

--	--	--	--	--	--	--

A0	29/08/2017	CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	Juan Manuel Martinez	Gabriel Martinez	Primera Emisión	A
Rev	Fecha	Elaborado por nombre/firma	Revisado por nombre/firma	Aceptado por nombre/firma	Descripción	Estado



**PROYECTO  
“CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV LA  
REFORMA - SAN FERNANDO”**

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

**CAPÍTULO 3.2 MEDIO FÍSICO**



ESCALA	FORMATO	CÓDIGO EEB	CÓDIGO CONTRATISTA	HOJA	REV
<b>SIN</b>	<b>Carta</b>	<b>EEB-SFDO-CT100614-L000-EST1000</b>	<b>AG-2780</b>	<b>1 de 553</b>	<b>A0</b>

## ÍNDICE

	Pág.
3 Caracterización del área de influencia del proyecto .....	17
3.2 Medio físico .....	17
3.2.1 Geología .....	18
3.2.2 Geomorfología .....	70
3.2.3 Suelos .....	119
3.2.4 Hidrología .....	186
3.2.5 Calidad del agua .....	323
3.2.6 Usos del agua .....	350
3.2.7 Hidrogeología .....	363
3.2.8 Atmosfera .....	434
3.2.9 Geotecnia .....	504
3.2.10 Paisaje .....	527

## LISTA DE ILUSTRACIONES

Imagen 3.2-1	Geología de la plancha 5 – 14. Atlas Geológico de Colombia (Escala 1:500.000) .....	21
Imagen 3.2-2	Geología plancha 266 – Villavicencio (Escala):100.000) .....	22
Imagen 3.2-3	Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto.....	30
Imagen 3.2-4	Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto.....	51
Imagen 3.2-5	Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto.....	56
Imagen 3.2-6	Corte Geológico A – A´ - Sector Piedemonte.....	57
Imagen 3.2-7	Corte Geológico B – B´ - Sector Llanos Orientales.....	57
Imagen 3.2-8	Localización de las estaciones en la red sismológica nacional de Colombia (RSNC), cercanas a las áreas de influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto.....	61
Imagen 3.2-9	Localización de los eventos sísmicos cercanos a las áreas de influencia indirecta y directa del proyecto.....	65
Imagen 3.2-10	Localización de las áreas de influencia directa e indirecta, según el mapa nacional de amenaza sísmica - periodo de retorno de 475 años.....	66
Imagen 3.2-11	Zonas de amenaza sísmica en función $A_A$ y $A_V$ .....	67
Imagen 3.2-12	Amenazas por remoción en masa.....	69
Imagen 3.2-13	Provincias. Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de las provincias fisiográficas presentes en el sector donde se desarrolla el proyecto.....	70
Imagen 3.2-14	Esquema de jerarquización geomorfológica.....	73
Imagen 3.2-15	Unidades geomorfológicas dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.....	75
Imagen 3.2-16	Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro del All del proyecto.....	77
Imagen 3.2-17	Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro del AID del proyecto.....	78
Imagen 3.2-18	Relación en área y en portentaje (%) del tipo de relieve dentro del All del proyecto.....	79
Imagen 3.2-19	Relación en área y en porcentaje (%) del tipo de relieve dentro del AID del proyecto.....	80
Imagen 3.2-20	Rugosidad del Terreno en el Área de Influencia directa (AID) e Indirecta (All) del proyecto.....	94
Imagen 3.2-21	Intervalo de pendiente del Terreno En El Área De Influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto.....	96
Imagen 3.2-22	Representación gráfica de los intervalos de pendiente en función del All del proyecto.....	97

Imagen 3.2-23	Representación gráfica de los intervalos de pendiente en función del AID del proyecto .....	97
Imagen 3.2-24	Relieve relativo para el área de Influencia directa (AID) e indirecta (AII) del Proyecto .....	101
Imagen 3.2-25	Longitud de laderas para el área de Influencia directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto.....	103
Imagen 3.2-26	Densidad del drenaje para el Área de Influencia directa (AID) e Indirecta (AII) del proyecto.....	105
Imagen 3.2-27	Patrón de drenaje trezado dentro del área de Influencia del proyecto .....	106
Imagen 3.2-28	Patrón drenaje Sinuosos dentro del Área de Influencia del proyecto ..	107
Imagen 3.2-29	Patrón drenaje subparalelo dentro del área de Influencia del proyecto .....	107
Imagen 3.2-30	Conos de Villavicencio – Meta.....	109
Imagen 3.2-31	Sistemas de fallas activas en el Piedemonte Llanero .....	110
Imagen 3.2-32	Localización de los procesos morfodinámicos identificados dentro el área de influencia directa e indirecta del proyecto .....	118
Imagen 3.2-33	Identificación de los procesos morfodinámicos dentro el ára de influencia directa e indirecta del proyecto .....	119
Imagen 3.2-34	Componente de suelos.....	120
Imagen 3.2-35	Unidades de suelos dentro del área de influencia directa e indirecta del proyecto.....	127
Imagen 3.2-36	Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia físico biótica del proyecto.....	152
Imagen 3.2-37	Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia directa del proyecto .....	153
Imagen 3.2-38	Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia físico biótica del proyecto.....	167
Imagen 3.2-39	Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia directa del proyecto .....	168
Imagen 3.2-40	Distribución de uso actual del suelo en el área de influencia físico biótica del proyecto.....	177
Imagen 3.2-41	Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia directa del proyecto .....	178
Imagen 3.2-42	Interpretación del conflicto del uso del suelo .....	179
Imagen 3.2-43	Distribución de conflictos de uso del suelo en el área de influencia físico biótica del proyecto .....	183
Imagen 3.2-44	Distribución de conflictos de uso del suelo en el área de influencia directa del proyecto .....	183
Imagen 3.2-45	Inventario de sistemas lenticos identificados en el área de influencia indirecta (AII), del proyecto .....	189
Imagen 3.2-46	Cuencas hidrográficas presentes en el área del proyecto.....	205

Imagen 3.2-47	Representación esquemática de las etapas de un río en zonas tropicales .....	234
Imagen 3.2-48	Patrón de drenaje trenzado río Guayuriba .....	236
Imagen 3.2-49	Patrón de drenaje trenzado río acacias .....	237
Imagen 3.2-50	Patrón de drenaje sinuoso – meándrico río Orotoy .....	238
Imagen 3.2-51	Patrón de drenaje sub – paralelo sentido W-SE .....	239
Imagen 3.2-52	Patrón de drenaje sub – paralelo sentido SW-NE.....	240
Imagen 3.2-53	Patrón de drenaje dendrítico afluentes al río Guayuriba .....	241
Imagen 3.2-54	Aforos realizados en el área del proyecto .....	265
Imagen 3.2-55	Clasificación de los cauces aluviales (Schumm 1981).....	280
Imagen 3.2-56	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1965 (línea vuelo C 1155 a escala 1:35300 (Fotografía 050)).....	281
Imagen 3.2-57	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1976 (Línea de vuelo C-1674 a escala de trabajo 1:29150 (fotografía 103)).....	282
Imagen 3.2-58	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1989 (la línea de vuelo C-2370 a escala 1:33000 (fotografía 030)). .....	283
Imagen 3.2-59	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 2015.....	284
Imagen 3.2-60	Detalle del cauce del río Guayuriba entre el año 1965 y el año 2015. ....	285
Imagen 3.2-61	Captura de imagen Satelital en el Google Earth con fuente US Geological Survey y Digital Globe, referencia como de septiembre de 2002. ....	287
Imagen 3.2-62	Captura de imagen Satelital en el Google Earth con fuente US Geological Survey y Digital Globe, referencia como Diciembre de 2012. ....	288
Imagen 3.2-63	Captura de imagen Satelital en el Google Earth con fuente US Geological Survey y Digital Globe, referencia como Diciembre de 2012. ....	289
Imagen 3.2-64	Captura de imagen Satelital en el Google Earth con fuente US Geological Survey y Digital Globe, referencia como enero 2016 .....	290
Imagen 3.2-65	Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 38, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.....	291
Imagen 3.2-66	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 39, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.....	292
Imagen 3.2-67	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 40, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.....	293
Imagen 3.2-68	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 41, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente, septiembre de 2012, diciembre de 2012 y enero del 2016, abajo derecha. ....	293

Imagen 3.2-69	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 41, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha .abajo derecha. ....	294
Imagen 3.2-70	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 42, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.....	295
Imagen 3.2-71	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 42, para enero del 2016 en mosaico con registro fotográfico de agosto de 2016. ....	295
Imagen 3.2-72	Registro Google-Earth del sector contiguo a torre 43, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.....	296
Imagen 3.2-73	Detalle del cauce del rio Acacias en el año 1980 (línea de vuelo C-1949-35-80/S30392).....	298
Imagen 3.2-74	Detalle del cauce del rio Acacias en el año 1987 (línea de vuelo C-2323-38-87/S34457).....	299
Imagen 3.2-75	Detalle del cauce del rio Acacias en el año 1997 (línea de vuelo C-2627-46-77/S37789).....	300
Imagen 3.2-76	Detalle de la cuenca del cauce del rio Acacias en el año 2015.....	301
Imagen 3.2-77	Análisis multitemporal del sitio de cruce en el rio Acacias entre el año 1980 y 2015.....	303
Imagen 3.2-78	Mapa de inundaciones periódicas IDEAM 2011 .....	306
Imagen 3.2-79	Zonificación por amenazas naturales – inundaciones del Plan de Ordenamiento Territorial - Villavicencio .....	310
Imagen 3.2-80	Metodología generación mapa de inundación para el área del proyecto .....	312
Imagen 3.2-81	Susceptibilidad a inundación del componente ecosistémico para el área del proyecto.....	315
Imagen 3.2-82	Susceptibilidad a inundación por el componente geomorfológico del área del proyecto.....	319
Imagen 3.2-83	Mapa de susceptibilidad a la inundación del área del proyecto.....	322
Imagen 3.2-84	Esquema de distribución espacial de los cuerpos de agua muestreados.....	326
Imagen 3.2-85	Ubicación de los puntos de muestreo en el área del proyecto .....	335
Imagen 3.2-86	Dendograma basado en distancias euclidianas para los cuerpos de agua del área de Influencia analizados.....	341
Imagen 3.2-87	Resultados de carbono orgánico total, DBO y DQO <sub>5</sub> de los cuerpos de agua analizados .....	341
Imagen 3.2-88	Resultados de solidos disueltos totales, solidos sedimentables, solidos suspendidos totales, y turbiedad de los cuerpos de agua analizados .....	342
Imagen 3.2-89	Concentración de hierro y sulfatos de los cuerpos de agua analizados .....	343

Imagen 3.2-90	Análisis de componentes principales ACP para las variables físicoquímicas y bacteriológicas.....	345
Imagen 3.2-91	Usos de los manantiales.....	370
Imagen 3.2-92	Análisis de los parámetros físicos del agua en los manantiales – Diagrama Boxplot.....	372
Imagen 3.2-93	Condiciones de uso de los aljibes en el área de estudio.....	375
Imagen 3.2-94	Análisis de los parámetros físicos del agua en los aljibes – Diagrama Boxplot .....	376
Imagen 3.2-95	Unidades hidrogeológicas y distribución de puntos de agua subterránea .....	381
Imagen 3.2-96	Direcciones de flujo de agua subterránea (somero y local).....	386
Imagen 3.2-97	Localización de los puntos de agua subterráneas .....	388
Imagen 3.2-98	Distribución del parámetro “Pendiente” .....	403
Imagen 3.2-99	Distribución del parámetro “Tipo suelo” .....	405
Imagen 3.2-100	Distribución del parámetro “Tipo de roca” .....	409
Imagen 3.2-101	Distribución del parámetro “Cobertura vegetal” .....	412
Imagen 3.2-102	Distribución del parámetro “Uso del suelo” .....	414
Imagen 3.2-103	Zonas de recarga potencial .....	416
Imagen 3.2-104	Método GOD para la evaluación de la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación.....	420
Imagen 3.2-105	Mapa de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación con mapas intermedios de metodología GOD.....	431
Imagen 3.2-106	Bloque Diagrama Modelo hidrogeológico conceptual .....	434
Imagen 3.2-107	Localización espacial de las estaciones meteorológicas en el área de estudio.....	437
Imagen 3.2-108	Distribución de la temperatura máxima media anual (°C) – promedio anual 1981 – 2010.....	442
Imagen 3.2-109	Distribución de la temperatura mínima media anual (°C) – promedio anual 1981 – 2010.....	443
Imagen 3.2-110	Precipitación media total anual – promedio anual 1981 – 2010.....	445
Imagen 3.2-111	Mapa de humedad relativa anual – promedio anual 1981 – 2010.....	446
Imagen 3.2-112	Velocidad promedio del viento a 10 metros de altura (m/s) – Anual (2015).....	447
Imagen 3.2-113	Dirección de procedencia del viento – Anual (2015).....	448
Imagen 3.2-114	Mapa de evaporación total anual – promedio anual (1981 - 2010) .....	449
Imagen 3.2-115	Temperatura media mensual en el área del proyecto (°C).....	451
Imagen 3.2-116	Isotermas en la zona de estudio .....	452
Imagen 3.2-117	Presión atmosférica VS Altitud .....	454
Imagen 3.2-118	Precipitación media mensual en el área de estudio (mm).....	455
Imagen 3.2-119	Isoyetas en el área del proyecto .....	456
Imagen 3.2-120	Precipitación máxima en 24 horas (Año 2012) .....	457

