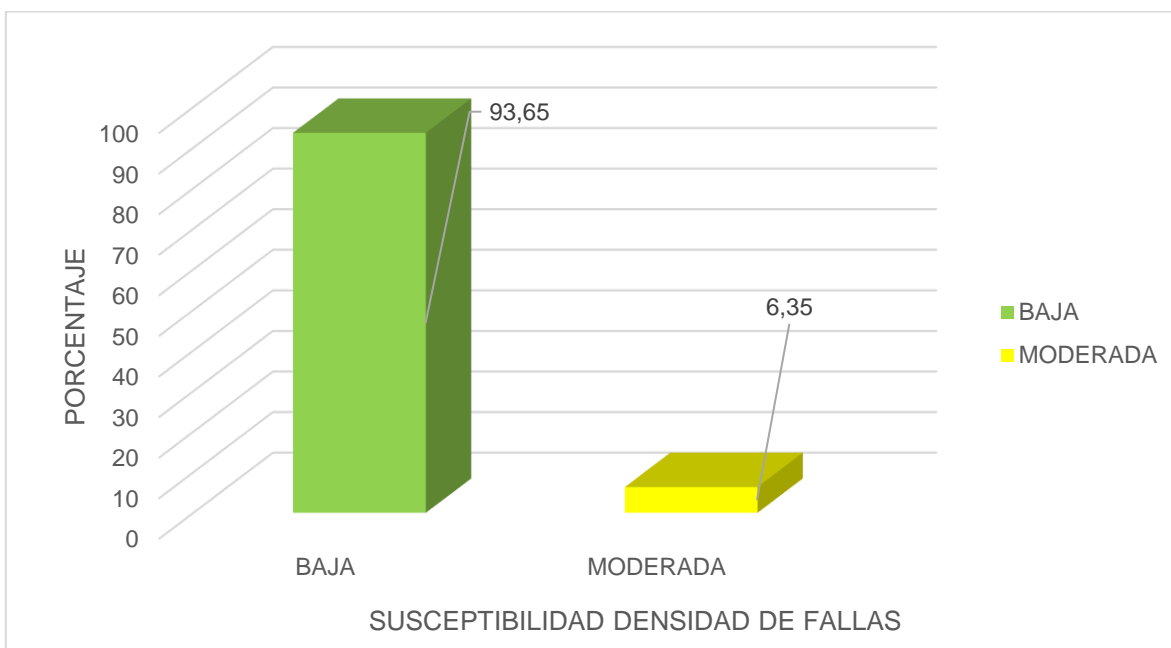
**Tabla 3.2.2-60 Ponderación de fallas según tipo (SF)**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SF)	PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
			(ha)	(%)
DENSIDAD DE FALLAS				
Sin evidencia de falla y/o pliegue	2	BAJA	40140,97	93,65
Lineamientos de fallas	3	MODERADA	2723,49	6,35
ÁREA TOTAL				