Imagen 3.2-121	Precipitación máxima en 24 horas (mm/hr), para el mes de noviembre.....	458
Imagen 3.2-122	Valores diarios (24 horas) de humedad relativa (%) para el año 2010 .....	459
Imagen 3.2-123	Valores diarios (24 horas) de humedad relativa (%) para el año 2011 .....	460
Imagen 3.2-124	Valores diarios (24 horas) de humedad relativa (%) para el año 2012 .....	460
Imagen 3.2-125	Valores diarios (24 horas) de humedad relativa (%) para el año 2013 .....	461
Imagen 3.2-126	Valores diarios (24 horas) de humedad relativa (%) para el año 2014 .....	461
Imagen 3.2-127	Valores medios mensuales multianuales de Humedad Relativa (%)... ..	462
Imagen 3.2-128	Valores máximos mensuales multianuales de Humedad Relativa (%) .....	462
Imagen 3.2-129	Valores mínimos mensuales multianuales de Humedad Relativa (%) .....	463
Imagen 3.2-130	Distribución y frecuencia de la velocidad del viento para la estación Apto Vanguardia.....	464
Imagen 3.2-131	Distribución y frecuencia de la velocidad del viento para la estación Unillanos .....	465
Imagen 3.2-132	Rosa de vientos Estación Apto Vanguardia .....	465
Imagen 3.2-133	Rosa de vientos Estación Unillanos.....	466
Imagen 3.2-134	Valores medios mensuales multianuales de Brillo Solar (horas).....	467
Imagen 3.2-135	Valores medios mensuales de nubosidad (Octas).....	468
Imagen 3.2-136	Variabilidad de la altura de mezcla (2010 – 2014) .....	469
Imagen 3.2-137	Altura de mezcla promedio mensual (2014).....	469
Imagen 3.2-138	Valores mensuales multianuales de Evaporación (mm).....	471
Imagen 3.2-139	Balances hídricos para las estaciones del área del proyecto .....	472
Imagen 3.2-140	Zonificación climática .....	473
Imagen 3.2-141	Interpretación digital de elevación del terreno y rosa de los vientos....	475
Imagen 3.2-142	Ubicación espacial de la localización de las estaciones de monitoreo de calidad del aire .....	485
Imagen 3.2-143	Distribución espacial de las Isopletras de PST .....	489
Imagen 3.2-144	Distribución espacial de las Isopletras de PM <sub>10</sub> .....	490
Imagen 3.2-145	Distribución espacial de las Isopletras de NOX.....	491
Imagen 3.2-146	Distribución espacial de las Isopletras de SOX.....	492
Imagen 3.2-147	Distribución espacial de las Isopletras de CO .....	493
Imagen 3.2-148	Localización de los puntos de medición de presión sonora .....	495
Imagen 3.2-149	Resultados obtenidos en el horario diurno.....	498
Imagen 3.2-150	Resultados obtenidos en horario nocturno.....	499
Imagen 3.2-151	Comportamiento espacial de las Isófonas diurnas (día hábil) .....	500

Imagen 3.2-152	Comportamiento espacial de las Isófonas diurnas (día no hábil) .....	501
Imagen 3.2-153	Comportamiento espacial de las Isófonas nocturnas (día hábil) .....	502
Imagen 3.2-154	Comportamiento espacial de las Isófonas nocturnas (día no hábil) ....	503
Imagen 3.2-155	Estructura de la zonificación geotécnica del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto .....	505
Imagen 3.2-156	Zonificación geotécnica del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) .....	512
Imagen 3.2-157	Calidad visual del paisaje .....	534
Imagen 3.2-158	Porcentaje total de área en cada escala visual para el AID. ....	543
Imagen 3.2-159	Fragilidad visual del paisaje.....	547
Imagen 3.2-160	Porcentaje total de áreas de intervención de las torres de acuerdo a la calidad visual .....	550
Imagen 3.2-161	Porcentaje total de áreas de intervención de las torres de acuerdo con su visibilidad .....	551
Imagen 3.2-162	Porcentaje total de áreas de intervención de las torres de acuerdo con fragilidad visual .....	552

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3.2-1	Unidades geológicas aflorantes en la zona, identificadas a partir de la plancha geológica 266 - Villavicencio (Escala 1:100.000)..... 20
Tabla 3.2-2	Correlación estratigráfica..... 24
Tabla 3.2-3	Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto..... 29
Tabla 3.2-4	Unidades geológicas presentes en el área de influencia directa (AID) del proyecto..... 31
Tabla 3.2-5	Resumen de las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto ..... 48
Tabla 3.2-6	Estaciones de control de las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto ..... 52
Tabla 3.2-7	Sismicidad presentada en el municipio de Villavicencio durante el periodo comprendido del 31/05/2000 hasta el 21/03/2017..... 62
Tabla 3.2-8	Sismicidad presentada en el municipio de Acacias durante el periodo comprendido del 19/07/1993 hasta el 05/02/2017..... 63
Tabla 3.2-9	Sismicidad presentada en el municipio de Castilla La Nueva durante el periodo comprendido del 23/08/1996 hasta el 17/04/2017 ..... 64
Tabla 3.2-10	Valores de aceleración ( $A_a$ ) y velocidad pico ( $A_v$ ) – Definición de la zona de amenaza sísmica asociada ..... 68
Tabla 3.2-11	Sistema jerarquizado de la geomorfología en el área de influencia directa e indirecta del proyecto ..... 76
Tabla 3.2-12	Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro de las AID y AII del proyecto..... 77
Tabla 3.2-13	Relación en área y en portentaje (%) de los tipos de relieve dentro de las AID y AII del proyecto..... 78
Tabla 3.2-14	Características del tipo de relieve denominado Filas y Vigas (MFfv1 y MFfv2) ..... 81
Tabla 3.2-15	Características del tipo del tipo de relieve denominado crestas, crestones y espinazos (MPcc)..... 82
Tabla 3.2-16	Características del tipo del tipo de relieve denominado Filas, vigas. Crestas y crestones (MPFfv) y Vallecitos coluvioaluviales (MPva) ..... 83
Tabla 3.2-17	Características del tipo del tipo de relieve denominado abanico antiguo ..... 84
Tabla 3.2-18	Características del tipo del tipo de relieve denominado terrazas ..... 85
Tabla 3.2-19	Características del tipo del tipo de relieve denominado vallecitos de piedemonte..... 86
Tabla 3.2-20	Características del tipo del tipo de relieve denominado Terrazas agradacionales ..... 87
Tabla 3.2-21	Características del tipo del tipo de relieve denominado Plano de inundación ..... 88

Tabla 3.2-22	Características Geomorfológicas de los Vallecitos de la Planicie Aluvial (Av) .....	89
Tabla 3.2-23	Características Geomorfológicas del Plano de Inundación Activo (VPi) .....	90
Tabla 3.2-24	Características Geomorfológicas de los Vallecitos coluvio aluviales (Vvca).....	90
Tabla 3.2-25	Caracterización morfométrica de los tipos de relieve identificados en el área de influencia del proyecto .....	92
Tabla 3.2-26	Intervalos de pendientes obtenidas para el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto.....	95
Tabla 3.2-27	Intervalos de pendientes vs paisaje en función del porcentaje (%) obtenidos para el área de influencia indirecta (AID) del proyecto .....	98
Tabla 3.2-28	Intervalos de pendientes vs paisaje en función del porcentaje (%) obtenidos para el área de influencia indirecta (AII) del proyecto .....	98
Tabla 3.2-29	Intervalos de contraste del relieve o relieve relativo dentro del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto .....	99
Tabla 3.2-30	Índices de longitud de las laderas dentro del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto .....	102
Tabla 3.2-31	Rangos de clasificación densidad de drenaje .....	104
Tabla 3.2-32	Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el area de influencia influencia directa e indirecta del proyecto.....	112
Tabla 3.2-33	Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el area de influencia influencia directa e indirecta del proyecto.....	114
Tabla 3.2-34	Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el área de influencia influencia directa e indirecta del proyecto.....	116
Tabla 3.2-35	Ubicación de los perfiles modal de suelos y pruebas de infiltración....	122
Tabla 3.2-36	Unidades cartográficas del mapa de suelos del AID del proyecto.....	123
Tabla 3.2-37	Fases por pendiente en el mapa de suelos .....	123
Tabla 3.2-38	Fases por erosión en el mapa de suelos .....	124
Tabla 3.2-39	Fases por la ocurrencia de inundaciones, encharcamientos y/o pedregosidad superficial.....	124
Tabla 3.2-40	Leyenda del mapa de suelos del área del proyecto .....	125
Tabla 3.2-41	Descripción del perfil modal de la Asociación MPHef1 (2780-LR_SF-CAL-02).....	129
Tabla 3.2-42	Descripción del perfil modal de la Asociación MUJef1 (2780-LR_SF-CAL-03).....	130
Tabla 3.2-43	Descripción del perfil modal del complejo MUOde1 (2780-LR_SF-CAL-05).....	132
Tabla 3.2-44	Descripción del perfil modal de la Asociación MUPef1 (2780-LR_SF-CAL-01).....	134

Tabla 3.2-45	DESCRIPCIÓN DE la Consociación PVAab (2780-LR_SF-CAL-09) ..	136
Tabla 3.2-46	Descripción de la Consociación PVCabp (2780-LR_SF-CAL-04) .....	138
Tabla 3.2-47	Descripción del perfil modal de la Consociación RVGaby (2780-LR_SF-CAL-11).....	143
Tabla 3.2-48	Descripción del perfil modal de la Asociación RVHay (2780-LR_SF-CAL-06).....	145
Tabla 3.2-49	Descripción del perfil modal del Complejo RVNabx .....	147
Tabla 3.2-50	Descripción del perfil modal del Grupo Indiferenciado RVOax.....	149
Tabla 3.2-51	Descripción de la asociación VVAabxy (2780-LR_SF-CAL-012) .....	151
Tabla 3.2-52	Ubicación de los perfiles modal de suelos y pruebas de infiltración....	154
Tabla 3.2-53	Clasificación de la capacidad de uso de las unidades de suelo .....	156
Tabla 3.2-54	Clasificación de la capacidad de uso de las unidades de suelo .....	157
Tabla 3.2-55	Ruta de calificación de la clasificación agrologica desde las Unidades cartográficas de suelos.....	158
Tabla 3.2-56	Leyenda del mapa de Uso potencial –Capacidad de uso .....	159
Tabla 3.2-57	Equivalencia entre el uso actual del suelo y la cobertura de la tierra asociada .....	169
Tabla 3.2-58	Leyenda del Mapa de usos actual del suelo .....	170
Tabla 3.2-59	Matriz de decisión de los conflictos de usos del suelo .....	180
Tabla 3.2-60	Información secundaria contemplada .....	186
Tabla 3.2-61	Sistemas lénticos naturales, identificados en campo dentro del área de influencia indirecta (AII) del proyecto .....	190
Tabla 3.2-62	Sistemas lénticos artificiales, identificados en campo dentro del área de influencia indirecta (AII) del proyecto .....	193
Tabla 3.2-63	Sistemas lénticos identificados por información secundaria .....	195
Tabla 3.2-64	Código llave IDEAM .....	201
Tabla 3.2-65	Código llave primaria .....	201
Tabla 3.2-66	Código llave foránea.....	202
Tabla 3.2-67	Codificación de cuencas hidrográficas para el área de estudio de la línea de transmisión 230 kV. La Reforma – San Fernando.....	203
Tabla 3.2-68	Inventario de sistemas loticos presentes en la Sub-zona hidrográfica Río Metica (Guamal – Humadea) (3501). .....	207
Tabla 3.2-69	Inventario de sistemas loticos presentes en la Sub-zona hidrográfica Río Guayuriba (3502). .....	213
Tabla 3.2-70	Inventario de sistemas loticos presentes en la Sub-zona hidrográfica Río Guatiquia (3503). .....	218
Tabla 3.2-71	Inventario de sistemas loticos presentes en la Sub-zona hidrográfica Río Negro (3510).....	220
Tabla 3.2-72	Clasificación tamaño de la cuenca .....	221
Tabla 3.2-73	Parámetros generales unidades hidrográficas de interés .....	222
Tabla 3.2-74	Rangos y clases de alargamiento.....	225

Tabla 3.2-75	parámetros de forma de sub-zonas hidrográficas y microcuencas de interés .....	225
Tabla 3.2-76	Clasificación pendiente de la cuenca.....	229
Tabla 3.2-77	Características de relieve de la cuenca .....	229
Tabla 3.2-78	Clasificación densidad de drenaje .....	231
Tabla 3.2-79	Sistemas de drenaje.....	231
Tabla 3.2-80	Cauces con patrón de drenaje trenzado en el área de estudio .....	236
Tabla 3.2-81	Características de las corrientes.....	242
Tabla 3.2-82	Estaciones hidrológicas que cuenta con instrumentación .....	244
Tabla 3.2-83	Caudales característicos para las corrientes instrumentadas .....	244
Tabla 3.2-84	Diagrama de caja para las corrientes instrumentadas .....	245
Tabla 3.2-85	Tendencias de caudales medios para corrientes instrumentadas.....	246
Tabla 3.2-86	Valores característicos de caudales medios.....	247
Tabla 3.2-87	Curva de duración de caudales medios mensuales.....	248
Tabla 3.2-88	Caudales mínimos para diferentes periodos de retorno.....	249
Tabla 3.2-89	Caudales mínimos extremos para diferentes periodos de retorno .....	250
Tabla 3.2-90	Caudales máximos para diferentes periodos de retorno .....	251
Tabla 3.2-91	Caudales máximos extremos para diferentes periodos de retorno .....	251
Tabla 3.2-92	Datos de entrada empleados para la generación de caudales – metodología SOIL.....	254
Tabla 3.2-93	Estaciones meteorológicas IDEAM cercanas al área del proyecto .....	256
Tabla 3.2-94	Caudales máximos, medios y mínimos estimados para las microcuencas de interés.....	257
Tabla 3.2-95	Caudales máximos intercepciones del proyecto .....	263
Tabla 3.2-96	Caudales mínimos intercepciones del proyecto.....	264
Tabla 3.2-97	Aforos realizados en el área del proyecto .....	266
Tabla 3.2-98	Oferta hídrica neta para las unidades hidrográficas dentro del área del proyecto.....	269
Tabla 3.2-99	Demanda hídrica total por uso humano y doméstico en las unidades hidrográficas dentro del área del proyecto .....	270
Tabla 3.2-100	Demanda hídrica total para uso agrícola en las unidades hidrográficas dentro del área del proyecto.....	272
Tabla 3.2-101	Demanda hídrica total para uso pecuario en las unidades hidrográficas del área del proyecto.....	274
Tabla 3.2-102	Demanda hídrica total para uso industrial en las unidades hidrográficas del área del proyecto.....	275
Tabla 3.2-103	Demanda hídrica total, acumulada en las unidades hidrográficas dentro del área del proyecto .....	277
Tabla 3.2-104	Valoración de los índices de escasez.....	277
Tabla 3.2-105	Índice de escasez para cada unidad hidrográfica dentro del área del proyecto .....	278
Tabla 3.2-106	Líneas de vuelo .....	297