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

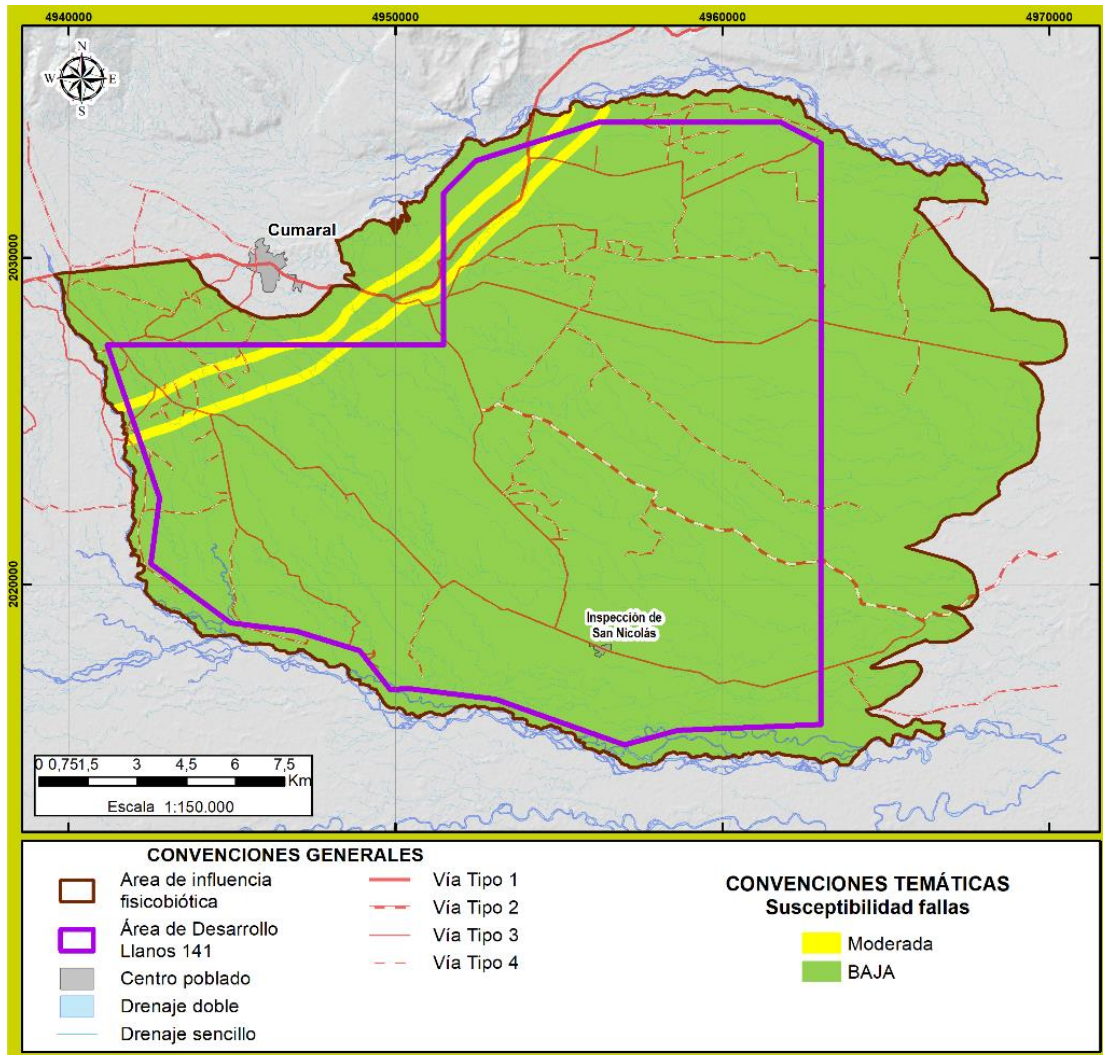
De acuerdo con la **Tabla 3.2.2-60**, el área de influencia presenta una moderada susceptibilidad a presentar movimientos en masa con el 93,65% (**Figura 3.2.2-50** y **Figura 3.2.2-51**).

**Figura 3.2.2-50 Susceptibilidad por densidad de fallas (SF) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-51 Mapa de susceptibilidad por densidad de fallas (SF) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