Tabla 3.2-107	Información secundaria consultada .....	304
Tabla 3.2-108	Susceptibilidad a inundación de la cobertura vegetal componente ecosistémico.....	314
Tabla 3.2-109	Susceptibilidad a la inundación componente Geomorfológico .....	317
Tabla 3.2-110	Cruce de información geomorfológica y cobertura vegetal .....	320
Tabla 3.2-111	Descripción de la categorización de susceptibilidad a la inundación del área del proyecto .....	321
Tabla 3.2-112	Inventario de fuentes contaminantes .....	324
Tabla 3.2-113	Inventario fuentes contaminantes en cercanías a sitios de captación .....	325
Tabla 3.2-114	Cuencas hidrográficas para el área del proyecto .....	326
Tabla 3.2-115	Sistemas lóticos.....	329
Tabla 3.2-116	Sistemas lénticos muestreados .....	332
Tabla 3.2-117	Ubicación de los sitios de muestreo para la caracterización de la calidad de agua superficial .....	333
Tabla 3.2-118	Resultado de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluados.....	336
Tabla 3.2-119	Matriz de correlaciones – coeficientes de Spearman.....	338
Tabla 3.2-120	Correlaciones con mayor significancia.....	339
Tabla 3.2-121	Índices de similaridad euclidianos .....	340
Tabla 3.2-122	ICOS e ICA para los cuerpos de agua evaluados.....	347
Tabla 3.2-123	Restricciones de uso para el agua superficial en el AI de acuerdo a la normatividad ambiental.....	348
Tabla 3.2-124	Usos del agua identificados en la zona montañosa y escarpada .....	350
Tabla 3.2-125	Usos del agua identificados en la zona plana a levemente ondulada .....	350
Tabla 3.2-126	Usos del agua identificados en las fuentes de agua intervenidas por el proyecto.....	351
Tabla 3.2-127	Concesiones de agua en las fuentes de agua a ser intervenidas por el proyecto.....	352
Tabla 3.2-128	Acueductos veredales existentes en la zona montañosa y escarpada.....	354
Tabla 3.2-129	Acueductos veredales existentes en la zona plana a levemente ondulada .....	355
Tabla 3.2-130	Cultivos existentes por vereda.....	356
Tabla 3.2-131	Puntos de captación .....	360
Tabla 3.2-132	Usuarios identificados en franja 500 metros aguas arriba y aguas debajo de puntos de captación .....	361
Tabla 3.2-133	Relación de puntos de agua subterránea en el área de estudio .....	365
Tabla 3.2-134	Manantiales identificados en el área del proyecto.....	366
Tabla 3.2-135	Aljibes identificados en el área del proyecto .....	374
Tabla 3.2-136	Pozos identificados en el área del proyecto.....	377

Tabla 3.2-137	Unidades hidrogeológicas del área de estudio .....	379
Tabla 3.2-138	Unidades hidrogeológicas y geológicas captadas por los puntos de muestreo .....	390
Tabla 3.2-139	Características de las principales variables físico – químicas evaluadas para agua subterránea .....	391
Tabla 3.2-140	Normatividad vigente para la determinación de los límites permisibles de las características del agua según su usopotencial...	394
Tabla 3.2-141	Características físicoquímicas de los puntos de agua subterránea .....	395
Tabla 3.2-142	Valoración del potencial de recarga.....	402
Tabla 3.2-143	Valoración del potencial de recarga.....	402
Tabla 3.2-144	Valoración del potencial de recarga.....	404
Tabla 3.2-145	Ponderación del parámetro “Tipo de roca” .....	406
Tabla 3.2-146	Ponderación del parámetro “Cobertura” .....	410
Tabla 3.2-147	Ponderación del parámetro “Uso del suelo” .....	415
Tabla 3.2-148	Potencial de descarga de los acuíferos .....	415
Tabla 3.2-149	Definición práctica de las clases de vulnerabilidad .....	420
Tabla 3.2-150	Asignación de índices, parámetros “G” .....	421
Tabla 3.2-151	Asignación de índices, parámetros “O” .....	422
Tabla 3.2-152	Asignación de índices, parámetros “D” .....	425
Tabla 3.2-153	Descripción y grado de vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación .....	430
Tabla 3.2-154	Estaciones Meteorológicas en el Área de Estudio .....	435
Tabla 3.2-155	Presión atmosférica (Pa) .....	454
Tabla 3.2-156	Humedad relativa menor diaria (2010 a 2015).....	459
Tabla 3.2-157	Valores medios, mínimos y máximos mensuales de velocidad de viento.....	463
Tabla 3.2-158	Tipo de nubosidad y descripción .....	467
Tabla 3.2-159	Resumen datos horarios de altura de capa de mezcla .....	469
Tabla 3.2-160	Valores promedio de altura de mezcla y tipo de estabilidad atmosférica para el área de influencia (2014).....	470
Tabla 3.2-161	Clasificación climática .....	472
Tabla 3.2-162	Tramos de vías seleccionadas para el aforo vehicular .....	476
Tabla 3.2-163	Resultados del aforo vehicular en la vía Bogotá – Villavicencio (Túnel Buenavista) .....	477
Tabla 3.2-164	Resultados de aforo vehicular en la vía Villavicencio - Acacias .....	478
Tabla 3.2-165	Fuentes de emisión de material particulado y gases asociados al proyecto .....	483
Tabla 3.2-166	Estaciones de monitoreo de calidad del aire.....	484
Tabla 3.2-167	Reportes de monitoreo de calidad del aire.....	486
Tabla 3.2-168	Índice nacional de calidad del aire .....	487
Tabla 3.2-169	Fuentes de emisión de ruido asociados al proyecto .....	494
Tabla 3.2-170	Puntos de monitoreo de ruido ambiental .....	496

Tabla 3.2-171	Unidades geológicas identificadas en el área de influencia indirecta (All) del proyecto .....	506
Tabla 3.2-172	Rasgos estructurales identificado en el área de influencia indirecta (All) Del proyecto.....	507
Tabla 3.2-173	Evaluación de las pendientes en el área de influencia indirecta (All) del proyecto.....	508
Tabla 3.2-174	Sistema Jerarquizado de la geomorfología en el área de influencia indirecta (All) del proyecto .....	508
Tabla 3.2-175	Morfodinámica del área de influencia indirecta (All) del proyecto .....	509
Tabla 3.2-176	Valores de aceleración (Aa) y velocidad pico (Av) – Definición de la zona de amenaza sísmica asociada .....	510
Tabla 3.2-177	Evaluación de las variables identificadas en el área de influencia indirecta (All) del proyecto.....	510
Tabla 3.2-178	Zonificación geotécnica del área de influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto.....	513
Tabla 3.2-179	Localización y profundidad de los sondeos en el área de influencia directa (AID) .....	515
Tabla 3.2-180	Resultados de los ensayos de laboratorio de los sitios de torre 1 a la 13 .....	516
Tabla 3.2-181	Resultados de los ensayos de laboratorio de los sitios de torre 15 a la 28 .....	517
Tabla 3.2-182	Resultados de los ensayos de laboratorio de los sitios de torre 29 a la 47 .....	518
Tabla 3.2-183	Resultados de los ensayos de laboratorio de los sitios de torre 47 a la 74 .....	519
Tabla 3.2-184	Resultados de los ensayos de laboratorio de los sitios de torre 75 a la 82 .....	520
Tabla 3.2-185	Parametros de diseño de la torre 1 a la 40 .....	523
Tabla 3.2-186	Parametros de diseño de la torre 41 a la 82 .....	524
Tabla 3.2-187	Capacidad portante - Cimentaciones superficiales .....	525
Tabla 3.2-188	Capacidad portante - Cimentaciones profundas (pilotes).....	526
Tabla 3.2-189	Calidad visual del paisaje .....	532
Tabla 3.2-190	Valoración de la calidad visual del paisaje.....	533
Tabla 3.2-191	Porcentaje de cada escala visual por unidad de paisaje.....	544
Tabla 3.2-192	Valoración de la fragilidad visual del paisaje.....	545
Tabla 3.2-193	Fragilidad visual en el AID .....	545
Tabla 3.2-194	Áreas de intervención en cada unidad de paisaje.....	549

### 3 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

#### 3.2 Medio físico

La caracterización del componente geosférico (geología, geomorfología, suelos, hidrología, hidrogeología y geotecnia), se realiza para un polígono irregular o área de influencia que se extiende entre los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva (departamento del Meta). Para el presente estudio se toma como base la información oficial existente en el Servicio Geológico Colombiano - SGC (denominado anteriormente como el Instituto Geológico Minero – INGEOMINAS), así como en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC. Adicionalmente, se recurre a la información presentada en estudios elaborados en la zona y a la interpretación de imágenes de satélite y el uso de fotografías aéreas, acompañados de un control de campo efectuado durante el mes de marzo y abril de 2017.

El presente ítem comienza con una descripción generalizada de la información cartográfica y la memoria base utilizada por el Servicio Geológico Colombiano, siguiendo con una descripción breve pero detallada de las características geológicas del área de influencia indirecta y directa, así como de la geología histórica del área de interés. Posteriormente se realiza una descripción de los diferentes estudios realizados en lo que se refiere a las amenazas naturales (amenaza sísmica y por movimientos en masa).

En lo que se refiere al componente geomorfológico, se introduce en el tema realizando una descripción generalizada de las vertientes que recorre la línea de transmisión, y una descripción detallada de las unidades morfogénicas (entre los que encontramos el paisaje de de montaña, pasando por piedemonte hasta el de planicie fluvial en la zona de los Llanos Orientales; y los diferentes tipos de relieves representado por filas y vigas (MPFfv1), crestas - crestones y espinazos (MPFfv2), filas – vigas –crestas y crestones (MPFv) y vallecitos (MPFva), terrazas de piedemonte (PMt), Abanicos antiguos (PMA) (vallecitos coluviales (PMv), entre otras), morfométricas (intervalos de pendiente y morfográficas (índice de rugosidad, intervalo de pendientes, índice de contraste, longitud de laderas, patrón del drenaje y procesos morfodinámicos, entre otros).

Para la descripción y la evaluación integral del recurso suelo, se realizó la caracterización agrológica de suelos, la cual consistió en la caracterización de las unidades cartográficas de suelos, identificación del uso actual, potencial, y los conflictos de uso dentro del área de influencia de la línea de transmisión.

La caracterización hidrológica, comprende el análisis de la dinámica del recurso hídrico a partir de: la identificación de sistemas lenticos y loticos, en el cual se describen los principales cuerpos de agua localizados en al área de influencia, y análisis morfométrico de cuencas, así como el análisis de los patrones de drenaje de las corrientes presentes en el área, régimen hidrológico y caudales característicos de las corrientes de mayor interés, dinámica fluvial, donde se incluye análisis de la alteración de la dinámica fluvial e identificación de usos y usuarios del recurso, a partir de la información capturada durante la fase de trabajo en campo.

El alcance del componente hidrogeológico está enfocado en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en el área de influencia para el proyecto, a partir de la recopilación y análisis de información existente, reconocimiento en campo por medio del inventario de puntos de agua subterránea (identificando manantiales, aljibes y pozos), así como un análisis físico químico y bacteriológico en una red de monitoreo por cada unidad hidrogeológica identificada, caracterización de la cartografía hidrogeológica y caracterización de las unidades, tomando como base la cartografía geológica elaborada para el presente estudio y finalmente la elaboración de un bloque diagrama del modelo hidrogeológico conceptual del área del proyecto.

Para la caracterización geotécnica se recurre a la evaluación de las temáticas de geología (tipo de materiales), geomorfología (unidades geomorfológicas definidas en función de las formas del terreno y procesos morfodinámicos), morfometría, suelos y sismicidad, que son las que tienen mayor incidencia dentro de la definición de la determinación de la estabilidad del terreno en función de la susceptibilidad del mismo a presentar movimientos en masa o procesos de inestabilidad.

### 3.2.1 Geología

#### 3.2.1.1 Geología regional

La evaluación del marco geológico tiene como objetivo la formulación de modelos geológicos, y específicamente estratigráficos y geomorfológicos que sirvan como insumo en la elaboración de la línea base, así como en la identificación y evaluación de elementos ambientales sensibles a ser impactados ya sea antes del inicio del proyecto y/o durante el desarrollo del mismo. Los modelos geológicos, tanto estratigráficos como estructurales, son elementos necesarios para diferenciar el comportamiento de y entre unidades litológicas sometidas a diferentes grados de esfuerzos tectónicos comunes a lo largo del piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera oriental en este sector. En este orden de ideas, los modelos referidos permiten definir y diferenciar materiales fracturados o triturados con comportamientos geotécnicos diferentes al de la roca sana o poco triturada y sobre los cuales se emplazará la infraestructura asociada a la línea de transmisión eléctrica entre las subestaciones de La Reforma y San Fernando.

En este orden de ideas, tanto para la estratigrafía como para la geología estructural se parte de un escenario definido a escala 1:500.000, el cual toma como base la información de la Plancha Geológica 5-14. La información mencionada enmarca regionalmente el corredor y su área de influencia dentro de 4 unidades cronoestratigráficas cuya base se asocia al Cretáceo Tardío y su tope al Pleistoceno, en lo referente al marco estructural, se presentan una serie de fallas de tipo inverso orientadas en sentido SW-NE y W-E, tanto en la parte norte del corredor (zona montañosa) como en el extremo sur del mismo, mientras la franja central no refiere información de este tipo, adicionalmente en la zona montañosa se señala la existencia de 2 estructuras correspondientes a un anticlinal y un sinclinal cuyo rumbo es NNE-SSW y afectan las unidades del cretáceo tardío, escenario presentado en la **Imagen 3.2-1**.

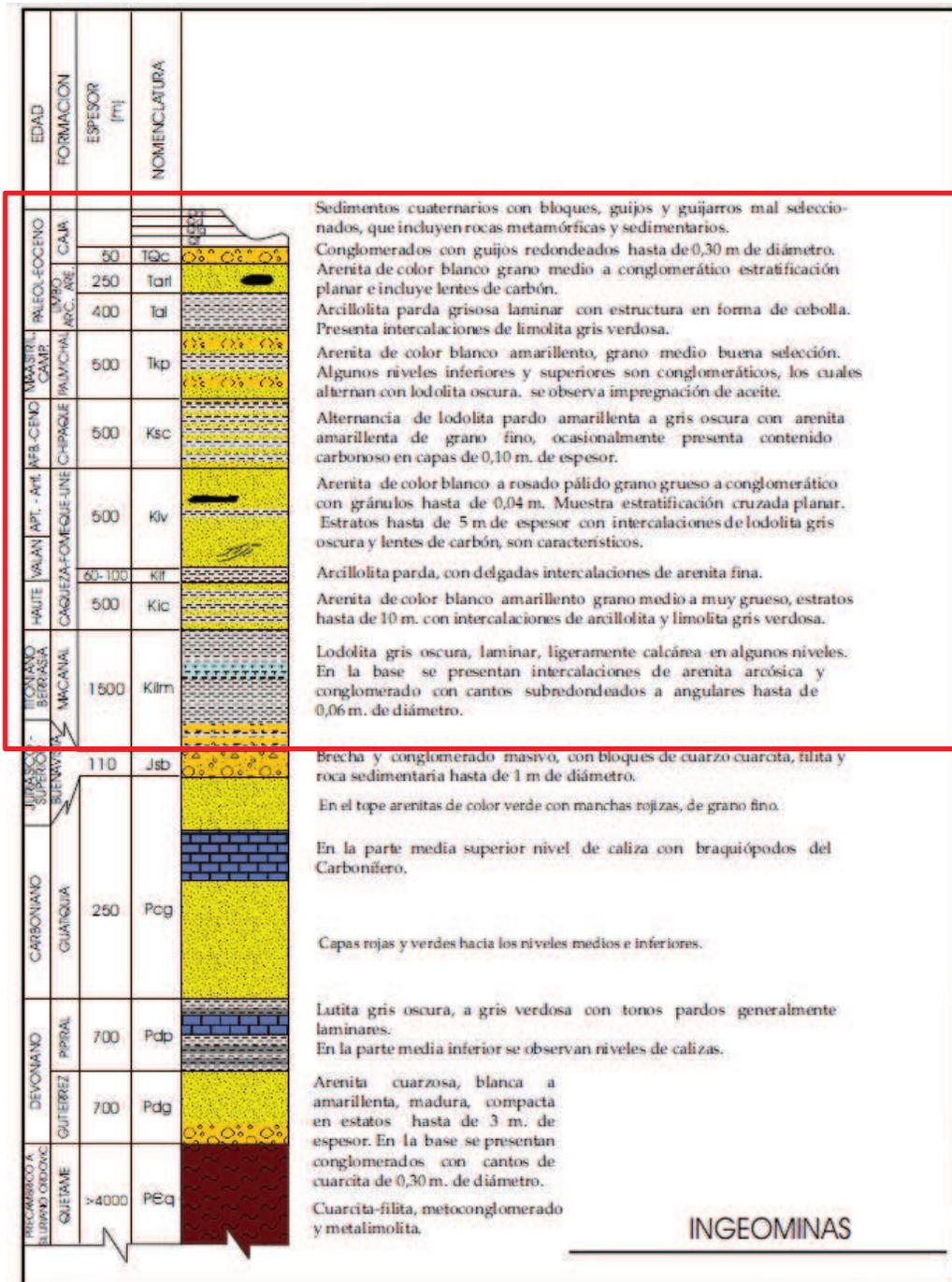
Al recurrir a una interpretación de mayor detalle, al tomar como referencia la información disponible en la plancha geológica 266 – Villavicencio a escala 1:100.000, se observa una

diferencia con la definición de las unidades identificadas en la cartografía de escala más gruesa, así las cosas, en este momento ya no se hace referencia a solo 6 unidades sino a 9, discriminadas de la siguiente manera: 5 correlacionables al cretáceo superior, 1 al paleoceno y 2 al cuaternario; el contexto estructural está representado en la representación de 3 lineamientos de falla (SW-NE) en la franja cubierta por depósitos cuaternarios, mientras en la zona montañosa, forjada en unidades del paleoceno y cretáceo, se aprecian 2 fallas normales con orientaciones N-S y E-W y una falla de tipo inversa, adicionalmente se tienen 4 estructuras tipo sinclinal y anticlinal (**Imagen 3.2-2** y **Tabla 3.2-1**).

Esta información es correlacionable con la presentada en el Diagnóstico Ambiental de Alternativas para la Construcción y Operación de la Línea de Transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando. Realizado por el Consorcio Ingedisa Dessau - Antea San Fernando, realizado en octubre del año 2015.

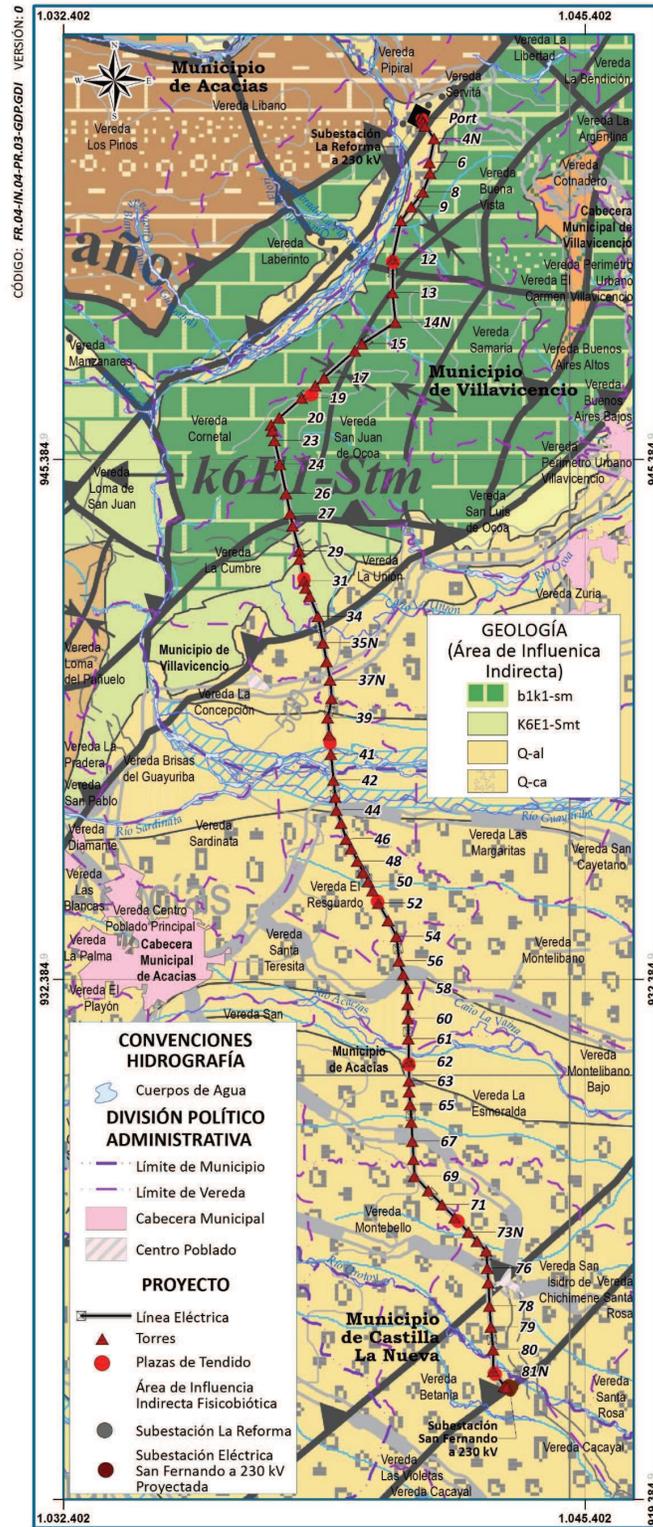
Luego de la revisión y contraste de la cartografía y estudios existentes, se consideró que el marco geológico presentado a escala 1:100.000 es la que brinda un mejor referente en lo correspondiente a las unidades litoestratigráficas aflorantes a lo largo de la ventana cartográfica (la cual demarca el entorno regional), al presentar 9 unidades estratigráficas; de igual manera para el entorno estructural se identificó un mayor número de estructuras que las presentadas en los estudios a escala 1:500.000. Sin embargo, la cartografía 1:500.000 (Plancha 5-14) presenta bondades que fueron tenidas en cuenta, como es el caso de que la nomenclatura empleada está acorde con lo establecido por el Servicio Geológico Colombiano (SGC) hoy en día, bajo el panorama reseñado, se tomó como base para el presente estudio la información existente en la plancha 266 – Villavicencio (1:100.000), de manera tal que las tareas a seguir se centran en el reconocimiento de las unidades y ajuste de contactos a partir de controles de campo y la identificación (de ser posible) de niveles litológicos dentro de las mismas unidades de manera que se logre la división de las unidades a un mejor detalle, para ser presentado a escala 1:10.000

**Tabla 3.2-1 Unidades geológicas aflorantes en la zona, identificadas a partir de la plancha geológica 266 - Villavicencio (Escala 1:100.000)**



  Unidades geológicas aflorantes en el área de estudio

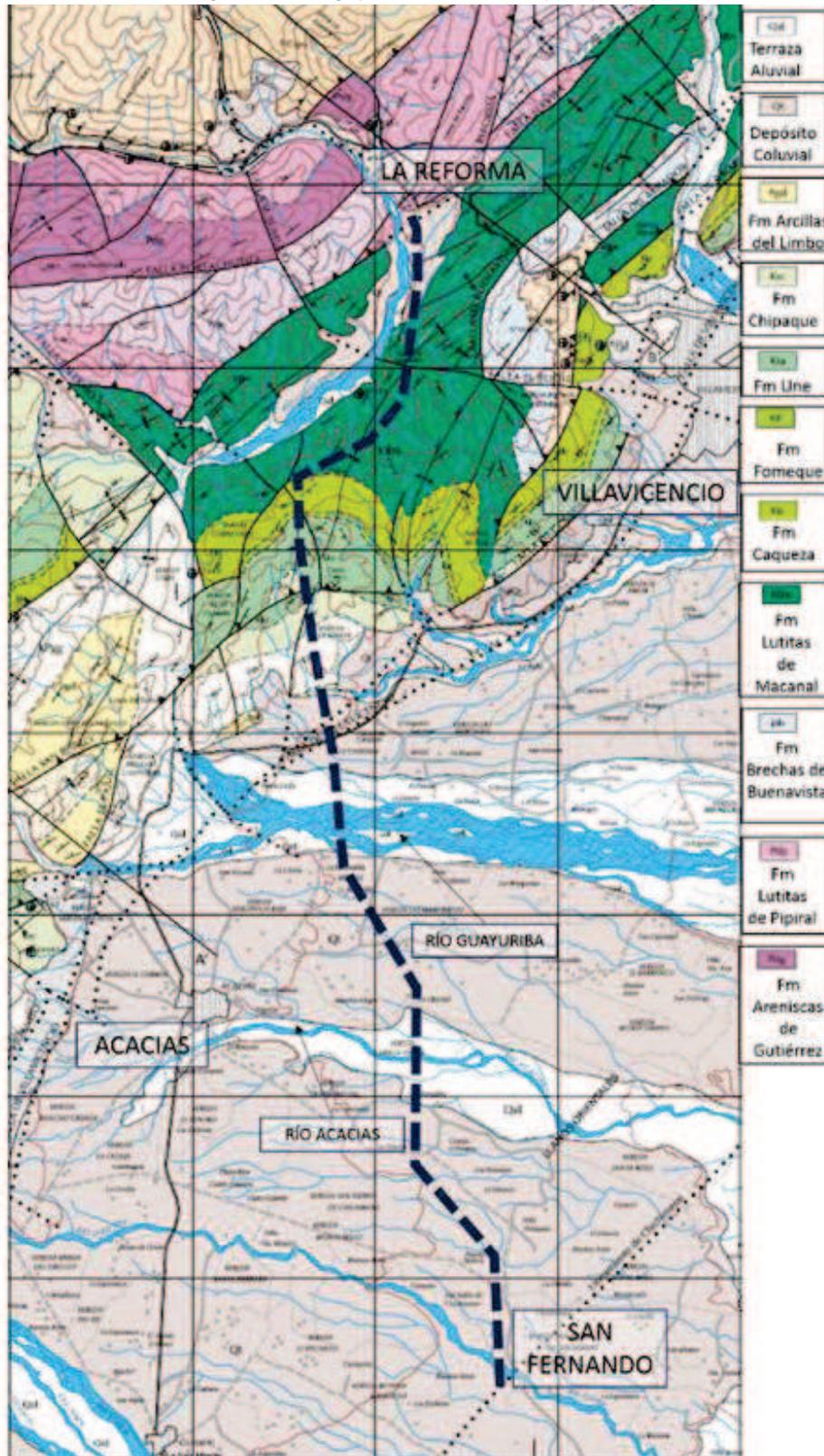
Imagen 3.2-1 Geología de la plancha 5 – 14. Atlas Geológico de Colombia (Escala 1:500.000)



Fuente: Plancha 5-14 del Atlas Geológico de Colombia, Escala 1:500.000, SGC (2015) 1

<sup>1</sup> GÓMEZ TAPIAS Jorge, MONTES RAMÍREZ Nohora Emma, NIVIA GUEVARA Álvaro y DIEDERIX Hans; Atlas Geológico de Colombia Plancha 5-14, Escala 1:500.000; Servicio Geológico Colombiano (SGC); Bogotá D.C., 2015.

Imagen 3.2-2 Geología plancha 266 – Villavicencio (Escala):100.000)



Fuente: Geología de la Plancha 266 – Villavicencio, Escala 1:100.000, INGEOINAS (1998)<sup>2</sup>

<sup>2</sup> PULIDO G Orlando, GÓMEZ V Luz Stella, MARÍN R Pedro; Geología de la Plancha 266 Villavicencio, escala 1:100.000; Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOINAS; Bogotá D.C., 1998.

### 3.2.1.2 Geología histórica

La evolución geológica del Departamento del Meta, es una de las más copiosas, pretéritas y variadas del país, toda vez que ha sido afectada por todos los procesos de acreción continental, a lo largo de las diferentes etapas orogénicas que han discurrido en la franja norte de la placa suramericana, como respuesta ante los distintos eventos compresivos contra el Escudo Guayanés.

El basamento a lo largo de los llanos orientales esta forjado por rocas que remanentes de la zona de Escudo, cuyas edades se estiman mayores a 2.700 millones de años, las mismas se encuentran cubiertas por rocas sedimentarias afectadas por metamorfismo como respuesta al ser instruidas por cuerpos ígneos (básicos y ácidos) hace cerca de 1.300 millones de años. La cuenca del Departamento del Meta comienza su evolución durante el Paleozoico e incluyó eventos de basculamiento y solevamiento de varios bloques, lo que permitió episodios de transgresión marina que coadyuvaron a la acumulación de una secuencia sedimentaria de más de 8.000 metros de espesor de sedimentos que precedieron a la orogenia Caledoniana.

Luego, a lo largo del Mesozoico tienen lugar una serie de etapas que involucran procesos de levantamiento, metamorfismo y denudación de las unidades sedimentarias conformadas durante el Paleozoico, lo anterior permite la configuración de un ambiente netamente continental, en el que los ambientes desérticos con climas áridos son los de mayor relevancia y que son representados por la depositación de las capas rojas localizados en una franja que envuelve la parte distal del piedemonte de la vertiente oriental andina y el límite occidental de la llanura, lo cual establece las condiciones para la formación de un retro-arco.

La transición entre el Cretáceo Superior y rocas más antiguas, se evidencia por la presencia de una inconformidad, la cual señala la no depositación de materiales durante el Jurásico Superior y Cretáceo Inferior acompañada de marcados procesos erosivos que actuaron sobre la cobertura existente, escenario que obliga a que la sedimentación se desarrolle a lo largo de la zona donde se localiza en la actualidad la Cordillera Oriental; El panorama reseñado permite la conformación de un paquete sedimentario de un poco más de 3000 metros de espesor, el cual agrupa materiales de origen marino con tamaños de grano que divagan de arenas a conglomerados, materiales calcáreos, líticos y arenas finas; esta acumulación de materiales redundo en una gradual subsidencia del piso de la cuenca, lo que permite la continuidad de la sedimentación.

Durante el Cretáceo Superior tiene lugar una sucesión de transgresiones y regresiones marinas enmarcadas en un ambiente de plataforma somera, en la que predomina la depositación de shales y sedimentos clásticos. La parte final de este periodo marca una transición en la zona perimetral del Escudo, la cual pasa de ser un margen pasivo a un margen convergente de acreción.

A lo largo del Cenozoico tienen lugar los pulsos orogénicos que moldean la orografía actual del país. Es así, como durante la fase final del Paleoceno y el comienzo del Eoceno se desarrollan los primeros eventos que conllevan el solevamiento de la Cordillera central, la cual alcanza alturas mucho mayores que las actuales y es sometida de manera paralela

a fuertes procesos erosivo denudativos que alimentan la cuenca emplazada entre dicha cordillera y el basamento llanero, los sedimentos dispuestos se estima conformaron un paquete con algo más de 2.000 metros de espesor.