### ✓ Pendientes (SP)

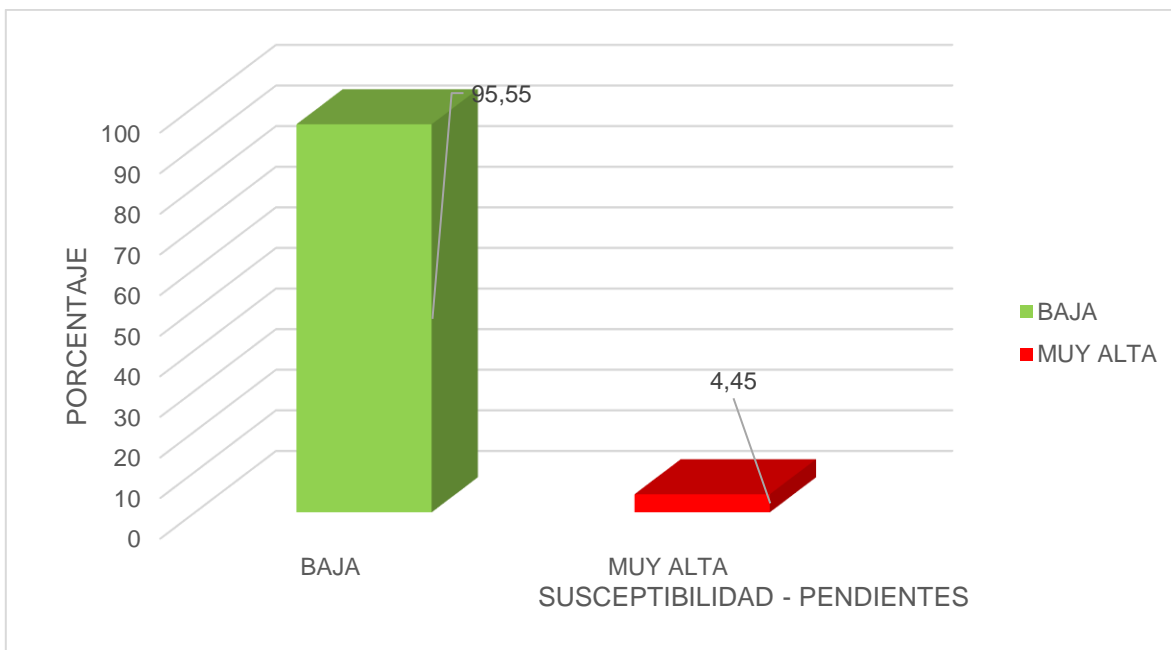
El grado de inclinación de la superficie del terreno, en correspondencia con la relación directa con el estado de esfuerzos de corte de masas de suelo o roca, se configura como uno de los pilares en la evaluación de la estabilidad de laderas y taludes. En este orden de ideas, si bien las franjas con mayores gradientes se asocian a condiciones de menor estabilidad, apreciación fundada en la mayor presencia de procesos de inestabilidad, su génesis no responde directamente a la inclinación topográfica sino a la presencia de materiales poco a nada consolidados, macizos con alto grado de fracturamiento y perfiles de meteorización expuestos, que eventualmente pueden ser movilizados por la interacción de condiciones asociadas a la pendiente y saturación de los materiales referidos, mientras en las zonas de pendientes bajas se tiene baja presencia de este tipo de procesos (Tabla 3.2.2-61, Figura 3.2.2-52 y Figura 3.2.2-53).

**Tabla 3.2.2-61 Valores de susceptibilidad por Pendientes (SP) en el área de influencia**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SP)		PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
INTERVALO DE PENDIENTES	NOMENCLATURA			(ha)	(%)
A nivel, 0-1%	a	2	BAJA	1309,18	3,05
Ligeramente plana, 1-3%	a	2	BAJA	24,02	0,06
Ligeramente inclinada, 3-7%	b	2	BAJA	31853,74	74,31
Moderadamente inclinada, 7-12%	c	2	BAJA	7773,06	18,13
Fuertemente inclinada, 12-25%	d	5	MUY ALTA	1811,97	4,23
Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50%	e	5	MUY ALTA	92,49	0,22
ÁREA TOTAL				42864,46	100,00

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

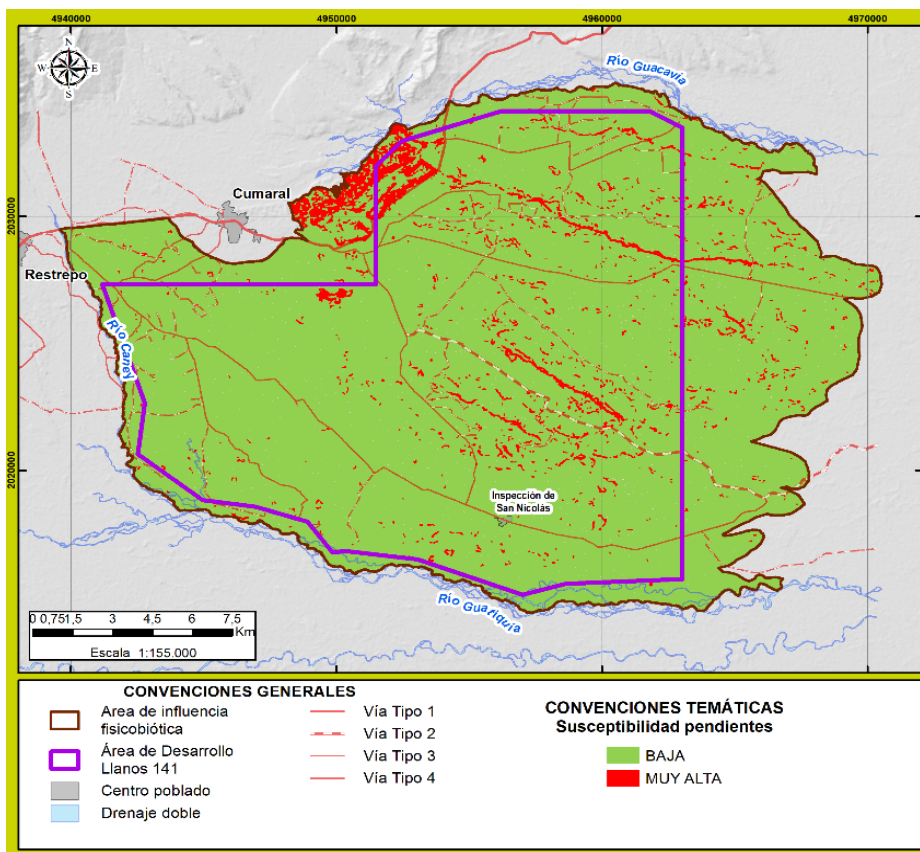
**Figura 3.2.2-52 Susceptibilidad por pendientes (SP) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)



**Figura 3.2.2-53 Mapa de susceptibilidad por pendientes (SP) a la generación fenómenos de remoción en masa (por Pendientes -SP) en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

✓ **Intensidad de Erosión**

La erosión superficial del terreno está dada por una relación entre la cobertura, que es la que se encarga de proteger el terreno y las características del material que conforma el terreno. Para el área de influencia, se evidenció una relación entre unas unidades previamente cartografiadas y los procesos erosivos superficiales evidenciados, dando así las siguientes calificaciones (Tabla 3.2.2-62, Figura 3.2.2-54 y Figura 3.2.2-55).

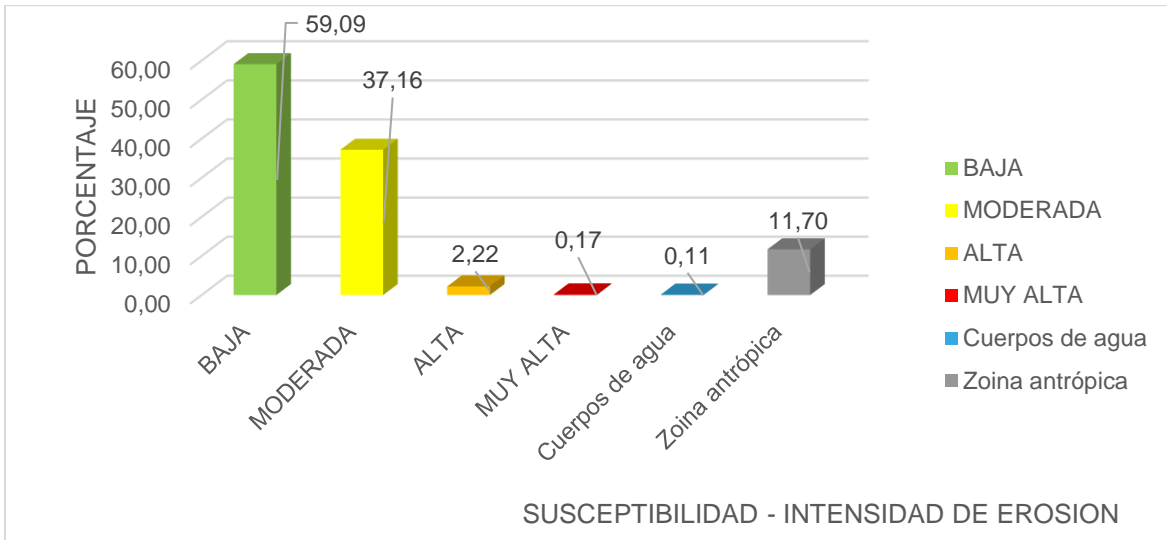
**Tabla 3.2.2-62 Valores de susceptibilidad por Intensidad de Erosión (SE) en el área de influencia**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE PARÁMETRO (SP)	PESO	SUSCEPTIBILIDAD	ÁREA DE INFLUENCIA	
			(ha)	(%)
<b>ERODABILIDAD</b>				
Baja	2	BAJA	25328,98	59,09
Moderadamente baja	2	BAJA		
Moderada	3	MODERADA	15929,45	37,16
Moderadamente alta	4	ALTA	951,00	2,22
Cuerpo de agua (Ríos)	5	MUY ALTA	72,36	0,17
Cuerpos de agua lenticos		N.A.	46,19	0,11
Zonas Antrópicas		N.A.	536,47	1,25
<b>ÁREA TOTAL</b>			<b>42864,46</b>	<b>100,00</b>