### 3.2.1.3 Geología del área de influencia indirecta (All)

Dentro del área de influencia indirecta del corredor de la línea de transmisión afloran rocas con edades que van desde el Cretácico Inferior, hasta el Cuaternario. Por el costado NW afloran las unidades más antiguas en el flanco Este de la cordillera oriental, y por su parte la llanura aluvial está conformada por unidades depositadas desde el Terciario al Cuaternario, que han sido cortadas y evaluadas por una serie de proyectos científicos y de infraestructura, a partir de los cuales se han generado algunas columnas estratigráficas que permitan correlacionar los diferentes niveles.

A continuación, se realiza una descripción de cada uno de las diferentes unidades estratigráficas identificadas de la más reciente a la más antigua (**Tabla 3.2-2**).

**Tabla 3.2-2 Correlación estratigráfica**

INGEOMINAS CUADR. H-13 1969	INGEOMINAS CUADR. I-13*	T. VAN DER HAMMEN 1958 HUBBACH 1957a	SERV. GEOL. NACIONAL - L-11 RENZONI 1969	INGEOMINAS CUADRANGULO S-12 y J-13 *	PRESENTE TRABAJO	SERV. GEOL. NACIONAL - L-12 SEGOVIA 1969	T. A. MILLER 1972	EDAD
FORMACION NECESIDAD		SABANA TILATA		FM. SABANA FM. TILATA	FORMACION LA CORNETA	GRUPO MEDINA	FORMACION NECESIDAD	PLEISTOCENO
FORMACION GUAYABO					FORMACION CAJA		FM. CALZON	PLIOCENO
FORMACION LEON	FORMACION CONCENTRACION	FORMACION USME		FORMACION USME	FORMACION SAN FERNANDO	GRUPO HUMEA	FM. LEON	MIOCENO
FORMACION CARBONERA							FM. CARBONERAS	OLIGOCENO
FORMACION MIRADOR	FORMACION PICACHO			FORMACION REGADERA	FM. ARENISCA DE EL LIMBO		FM. MIRADOR	EOCENO
FORMACION LOS CUERVOS	FM. ARCILLAS DE SOCHA	BOGOTA	BOGOTA	FORMACION BOGOTA	FM. ARCILLAS DE EL LIMBO			
FORMACION BARCO	FM. ARENISCAS DE SOCHA			FORMACION CACHO	ARENISCA DE EL MORRO		FORMACION LOS CUERVOS	PALEOCENO
FM. CATBO COLON MITO JUAN COLON	FORMACION GUADUAS ARENISCA TIERRA	FORMACION GUADUAS A. TIERRA PLAEINERS	FORMACION GUADUAS FM. TIERRA LABOR FM. PLAEINERS	FM. GUADUAS A. TIERRA LOS PINOS LABOR PLAEINERS RAIZAL		GRUPO PALMICHAL	FORMACION GUADALUPE	MAESTRICHTIANO
FM. LA LUNA	LA LUNA (PLAEINERS)	DURA SUPERIOR					FM. GACHETA	CAMPANIANO
FORMACION CAPACHO		GRADALUPE INF	FORMACION CHIPAGUE	FORMACION CHIPAGUE	FORMACION CHIPAQUE (CAPACHO)			SANTONIANO
FORMACION AGUARDIENTE	GRUPO URSABANTE	A. DE CHIPAGUE	CONJUNTO MEDIO A. DE UNE	FORMACION UNE	FORMACION UNE (AGUARDIENTE)		FORMACION USAQUE	TURONIANO
FORMACION TIBU - MERCEDES		CONJUNTO INFERIOR A. DE FOMEQUE	FORMACION FOMEQUE	FORMACION FOMEQUE	FORMACION FOMEQUE		FORMACION FOMEQUE	CENOMANIANO
		FM. ARENISCA DE CAQUEZA	FM. ALTO DE CAQUEZA	ARENISCA DE EL VOLADOR LUTITAS INTERM. DE LAS ARENS. DE ALMEIDA	FORMAC. ARENISCAS DE LAS JUNTAS			ALBIANO
		CONJUNTO SUPERIOR	PARTE MEDIA DEL CAQUEZA K42	FORMACION LUTITAS DE MACANAL				APTIANO
		AREN. 50 m Esquistos Arcillosos Pizarras de la Cuicuta	CONJUNTO SUPERIOR ARENISCAS CAQUEZA K43	CAL. DE LAS MERCEDES LUT. DE LAS MERCEDES	FORMAC. CALIZAS DEL	GRUPO ARDITA		BARREMIANO
		ESQUISTOS DE SANAME	AVOILLAS INTERMED. CONGLM. BASAL K45	CAL. DE MALACARA DEL LUT. DE MIRALINDO	FORMAC. CALIZAS DEL LUT. DE MIRALINDO			HAUTERVIANO
		CONGL. BASAL		CONGL. DE MIRALINDO	GUIAVIO			VALANGONIANO

Fuente: Correlación litoestratigráfica del Cretáceo y Terciario de la parte centro-oriental de la Cordillera Oriental – Tomado del Servicio Geológico Colombiano – Memoria Plancha 266.

A lo largo del Pleistoceno, la cordillera estuvo sometida a los últimos pulsos compresionales, que dieron origen a levantamientos, cabalgamientos y plegamientos a lo largo del cinturón montañosos. Como resultado de esto, la cadena montañosa alcanza sus máximas alturas y la formación de depósitos morrénicos. Igualmente, se emplazan depósitos de derrubio en las franjas de media ladera de zonas de montaña y piedemonte y de manera paralela se conforman depósitos lacustres. El ambiente predominante en este periodo es el de ríos meandriformes con desarrollo de extensas llanuras de desbordes asociadas; los cambios climáticos coadyuvan a conformar depósitos de arena y guijos que conforman los diferentes tipos de depósitos identificados, tales como depósitos aluviales (**Qal, Qal1, Qal2 y Qal3**) y los depósitos de terraza (**Qt1, Qt2 y Qt3**).

Durante el Paleógeno - Neógeno se presentan procesos de retroceso o regresión marina y se da inicio a la formación de una cobertura sedimentaria conformada por materiales molásicos y la aparición de estratos carboníferos, estos eventos se dan de forma paralela a la última etapa de sedimentación de la Cordillera Oriental (Oligoceno) y se da inicio a la fase de compresión de la misma con el desarrollo de plegamientos, cabalgamientos, basculamientos de bloques, desplazamientos laterales y sedimentación de relleno molásico (Mioceno). El ambiente para este periodo se corresponde a una llanura aluvial con desarrollo de pantanos cenagosos; luego durante el Eoceno medio, las condiciones presentan un cambio caracterizado por levantamientos y hundimientos rápidos, con sedimentación de tipo fluvial e influencia marina-lagunar.

Entre las principales unidades geológicas de este periodo se destaca la **Formación Arcillas del Limbo (Pgal)**, la cual aflora en dos pequeños sectores localizados en la franja central, los cuales esculpen la parte baja o entalle de la vertiente este de la Cordillera Oriental en inmediaciones al casco urbano de la Concepción. Litológicamente agrupa arcillolitas de colores gris, verde, violáceas o moradas, eventualmente se presentan intercalaciones de arenitas cuarzosas de grano medio, colores claros y tonalidades amarillentas, las cuales conforman niveles de pocos metros de espesor. Suprayace de manera concordantemente los estratos pertenecientes al Grupo Palmichal, mientras su contacto con la unidad Areniscas de El Limbo se presenta como paraconcordante, apreciación fundada en la variación de las edades entre las mismas, en el sector, este contacto no es identificable ya que la formación descrita se encuentra enmascarada por depósitos cuaternarios de Terraza (Qt). Esta unidad fue depositada en un ambiente pantanoso a lagunar marino (Ulloa & Rodríguez, 1976).

El Paleoceno – Cretáceo Superior se caracteriza por el desarrollo de eventos que definen la formación y levantamiento de la Cordillera Central, de igual manera está última es afectada por procesos erosivos y denudativos que serán los responsables del aporte de sedimentos a la cuenca preexistente entre está y el basamento llanero. Entre las principales unidades geológicas aflora:

El **Grupo Palmichal (KPgp)**, cuyo nombre otorgado por Ulloa & Rodríguez (1976) a una secuencia de arenitas y conglomerados de tamaño fino que se encuentran intercalados con paquetes de lutitas, conjunto identificado en la quebrada Palmichal (Santander), el ambiente de formación de esta unidad se define como marino cercano al frente de playa y se caracteriza por esculpir un paisaje colinado a montañoso reconocible por la transición entre el curso encajonado a trezado del río Guayuriba, el cual se localiza en las veredas de La

Unión y La Concepción en la franja central del área de influencia indirecta y la vereda Loma del Pañuelo (esta última fuera del AII).

Litológicamente reúne cuarzo areniscas que alternan con arcillolitas grises; las primeras son de color crema a amarillentas, el tamaño de grano varía de medio a grueso, son relativamente friables e impregnadas de asfaltitas y se encuentran dispuestas en capas no superiores a un par de metros de espesor, como estructuras sinsedimentarias se observan estratificación cruzada paralela e icnofósiles. En la zona, esta unidad es suprayacida de manera concordante por la unidad Arcillolitas de El Limbo y el contacto inferior con la formación Chipaque es igualmente concordante.

La **Formación Chipaque (Ksc)**, cuyo nombre fue asignado por Hubach 1941 (en van der Hammen, 1960), para describir una secuencia de arcillas esquistas grises y verdes con intercalaciones de areniscas y mantos de carbón, que afloran en el río Cravo Sur en cercanías al Morro (Departamento del Casanare) y su origen se define como fluvial y se caracteriza por forjar un paisaje suavemente ondulado. En la zona definida como área de influencia indirecta, aflora en dos pequeños sectores localizados en la franja central, los cuales esculpen la parte baja o entalle de la vertiente este de la Cordillera Oriental en inmediaciones al casco urbano de la Concepción.

Litológicamente agrupa arcillolitas de colores gris, verde, violáceas o moradas, eventualmente se presentan intercalaciones de arenitas cuarzosas de grano medio, colores claros y tonalidades amarillentas, las cuales conforman niveles de pocos metros de espesor.

Suprayace de manera concordantemente los estratos pertenecientes al Grupo Palmichal, mientras su contacto con la unidad Areniscas de El Limbo se presenta como paraconcordante, apreciación fundada en la variación de las edades entre las mismas, en el sector, este contacto no es identificable ya que la formación descrita se encuentra enmascarada por depósitos cuaternarios de Terraza (Qt). Esta unidad fue depositada en un ambiente pantanoso a lagunar marino (Ulloa & Rodríguez, 1976).

Durante el Cretáceo Inferior tiene lugar la depositación de cuatro formaciones Une (Kiu), Fόμεque (Kif), Areniscas de Cáqueza (Kic) y Lutitas de Macanal (Kilm); las cuales fueron forjadas en un entorno caracterizado por transgresiones y regresiones marinas sobre una cuneca estable, en la cual se acumularon progresivamente secuencias de lutitas y materiales calcáreos, los cuales fueron cubiertos por paquetes de arenas y materiales transportados de zonas circundantes emergidas.

La **Formación Une (Kiu)** aflora en el área de influencia indirecta, como una pequeña franja orientada en sentido SW-NE, en cercanías a la vereda la Cumbre, de otra parte, el cerro del mismo nombre corresponde al rasgo topográfico y morfológico más relevante asociado a esta unidad. Litológicamente se caracteriza por presentar niveles de areniscas algo conglomeráticas cuyo tamaño de grano divaga de medio a grueso, con alto contenido de cuarzo y tonalidades blanco amarillentas, en términos generales las arenas son friables a deleznable y en las cuales en algunos sectores se pueden identificar huellas de estratificación cruzada; los anteriores niveles, localmente, se encuentran separados por lodolitas estratificadas de poco espesor, estas últimas presentan colores oscuros, son duras y poco plásticas.

El contacto inferior con la formación Fόμεque al igual que el superior con la formación Chipaque son de tipo concordante. Sin embargo, en el área de influencia y tal como se aprecia en la Figura 3-3, el trazo de una falla de tipo inverso, conocida como la Falla San Pablo, demarca un contacto fallado entre las formaciones Une y Chipaque adicional a la presencia de un bloque perteneciente a esta última inmerso dentro de la primera.

La **Formación Fόμεque (Kif)** que afloran en un tramo de la vía Bogotá – Villavicencio; mientras al interior del área de influencia demarca una pequeña franja cuyos afloramientos se identifican en las veredas Cornetales y la Cumbre; litológicamente está compuesta por limolitas y arcillolitas de colores grises a habanos, que alternan con cuarzoareniscas de grano fino inmersas en una matriz arcillosa. Esta unidad infrayace, de manera concordante, a la Formación Une (Kiu), mientras suprayace de manera transicional a la formación Areniscas de Cáqueza (Kic).

La **Formación Areniscas de Cáqueza (Kic)** corresponde a una secuencia de areniscas cuarcíticas calcáreas, lutitas, areniscas y areniscas conglomeráticas, aflorantes entre las poblaciones de Cáqueza y Quetame. En la zona de área de influencia indirecta, aflora como una pequeña franja orientada en sentido W-E, en las veredas Cornetales y San Juan de Ocoa, localizadas al NW de la ciudad de Villavicencio.

En el sector, su litología se caracteriza por cuarzoarenitas de grano medio a grueso, de colores claros (habano – amarillo), friables, dispuestas en capas que alcanzan un par de metros, las cuales se intercalan con limolitas grises las cuales conforman capas masivas y resistentes (duras); empero, en la zona prevalecen los niveles arenosos sobre los limolíticos.

El contacto inferior con la formación Lutitas de Macanal es concordante, mientras el superior con la formación Fόμεque es transicional. El marco estructural está definido por el trazo de un sinclinal orientado NNE-SSW, en el cual, el núcleo en su extremo Sur discurre sobre rocas de esta unidad.

La Formación Lutitas de Macanal (Kilm), corresponde a una serie de lodolitas negras, compactas y con intercalaciones de areniscas cuarzosas y calizas que afloran en a lo largo del cañón del río Batá. En la zona de influencia, define la unidad de roca con mayor extensión areal, extendiéndose a lo largo de la vereda Buenavista (sector donde se asienta la estación de La Reforma), Samaria, Cometal y San Juan de Ocoa.

Litológicamente se caracteriza por presentar hacia la base lodolitas negras fisiles intercaladas con niveles de conglomerados de formas subangulares a subredondeadas y origen polimíctico, luego a medida que se asciende al tope de la formación, estos últimos niveles referidos van desapareciendo y dan lugar a litoarenitas con algo de material calcáreo; de otra parte, se reconocen cuarzos, plagioclasas, piritita y micas como minerales composicionales de las rocas.