Nota: N.A. No aplica

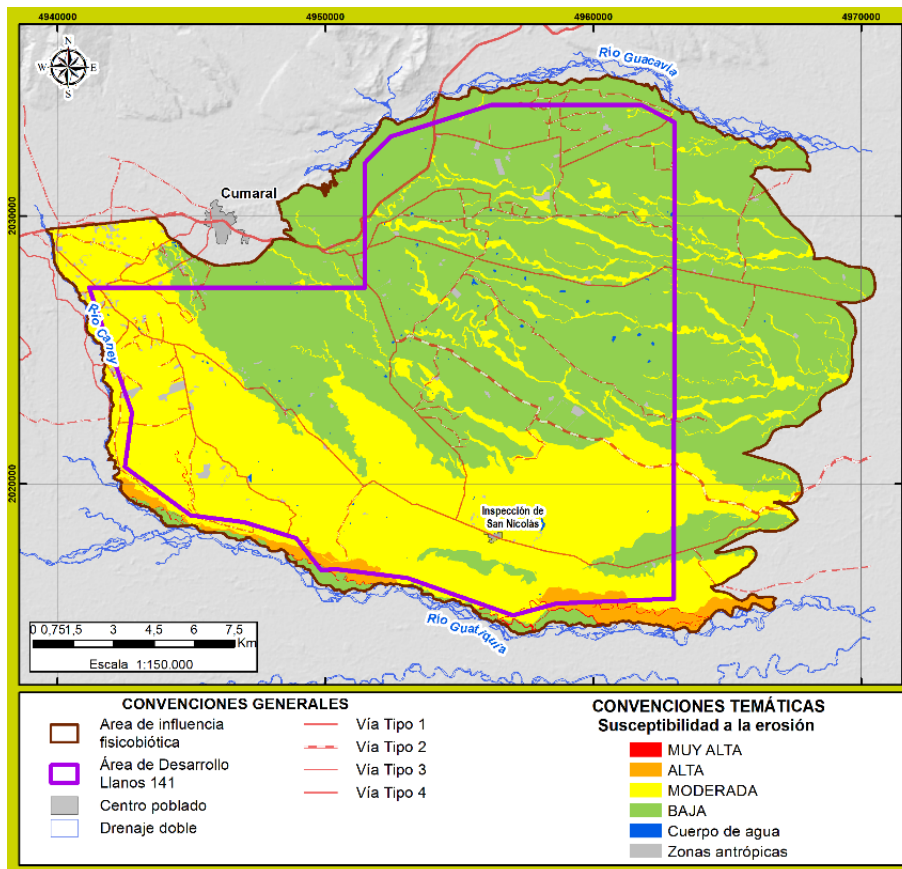
Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S., 2023)

**Figura 3.2.2-54 Susceptibilidad por intensidad de erosión (SE) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

**Figura 3.2.2-55 Mapa de susceptibilidad por Intensidad de Erosión (SE) a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia**




Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)



➤ **Susceptibilidad general del terreno (ST)**

Como se mencionó anteriormente, para la determinación del mapa de susceptibilidad general del terreno a la generación de fenómenos de remoción en masa, se realiza un análisis estadístico multivariado (Sistema de Evaluación Numérica), en el cual son sumados digitalmente los mapas de susceptibilidad (Superposición de Mapas e Integración Espacial de Información), que representan los factores intrínsecos que condicionan la generación y reactivación de estos procesos. Este procedimiento se realizó utilizando el SIG ArcGis10, y está representado por la siguiente ecuación:

En la **Tabla 3.2.2-63 y Figura 3.2.2-56** se presenta la distribución en porcentaje y distribución espacial de las categorías de susceptibilidad general del terreno dentro del área de Influencia.