Sus contactos superior e inferior se describen como transicional y discordante respectivamente, sin embargo y tal como se aprecia en la Figura 3-3, en la zona visitada solo se puede apreciar el primero (el superior). El contexto estructural esta matizado por el desarrollo de estructuras plegadas tanto anticlinales como sinclinales (i.e: Sinclinal de

Servitá) dispuestos en sentido SW-NE, así como por fallas normales dispuestas en sentido Norte- Sur (i.e Falla de Buenavista) y Este – Oeste (i.e: Falla El Buque).

#### 3.2.1.4 Geología del área de influencia directa (AID)

La definición de las unidades geológicas sobre las que se asienta el área de influencia del proyecto se realiza en primera instancia a partir de la información consignada en la plancha geológicas 266 – Villavicencio<sup>3</sup>, a escala 1:100.000, elaborada por el INGEOMINAS, esta información posteriormente es ajustada con un reconocimiento de campo en lo referente a la identificación, definición de contactos litoestratigráficos, unidades líticas, reconocimiento y caracterización de depósitos coluviales, aluviales y antrópicos, características en conjunto que puedan ser cartografiadas a una escala 1:10.000. Este trabajo es complementado con la toma, de ser posible, de datos estructurales para inferir la presencia de estructuras de relevancia local y regional.

##### 3.2.1.4.1 *Estratigrafía*

En términos generales, la región presenta una morfografía irregular con gradientes que van desde planos a moderadamente escarpados, lo que se refleja en el desarrollo de 3 tipos de paisajes: el primero definido como montañosos donde predominan laderas estructurales, contrapendientes, filos, crestas, crestones vigas y espinazos; el segundo de piedemonte en el que predominan terrazas, abanicos antiguos y vallecitos de piedemonte y finalmente el tercero, agrupa las planicies y valles aluviales, los cuales en conjunto reúnen las terrazas agradacionales, los planos de inundación y los valles aluviales y coluvio - aluviales. En forma general, los llanos orientales fueron configurados y modelados a partir de rellenos aluviales graduales, provenientes de la cordillera oriental y del escudo guayanés, formando un valle primario que sirvió de asiento a explayamientos de avalanchas fluvio-torrencales o abanicos aluviales localizados en el piedemonte llanero y a los socavamientos sectorizados de oeste-este, de los principales ríos de la región llanera, configurando llanuras aluviales bajas, que comprenden la terraza aluvial baja y las franjas de divagación lateral de ríos trenzados.

Altimétricamente el área presenta cotas que van desde los 450 msnm en la franja central hasta 1200 msnm en el noroccidente; este último sector se caracteriza por estar labrado en unidades de roca de tipo areniscas, limolitas y lutitas asociadas al cretáceo, todas las cuales en conjunto esculpen un relieve de montañas escarpadas con un marcado control estructural asociado a fallas y pliegues y donde los procesos morfodinámicos llamados a desarrollarse son a manera de deslizamientos rotacionales (i.e: flujos) y traslacionales(i.e: caída de rocas); en la zona de piedemonte y parte baja de la vertiente oriental de la cordillera afloran rocas blandas pertenecientes al terciario y cuaternario las cuales son afectadas por procesos morfodinámicos (i.e: deslizamientos, flujos principalmente, socavación), localizados en áreas con escasa cobertura vegetal , de igual manera se encuentran afectados por varios sistemas de fallamiento y deformaciones tectónicas entre los cuales se encuentra el Sistema de fallas Villavicencio-Colepato.

<sup>3</sup> PULIDO G Orlando, GÓMEZ V Luz Stella, MARÍN R Pedro; Geología de la Plancha 266 Villavicencio, escala 1:100.000; Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS; Bogotá D.C., 1998.

Hacia el suroriente se aprecia una gran influencia de depósitos aluviales datados como del cuaternario, los mismos enmascaran el valle pretérito y conforman acumulaciones a manera de terrazas aluviales bajas y franjas de divagación lateral asociados a los ríos Guayuriba y Acacias, los depósitos referidos están constituidos principalmente por sedimentos provenientes de la alteración, degradación, erosión y transporte de las rocas pre-existentes en la parte alta de la cordillera oriental.

La representación cartográfica de las unidades geológicas se presenta en la **Imagen 3.2-3** mientras la columna estratigráfica de las unidades aflorantes en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) se encuentra consignada en la **Tabla 3.2-3** y en la **Tabla 3.2-4**.

**Tabla 3.2-3 Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto**

ERATEMA	SISTEMA	ÉPOCA	UNIDAD GEOLÓGICA	SÍMBOLO	NOMENCLATURA AJUSTADA A LA CARTA ESTRATIGRÁFICA (2000)
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Aluviales	Qcal, Qal, Qal1, Qal2 y Qal3	Qcal, Qal, Qal1, Qal2 y Qal3
		Pleistoceno	Terrazas	Qt1, Qt2 y Qt3	Qt1, Qt2 y Qt3
	Paleógeno	Eoceno	Formación Arcillas del Limbo	Pgal	E1-St
Mesozoico	Cretácico	Paleoceno - Cretáceo Superior	Grupo Palmichal	KPgp	k5-Stm
			Superior	Formación Chipaque	Ksc
		Inferior	Formación Une	Kiu	b6?k1-Sm
			Formación Fόμεque	Kif	b5b6-Sm
			Formación Areniscas de Cáqueza	Kic	b4k1-Sm
			Formación Lutitas de Macanal	Kilm	b1b2-Stm

Fuente: Geología de la Plancha 266 – Villavicencio, Escala 1:100.000, INGEOMINAS (1998) <sup>4</sup>

<sup>4</sup> PULIDO G Orlando, GÓMEZ V Luz Stella, MARÍN R Pedro; Geología de la Plancha 266 Villavicencio, escala 1:100.000; Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS; Bogotá D.C., 1998.



Tabla 3.2-4 Unidades geológicas presentes en el área de influencia directa (AID) del proyecto

ERATEMA	SISTEMA	ÉPOCA	UNIDAD GEOLOGICA / ANTROPICA		Nomenclatura Plancha 266 (Villavicencio) a Escala 1:100.000 (SGC) - Adoptada y Modificada por Antea Group (2016)	Nomenclatura ajustada a la carta estratigráfica (2000)	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
								ha.	%	ha.	%
								UNIDADES GEOLÓGICAS			
Cenozoico	Cuaternario	Holoceno	Depósitos Coluvioaluviales		Qcal	Q2-ca	En general estos depósitos presentan bloques y cantos polimícticos de formas subredondeadas a redondeadas con longitud de arista que varían de decimétricas a métricas y ocasionalmente se identifican gravas inmersas en una matriz areno-limosa. En conjunto los materiales referidos presentan una composición muy heterogénea (i.e. rocas sedimentarias y metamórficas), también tiene lugar el desarrollo de niveles limosos de colores amarillo rojizos intercalados con gravas.	0,19	0,18	69,08	0,70
			Depósitos Aluviales	Cauce Activo en Ríos Trenzados	Qal	Q2-a12	Reúne los materiales que los ríos principales del sector han movilizado y depositado a lo largo de sus cauces en un periodo que varía de pocas décadas a algunos cientos de años. Litológicamente agrupa gravas de cuarzo con formas redondeadas y alta esfericidad, fragmentos de areniscas, lutitas, arcillolitas, filitas, esquistos y cuarcitas. Localmente se asocian a esta unidad bancos de arena que se forman en los ríos trenzados y orillales.	3,52	3,30	275,30	2,77
				Subcrecientes	Qal-1	Q2-a11	Corresponde a zonas de desborde asociadas a los cauces principales del sector, las cuales se han formado a lo largo de periodos pluviométricos extensos en los que el incremento del nivel de los drenajes genera el reboso de los cauces e inundan las zonas laterales a lado y lado de los cauces. Litológicamente agrupa paquetes inconsolidados de materiales arcillosos limosos, sus colores varían de marrón a grises claros, localmente se reconocen niveles de cantos de tamaños decimétricos, formas redondeadas, composición cuarzosa y mala selección.	5,25	4,92	448,23	4,52
				Cauce activo drenajes menores	Qal-2	Q2-a13	Reúne los materiales depositados a lo largo de los cauces por los diferentes drenajes del sector entre la zona de piedemonte y la llanura aluvial. Litológicamente reúne arenas y gravas cuyo tamaño de grano divaga de arenas gruesas a guijos, son de formas subangulares a subredondeados y alargados sobre uno de sus ejes	0,87	0,81	124,84	1,26
		Pleistoceno	Depósitos de Terraza	Altas	Qt1	Q1-t1	Está conformada por arenas cuarzosas gravosas de formas subredondeadas y subelongadas; el tamaño de grano de la fracción de arena oscila de media a gruesa, en términos generales es mal seleccionada, la fracción gruesa (gravas) son cuarzosas y colores claros; tanto las arenas como las gravas se encuentran dentro de una matriz limoarenosa.	14,03	13,17	685,92	6,91
				Medias	Qt2	Q1-t2	Está conformada por guijarros, guijos, gránulos y ocasionalmente bloques decimétricos y subredondeados y gravas redondeadas de areniscas cuarzosas de grano fino, de colores blancos a gris-verdosas con vetas de cuarzo y en menor porcentaje y areniscas conglomeráticas de tonalidades marrones a blancas; el depósito es clasto soportado con algo de matriz limo arenosa, cuyo porcentaje no supera el 5%. Es deleznable y la selección es mala a moderada.	44,64	41,89	4.603,28	46,40
				Bajas	Qt3	Q2-t3	De composición similar a la referida para las Terrazas Medias (Qt-2), pero se diferencian de las mismas en la posición altimétrica, escenario que ubica a las terrazas bajas altimétricamente mas bajas o proximas a la cota de la lámina de agua de los principales drenajes del sector	2,12	1,99	218,89	2,21
	Paleógeno	Eoceno	Formación Arcillas del Limbo		Pgal	E1-St	Arcillolitas de colores gris, verde, a veces con tonos violáceos. Es frecuente observar algunas intercalaciones de arenitas de cuarzo con tamaño de grano que divaga entre muy fino a medios, son de color blanco a cremado tono amarillento, conforman capas que esculpen escarpes hasta de 4 m; en algunos sectores se observa el desarrollo de perfiles de meteorización (hasta de 2 metros de espesor), los cuales se correlacionan con los Horizontes I y II del perfil de Meteorización de Deer & Patton (1971).	0,00	0,00	152,66	1,54

UNIDADES GEOLÓGICAS										
ERATEMA	SISTEMA	ÉPOCA	UNIDAD GEOLOGICA / ANTROPICA	Nomenclatura Plancha 266 (Villavicencio) a Escala 1:100.000 (SGC) - Adoptada y Modificada por Antea Group (2016)	Nomenclatura ajustada a la carta estratigráfica (2000)	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
							ha.	%	ha.	%
Mesozoico	Cretácico	Paleoceno - Cretáceo Superior	Grupo Palmichal	KPgp	k5-Stm	Arenas de tamaños medios a gruesos, conglomerados finos y guijos de cuarzo lechoso hasta de 2 cm de diámetro, los anteriores alternan con niveles de lutitas y arcillolitas de colores grises; las areniscas son de color blanco amarillento de grano medio a conglomerático con , alternan con paquetes de arcillolita de color gris; en algunos sectores se evidencia el desarrollo parches de perfiles de meteorización, los cuales se asocian a los Horizontes I y II Según la clasificación de Deer & Patton (1971)	6,35	5,96	618,11	6,23
		Superior	Formación Chipaque	Ksc	k1k4-Sm	Lodolitas y arcillolitas de color gris oscuro, dispuestos en bancos gruesos, que se intercalan con intercalaciones de arenas cuarzosas de grano medio, las cuales configuran capas de hasta de 0,4m, ocasionalmente se tienen bancos de calizas y lentes delgados de carbón; al igual que en las unidades anteriores, se evidencia el desarrollo de perfiles de meteorización, correlacionables con el Horizonte II del Perfil de Meteorización Deer & Patton (1971)	1,88	1,77	265,59	2,68
		Inferior	Formación Une	Kiu	b6?k1-Sm	Areniscas cuarzosas, de grano medio a ligeramente conglomeráticas, son de color blanco amarillento, son friables, presentan estratificación cruzada a planar, confinadas en bancos muy gruesos que alcanzan hasta 10 m de espesor, los anteriores se encuentran separados por capas de lodolitas gris verdosas, finamente estratificadas. En lo pertinente a perfiles de meteorización estos se desarrollan de manera puntual, son de poco espesor y son principalmente identificados como Horizonte II del perfil de Meteorización de Deer & Patton (1971)	6,04	5,67	495,08	4,99
			Formación Fόμεque	Kif	b5b6-Sm	Arcillolita pardo amarillenta que alterna con arenitas líticas grises ocasionalmente clacáreas	0,94	0,89	56,68	0,57
			Formación Areniscas de Cáqueza	Kic	b4k1-Sm	Areniscas cuarzosas, de color blanco a gris amarillento y tamaño de grano que varía de grano medio a ligeramente conglomerático; las diferentes capas arenosas (hasta de 3m de espesor), se encuentran separadas por niveles de limolitas grisáceas, en algunos sectores se evidencia estratificación cruzada planar.	5,95	5,58	517,11	5,21
			Formación Lutitas de Macanal	Kilm	b1b2-Sm	Lodolitas de color gris oscuro, dispuestas en laminas que alternan con capas de litoarenitas de grano medio y coloraciones pardo amarillentas, en términos generales, la formación la conforma la alternancia de lodolitas y capas delgadas de areniscas y conglomerados de formas subangulares a subredondeados. Los perfiles de meteorización son de poco espesor y corresponden al Horizonte II del perfil de Meteorización de Deer & Patton (1971)	14,79	13,88	1.390,15	14,01
<b>ÁREA TOTAL</b>							<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

A continuación, se realiza una descripción de cada uno de las diferentes unidades estratigráficas identificadas en el área de influencia directa (AID) de la más antigua a la más reciente:

- **Formación Lutitas de Macanal (Kilm)**

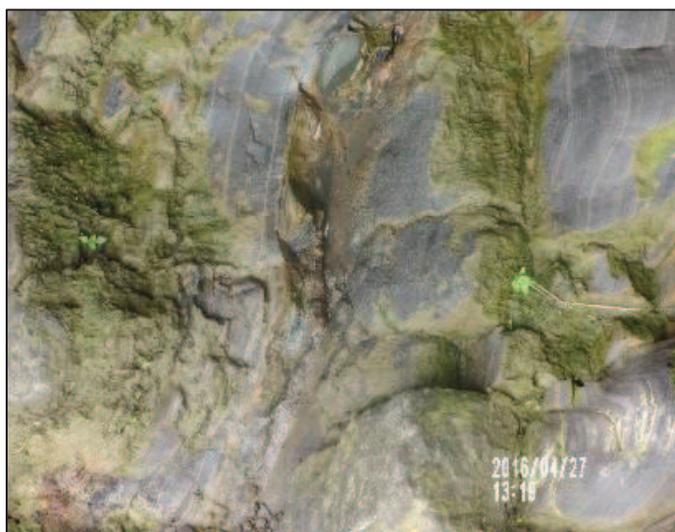
Hace referencia a la secuencia nombrada por Ulloa y Rodríguez (1976), conformada por niveles lutíticos laminados con algunas intercalaciones con paquetes de areniscas finas y eventualmente conglomerados subredondeados, de composición silíceo a ligeramente carbonatada; se encuentra distribuida en una franja elongada que se dispone en dirección NNE - SSW sobre el flanco Este de la Cordillera oriental, diferentes autores les dan espesores que van entre los 1000 y 3000 m; en el área donde se desarrolla la Línea de Transmisión, aflora en el sector de la vereda Samaria, donde se localizan las estructuras 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 18 (**Fotografía 3.2-3 y Fotografía 3.2-2**), presentándose como una serie de pliegues y fuertemente fracturadas, específicamente por el accionar de la Falla Susumuco - El Buque.