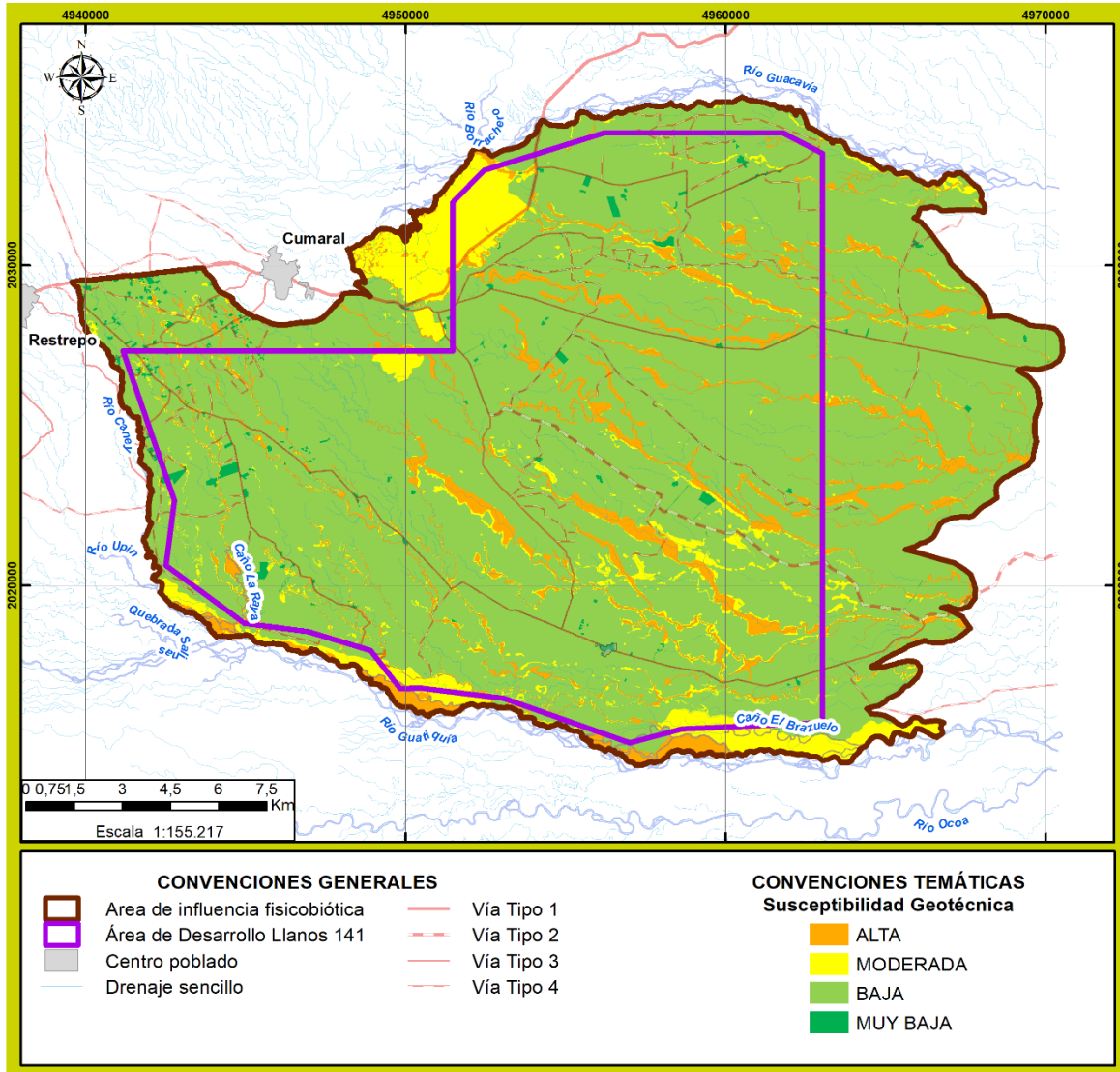
**Tabla 3.2.2-63 Susceptibilidad a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia donde se enmarca el proyecto**