Localmente presenta un comportamiento fácilmente disgregable, con generación de grandes procesos erosivos y flujos secos de detritos, que retroceden y se amplían lateralmente a tasas significativas sobre las contrapendientes estructural de la secuencia sedimentaria, de igual forma se identifican afectaciones sobre el mismo plano estructural, específicamente cuando se presentan con buzamientos desfavorables ante las pendientes de las laderas, con generación de procesos erosivos planares, propiciados por el bajo ángulo de fricción que se presentan el empaquetamiento de los estratos, con un estimado aproximado de 30°, lo que supone que planos estructurales con buzamientos superiores son propensos a su deslizamiento.



**Fotografía 3.2-1 Registro fotográfico panorámico editado, representativo de localización Lutitas de Macanal (Kilm) en el sector donde se desarrolla el proyecto.**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).



**Fotografía 3.2-2 Formación Lutitas de Macanal (Kilm), caracterizada por un afloramiento de lutitas de color gris, lustroso y estratificación 180/26. Coordenada Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1040645,06 y N: 950944,02.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

- **Formación Areniscas de Caqueza (Kic)**

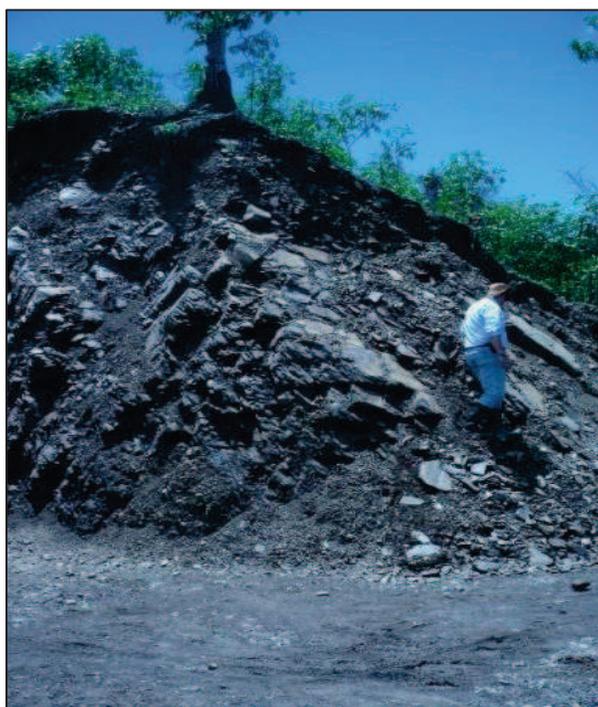
Corresponde a la secuencia de rocas clásticas definida por Hubach (1957), haciendo referencia a una franja elongada como parte del Grupo de su mismo nombre, con disposición NNE-SSW, compuesta generalmente por capas gruesas de areniscas cuarzosas de colores blancos a cremas, de granulometría media a fina, dispuestos en una estructura de laminación cruzada, en algunos sectores se evidencian intercalaciones de niveles delgados de lutitas y esporádicas cintas de conglomerados finos; algunos autores le han estimado espesores del orden de 500 m.

El área donde se desarrolla el corredor de la línea de transmisión y específicamente en el sector de la vereda San Juan de Ocoa, se localizan las estructuras 19, 20 y 21 (**Fotografía 3.2-6** a la **Fotografía 3.2-5**), y se presentan profundos horizontes de meteorización que le otorgan un comportamiento friable, que al desintegrarse se presentan como suelos areno-arcillosos, condición que le aporta una cobertura vegetal que no permite identificar con claridad las disposición estructural que presentan los estrados en ese sector.



**Fotografía 3.2-3 Registro fotográfico panorámico editado, representativo de localización Formación Arenisca de Caqueza (Kic) en el sector donde se desarrolla el proyecto.**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).



**Fotografía 3.2-4 Afloramiento rocoso de aproximadamente 8 metros de altura (Formación Areniscas de Casqueza - Kic), capas delgadas de lutitas de color gris oscuro, fuertemente fracturadas, orientación del eskarpe N70W e inclinación del eskarpe 60°; estratificación - E=198/47; diaclasas D1=78/84 y D2=185/80; el cual corresponde a un corte antrópico y pendiente vertical a cuasi vertical. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1040964,06 y N: 947578,92.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Fotografía 3.2-5** Detalle del contacto de la Formación Areniscas de Caqueza (Kic) y la Formación Une (Kiu). Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1038840,60 y N: 946853,21.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

- **Formación Fomeque (Kif)**

Secuencia de esquistos piritosos, calizas cristalinas y areniscas cuarcíticas descritas por Hubach (1931) y mencionados por Julivert (1968), y tal como lo mencionan Pulido y Gómez (1998), en la Plancha 266, Villavicencio (Ingeominas), este presenta una geomorfología que corresponde con una faja muy angosta de relieve suavemente ondulante, haciendo parte de un cierre sinclinal en la cuchilla de San Juan, estructuralmente no se identifican en campo rasgos que permitan determinar una tendencia definida, sin embargo, se sabe por fotointerpretación que sus estratos presentan una disposición estructural Sureste., y para el que se ha estimado un espesor de 800 m, estratigráficamente se presenta suprayaciendo a la Formación Areniscas de Cáqueza e infrayace la Formación Une, ambas en un contacto transicional; y específicamente para el área donde se cruza con la Línea de Transmisión, se ha identificado en el lugar donde se localizan las Torres 22 y 23 (**Fotografía 3.2-6**), caracterizándose como un sitio donde se desarrolla un nivel se suelo residual de tipo limo-arenoso de comportamiento plástico, esto no reviste inconvenientes significativos respecto a la estabilidad de las torres.

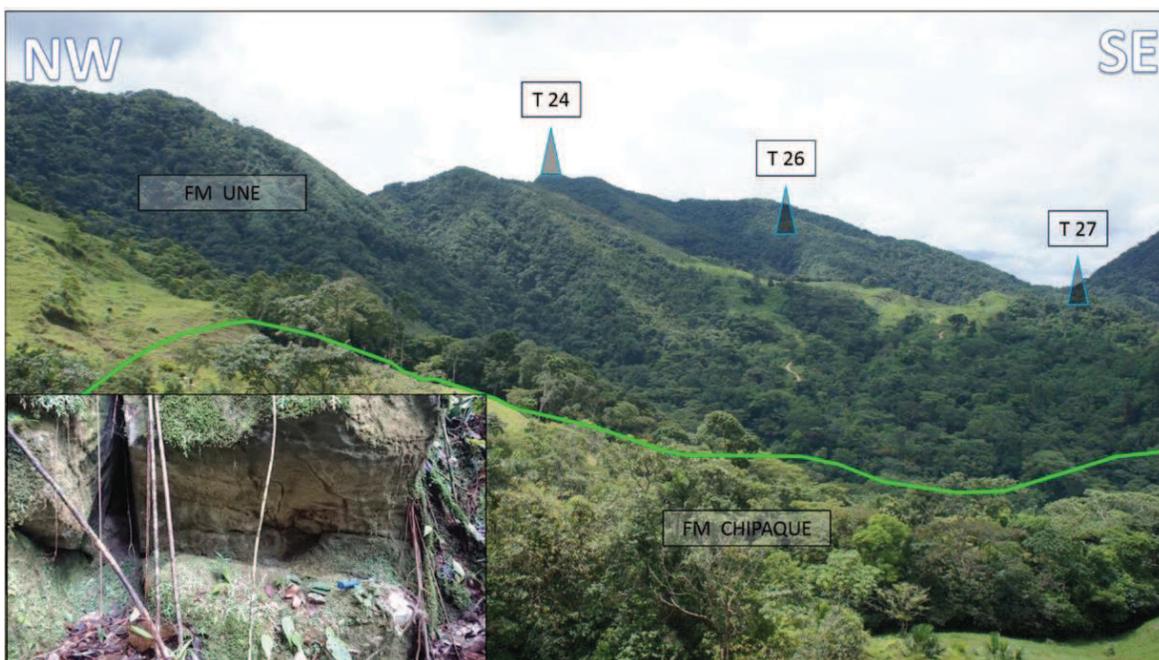


**Fotografía 3.2-6 Registro fotográfico panorámico editado, representativo de localización Formación Fomeque (Kif) en el sector donde se desarrolla el proyecto.**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

- **Formación Une (Kiu)**

Intercalaciones de bancos gruesos de areniscas separados por esquistos delgados endurecidos, descritas por Hubach (1957) y tal como se menciona en la plancha 266, Villavicencio (Ingeominas), por Pulido y Gómez (1998), ésta hace parte del sinclinal que se desarrolla en la chuchilla de San Juan, constituido por areniscas ligeramente conglomeráticas, de grano grueso a medio de cuarzos de color blanco a amarillento, friable, con estratificación cruzada planar, en bancos muy gruesos hasta de 10 m de espesor, separados por lodolitas finamente estratificadas, estructuralmente para el sitio donde se desarrolla el proyecto, se registra que la secuencia se encuentra invertida y afectada por la presencia de las fallas Villavicencio y Colepato, originando una geomorfología de cuchillas escarpadas; estratigráficamente se encuentra infrayaciendo la Fm Fomeque y suprayaciendo la Fm Chipaque, estimándose un espesor de 500 m; con respecto al trazado de la línea de transmisión se tiene que allí se ubican la 24, 26 y 27 (**Fotografía 3.2-7**), que a pesar de que estos suelen presentarse generalmente revegetalizados y con una muy buena capacidad portante, muestran algún grado de afectación cuando las estructuras quedan sobre bordes escarpados, quedando expuestos ante los desprendimientos del terreno, por volteo sobre la ladera inferior, condición que se puede ver detonada dada la alta afectación tectónica que presenta el sector.

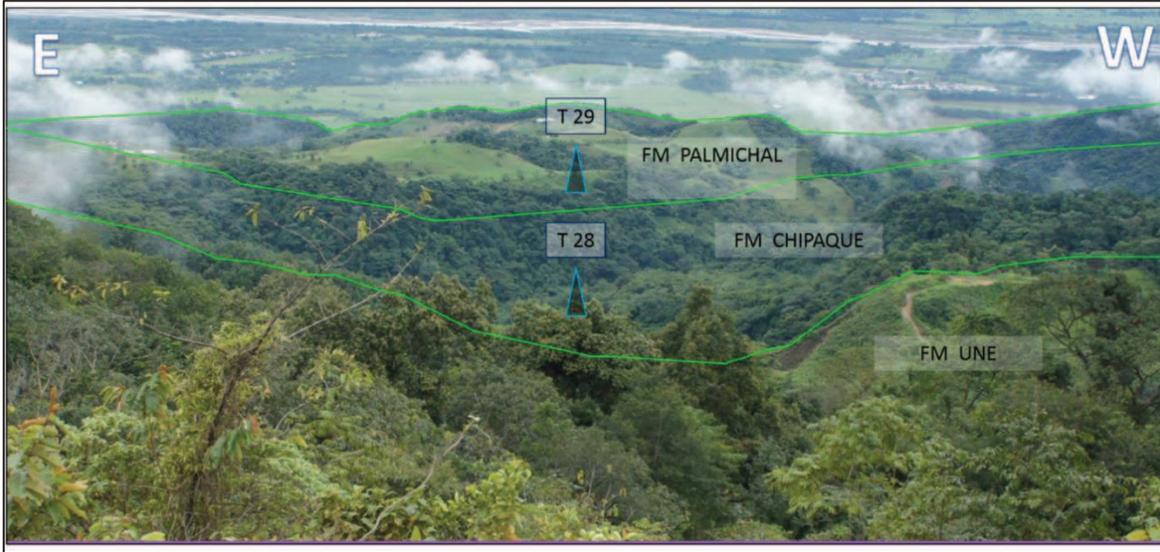


**Fotografía 3.2-7** Registro fotográfico panorámico editado, representativo de localización Formación Une (Kiu) en el sector donde se desarrolla el proyecto.

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

- **Formación Chipaque (Ksc)**

Sucesión de lutitas intercaladas con calizas y areniscas, referenciada inicialmente por Hubach (1945), y redefinida por Renzoni (1965), tal como se menciona en la Plancha 266, Villavicencio (Ingeominas), correspondiente con un dominio lodolítico de color gris oscuro, generalmente laminar, con intercalaciones de algunos niveles fosilíferos y de areniscas cuarzosas, estratigráficamente suprayace la Formación Une e infrayace al Grupo Palmichal en contactos concordantes, se le ha estimado un espesor aproximado de 500 m. para el sector donde se desarrolla la línea de transmisión se ha identificado su presencia en la vereda La Unión, en el sector de la hondonada que marca el vuelo entre las torres 28 y 29 (**Fotografía 3.2-8**), donde la secuencia presenta una disposición estructural preferencial con buzamientos Sureste, identificándose sin embargo una serie de replegamientos locales, presentando comportamientos desfavorables ante las caras libres de las laderas, con algún grado de afectación significativa sobre la torre 28.



**Fotografía 3.2-8** Registro fotográfico panorámico editado, representativo de localización Formación Chipaque en el sector donde se desarrolla el proyecto.

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

- **Grupo Palmichal (KPgp)**

Sucesión de areniscas cuarzosas, de grano medio, grueso a conglomerático fino e intercalaciones con lutitas y arcillolitas grises, que afloran cerca de la transición del río Guayuriba a las llanuras orientales, se identifican estructuras de estratificación cruzada paralela e impregnaciones de asfáltica, estratigráficamente se encuentra localizado en la parte alta de la secuencia, y estructuralmente presenta disposición estructural con tendencia Sureste, para las que se ha estimado un espesor de 600 metros; en el sector donde se desarrolla la línea de transmisión se identifica en la vereda la Unión, donde se encuentran las torres 30 a 34 (**Fotografía 3.2-9** y **Fotografía 3.2-10**), en un sector de pendiente media, donde no se identifican inconvenientes significativos respecto a la estabilidad de las mismas.