SUSCEPTIBILIDAD A LA GENERACIÓN DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA		ÁREA DE INFLUENCIA		REGISTRO FOTOGRÁFICO
		ha	%	
Alta (A)	<p>Ocupa el 8,37% del área de influencia.</p> <p>Geológicamente está relacionada con los Depósitos Aluviales Asociados a Cauces Mayores (Q2-al-1) correlacionados con la dinámica activa del río Guacavía, Guatiquía y Caney y con los Depósitos Aluviales Asociados a Cauces Menores (Q2-al2).</p> <p>A nivel del componente geomorfológico se correlaciona con las geoformas asociadas con a la red del drenaje menor denominadas Valle (PVv, FVv y VVv) y Cauce (VCa). Asimismo, hacia el costado occidental del área de influencia está asociada a la geoforma denominada los Orillares e Islotes (VPo).</p> <p>La principal cobertura de la tierra que se observa en esta área es bosque de galería y ripario (Bgr).</p>	3585,91	8,37	 <p><b>Caño El Caibe</b></p> <p>Fecha de toma: 18-0-/2023 Estación geomorfológica GEOM-1. Detalle del valle del caño El Caibe, asociada geológicamente con los depósitos aluviales recientes de Cauces menores (Q2al-3). Coordenadas Origen Nacional E= 4947080,96 – N= 2023567,48</p>
	<p>Ocupa el 7,99% del área de influencia.</p> <p>Geológicamente está relacionada con las rocas de la Formación Guayabo Miembro Inferior (N2c) constituida principalmente por una intercalación de rocas duras y blandas.</p> <p>Geomorfológicamente, se asocia con las formas del terreno denominadas Cimas y laderas (DLI) y Cimas (DLc), caracterizadas por presentar un intervalo de pendiente ligeramente escarpada (25 - 50%) a fuertemente inclinada (12-25%). Asimismo, hacia el costado occidental del área de influencia está asociada a los Orillares e Islotes (VPo) y Napa de Desbordamiento (VPn).</p> <p>El área en mención localizada hacia el costado norte y nororiental presenta una susceptibilidad moderada a la generación de movimientos en masa y erosión de grado moderada a ligera, especialmente en aquellas áreas donde la disminución de la cobertura del bosque ha favorecido la acción denudativa del agua lluvia (factor detonante), fomentando no solamente los procesos erosivos hídricos de tipo laminar laminares.</p>			3426,69

SUSCEPTIBILIDAD A LA GENERACIÓN DE FENÓMENOS DE REMOCIÓN EN MASA		ÁREA DE INFLUENCIA		REGISTRO FOTOGRÁFICO
		ha	%	
Baja (B)	<p>La zona definida de susceptibilidad baja a la generación de fenómenos de remoción en masa ocupa el 82,50% del área de influencia.</p> <p>A nivel del componente geológico se asocia con Depósitos de Llanura de Inundación (Q2-II), Depósito de Abanico Aluvial (Q1-Ab) y Abanico – Terraza (N-Qt).</p> <p>Geomorfológicamente, se asocia con las formas del terreno denominadas Plano de Abanico (PAa), Cuerpo – Bajo (PAcb), Plano de Terraza de Acumulación (PTa), Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), Plano de Terraza (FTa), Plano de Llanura Inundable (FPI), caracterizadas por presentar una morfología baja y procesos erosivos de tipo laminar y en surcos, de grado moderado a ligero. La principal cobertura de la tierra que se observa en esta área es pastos limpios (PI) y, pasos arbolados (Pa).</p>	35363,20	82,50	 <p><b>Plano de Terraza de acumulación Subreciente (PTas)</b></p> <p>Fecha de toma: 14-02-2023 GEOM-15. Panorámica del Plano de Terraza de Acumulación Subreciente (PTas), caracterizado por presentar una morfología baja, por estar cubierta principalmente por pastos limpios (PI) y por la ausencia de proceso erosivos y de inestabilidad. Coordenadas Magna Sirgas Origen Nacional E: 4958762,82 - N: 2032023,05.</p>
Muy Baja (MB)	<p>La zona definida de susceptibilidad ante la generación de fenómenos de remoción en masa denominada muy baja a la generación de fenómenos de remoción en masa ocupa el 1,14% del área de influencia.</p> <p>Geológicamente está asociada con el Relleno Antrópico (Qar) constituido por material principalmente granular (tamaño grava) y de composición polimíctica, de moderada a bien compactado.</p> <p>Geomorfológicamente, se correlaciona con la forma del terreno denominada Modelado Antrópico (construcciones de tipo puntual y lineal), caracteriza por presenta un intervalo de pendiente baja.</p>	488,66	1,14	 <p>Fecha de toma: 11-02-2023 GEOM-27. Se observa la infraestructura lineal (vía de acceso de tipo terciaria), pavimentada, en buenas condiciones de transitabilidad y estabilidad. Coordenadas Origen Nacional E: 4961735,26 - N: 2017007,09</p>
<b>ÁREA TOTAL</b>		42864,46	100,00	

Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)

Figura 3.2.2-56 Mapa de susceptibilidad del terreno a la generación de fenómenos de remoción en masa en el área de influencia



Fuente: (ANTEA COLOMBIA S.A.S, 2023)