- **Formación Areniscas del Limbo (Pgal)**

Intercalaciones de “areniscas conglomeráticas, areniscas cuarzosas y arcillolitas”, según lo describió Hubach (1941) y Van der Hammen (1960), y Pulido y Gómez (1998), mencionan que “consta de areniscas gruesas a medias de cuarzo, generalmente de color blanco amarillento, localmente de grano muy grueso a conglomerático, relativamente friables, y con delgadas intercalaciones de carbón, de apariencia lenticular; estratigráficamente están en contacto fallado con el Grupo Palmichal, asociado al trazo de la Falla Cola de Pato, en la zona no se identifica la presencia de la Formación Arcillas del Limbo localizada a la base de la secuencia, y su límite superior se desconoce; con respecto al y trazo de la línea de transmisión, a pesar de ser cruzada en el sector donde se disponen las torres 34 y 35 (**Fotografía 3.2-11**), donde se identifican algunos relictos de esta unidad, sin que se

vea ningún tipo de afectación, más allá de las condiciones de tectonismo reinante en la zona.



**Fotografía 3.2-9 Mosaico compuesto de registro fotográfico e imagen satelital, representativo de localización de Formación Palmichal (Kpgp).**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).



**Fotografía 3.2-10 Perfil litológico de 2,0 metros de altura correspondiente al Grupo Palmichal (Kpgp); constituido por lutitas negras y masivas (5 golpes no se rompe), estratificación - E=217/15 y 240/14; diaclasas - D1=263/90, 250/63, 280/86, 298/90; D2= 200/90, 190/85, 245/75; cerradas, espaciadas de 10 a 20 cm.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Fotografía 3.2-11 Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Formación Palmichal (Kpgp) y Formación Areniscas del Limbo (Pgal).**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

- **Depósitos Cuaternarios**

En el área de influencia del trazo de la línea de transmisión La Reforma – San Fernando kV 230, se identifican depósitos asociados morfológicamente a diferentes ambientes de depositación, y estos a su vez a varios pulsos, entendidos como terrazas de origen fluvio glaciar (Qt1, Qt2 y Qt3), aluviales recientes y subrecientes (Qal, Qal1 y Qal2), y laderas coluviales (Qcal).

- **Depósito de terraza (Qt1, Qt2 y Qt3)**

En términos generales se generan a partir de la depositación sucesiva de flujos torrenciales provenientes de diferentes cuencas afluentes, con dinámicas fluviales complejas y génesis litológica variable, donde los materiales se disponen de forma caótica en acumulaciones de lenticulares, y están constituidos por fragmentos subredondeados de tamaños bloques y clastos en una matriz areno-gravoso e intercalados con algunos niveles limo arenosos, según como fuera la capacidad de arrastre de cada flujo, con bloques conformados por areniscas, lutitas silíceas, cuarcitas, filitas y cuarzos lechosos producto de intrusiones hidrotermales, cuyos flujos hiperconcentrados generan depósitos de gran espesor en grandes áreas, teniéndose de forma significativa para el proyecto dos tipos de depósito, los que se depositan hacia la cuenca media - alta de del Río Negro - Guayuriba, donde atraviesa la secuencia completa de las unidades estratigráficas que conforman la sabana de Bogotá y el Piedemonte Llanero, y las depositadas como abanicos aluviales que se despliegan sobre la parte baja de la misma cuenca.

El primero de estos tipos, presenta dos pulsos identificables hacia la parte alta de la cuenca, asociados igualmente a periodos diferentes de alta depositación, llenando cuencas de gran

volumen, que vienen siendo disectadas por el cauce actual del drenaje principal, evidenciándose grandes bancos adosados a las laderas de la cuenca. Estos pulsos se caracterizan como dos niveles de terrazas altas (Qt1), siendo esta última la de mayor relevancia, ya que sobre estas se localiza la Subestación de la Reforma, y las torres 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 y 10 y la subestación de San Fernando en las que no se presenta condiciones de inestabilidad significativa (**Fotografía 3.2-12**), con excepción de la que se pueda generar con respecto a la disgregación propia de los materiales conglomeráticos, por efecto de las aguas de escorrentía sobre las laderas más escarpadas, como es el caso de la localización actual de las torres 3 y 4, siendo necesario garantizar un buen manejo de aguas en los alrededores de las estructuras.



**Fotografía 3.2-12** Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Depósitos de Terrazas Aluviales Antiguas (Qt1) en el sector de La Reforma.

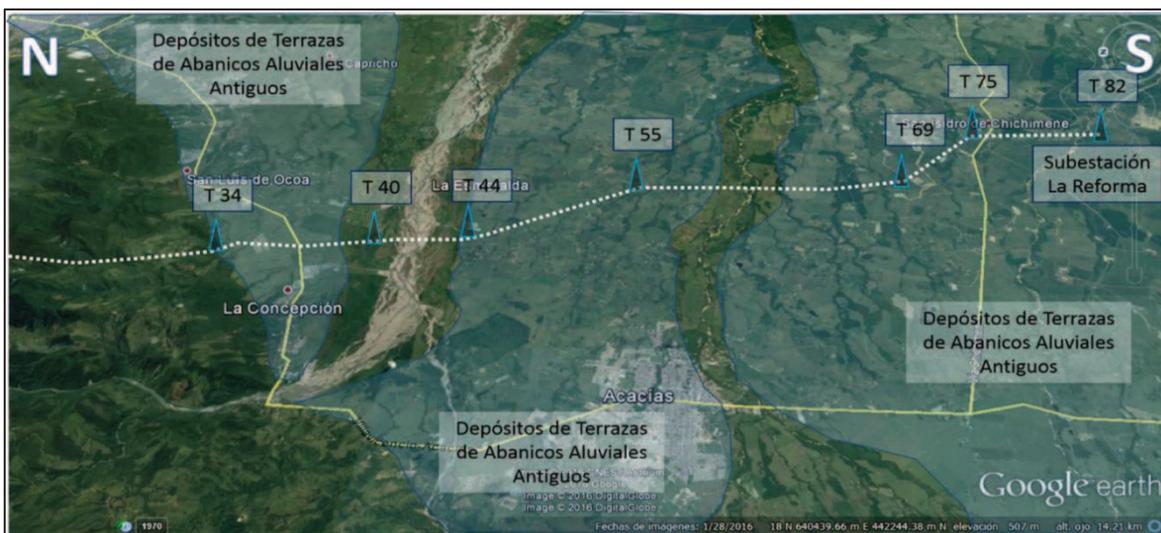
Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

En el segundo tipo denominada Depósitos de Terrazas Medias (Qt2), se reconocen terrazas en varios pulsos y con génesis diferenciable, que conforman en general la parte de sabana de los Llanos Orientales, con aportes de materiales propios del piedemonte llanero como las lutitas rojas y las areniscas friables, presentándose con geformas de grandes abanicos que se interdigitan con los aportes de los afluentes y las laderas coluviales del Borde Llanero, se encuentran disectados por los cauces actuales de los ríos principales, en este caso Guayuriba, Acacias y Orotoy (**Fotografía 3.2-13**), esta es una de las principales unidades sobre el corredor donde se dispone la línea de transmisión, dada la extensa área que se debe atravesar desde el sector de la Vereda La Unión hasta el sector de San Isidro de Chichimene, donde se ubica la subestación, localizándose allí las torres 35, 36, 37 y 38 en el sector de las Mercedes, costado Norte del Río Guayuriba; torres 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59 y 60 en el depósito comprendido entre los ríos Guayuriba y Acacias; y 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80 y 81 (**Fotografía 3.2-14**)



**Fotografía 3.2-13** Márgen derecha del caño La Unión (Qt2), de pendiente vertical, orientación ladera E-W, altura de 5 metros; los primeros dos metros constituidos por suelo orgánico de color gris oscuro y los 3 restantes por bloques centimétricos a métricos, subredondeados, orientados, clastosoportados. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1038651,09 y N: 941138,47.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Fotografía 3.2-14** Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Depósitos de Terrazas Medias (Qt2) en el sector de La Sabana de los Llanos Orientales.

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

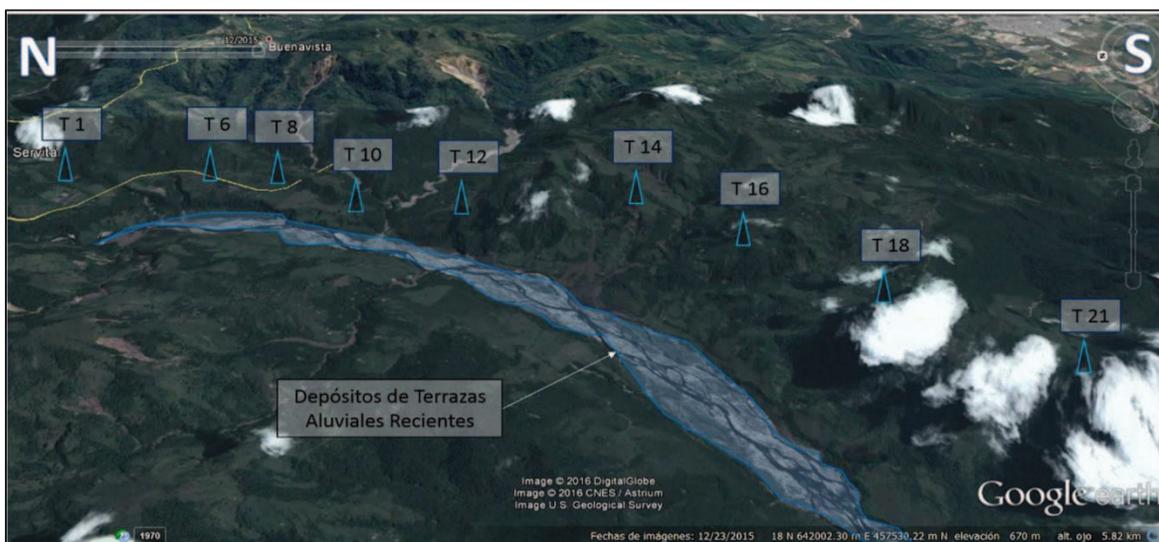
El tercero de este tipo denominada Depósitos de Terrazas Bajas (Qt3), presenta un pulso identificable asociado igualmente a periodos diferentes de alta depositación, llenando cuencas de gran volumen, que vienen siendo disectadas por el cauce actual del drenaje principal, Este pulso se caracteriza por presentar condiciones de estabilidad significativa. En esta unidad se localizan las terrazas 39 y 40.

## - Depósitos aluviales (Qal, Qal-1 y Qal-2))

Depósitos aluviales restringidos al cauce de los principales ríos y sus mayores afluentes, que durante el periodo cuaternario reciente se han depositado en morfologías de abanicos aluviales de comportamientos meandriformes y anostomosados, según la dinámica fluvial reinante, depositando y retrabajando contantemente terrazas aluviales, aluviones, barras, e inclusive aportes coluviales, manteniendo como referencia un cauce de primer orden, y otros de segundo orden que le sirven como desborde en las épocas de mayor precipitación en la cuenca alta y por ende de mayor caudal en este sector, marcando con esto la llanura de inundación.

Con respecto al trazo de la línea de transmisión, se han identificado tres sectores donde se encuentran depósitos de este tipo, sobre la cuenca del río Guayuriba, Acacias y Orotoy.

En el primer sector (La Reforma), el deposito de cauce activo de ríos trezados o anastomosados (Qal) se encuentra confinado lateralmente por una morfológica escarpada y se encuentra cortando las unidades estratigráficas del piedemonte llanero que presentan un fuerte control estructural. Razón por la cual, en esta unidad no se identifica ninguno de los sitios donde se localizan las torres (**Fotografía 3.2-17**). Se observa los que depósitos de cauces activos están asociados a los depósitos que transporta el cauce activo de la principal corriente que disecta el sector, en este caso el río Guayuriba, estos depósitos estan constituidos por bloques, cantos, guijos, gravas de composición polimictica (areniscas, lutitas, arcillolitas, filitas, esquistos, cuarcitas, cuarzo y arenas), de esfericidad redondeada (**Fotografía 3.2-16**).



**Fotografía 3.2-15 Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Depósitos de Terrazas Aluviales Recientes en el sector de La Reforma.**

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).



**Fotografía 3.2-16** En el lecho aluvial del río Guayuriba (Margen izquierda), se presenta localmente se presentan cantos elongados, grado de redondez subangular a subredondeado, tamaño gravas finas y bloques hasta de 0,17 m, origen poimítico, porcentaje grano matriz 70-30, matriz limosa, de color gris oscuro no consolidado, matriz soportado. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1 1040521,52 y N: 951101,65.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

El segundo sector se asocia al abanico aluvial que es disectado por el cauce del río Guayuriba, el cual esta conformado por el cauce activo del río antes mencionado (Qal y Qal-1), localizándose sobre ella las torres de transmisión 41, 42 y 43 (**Fotografía 3.2-17**), franja que ha presentado eventualmente algún grado de afectación, precisamente por las socavación lateral como parte de la dinámica fluvial del cauce, que para este sector se caracteriza por un comportamiento anostomosado y/o trenzado, donde se identifica una sinuosidad en la morfología del cauce principal, pero que a su vez, al aumentar el caudal en épocas invernales, la socavación es mayor, rompiendo las barras que hacen las veces de diques, permitiendo su desborde lateral sobre cauces perennes y subparalelos al cauce principal que se reactivan solo ante el mismo fenómeno, y le descargan algunos metros aguas abajo, desarrollando una morfología trenzada.

El tercer sector, se asocia al abanico aluvial que es disectado por la franja de afectación del cauce de los ríos Acacias y Orotoy, en donde se presentan los depósitos de cauces activos y subcrecientes (Qal y Qal-1), la cual presenta en el sector donde le cruza la línea de transmisión un cambio significativo en su dinámica fluvial, al juntarse con otros afluentes y asociado al probable trazo de un lineamiento estructural subparalelo al trazo del piedemonte llanero, llegando a abarcar el sector donde se localiza la torre 61 (**Fotografía 3.2-18**), sin que actualmente se evidencien inconvenientes con respecto a la estabilidad.



**Fotografía 3.2-17** Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Depósitos de Terrazas Aluviales Recientes sobre el cauce del río Guayuriba

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).



**Fotografía 3.2-18** Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de localización de Depósitos de Terrazas Aluviales Recientes sobre el cauce del río Acacias.

Fuente: Diseño Detallado y Estudios Ambientales de Línea de Transmisión s/e La Reforma - S/E San Fernando a 230 kV, EEB (2017).

El depósito subreciente (Qal-1) está constituido por una arena arcillosa de color rojiza, seguido por un depósito matriz soportado constituido por cantos, gravas y guijos, subredondeados redondeados, de composición polimictica asociado a una franja a lo largo del río Acacias y Orotoy (**Fotografía 3.2-19**).



**Fotografía 3.2-19** Perfil litológico de la unidad geológica Qal-1, de altura aproximada 4,0 metros. Los primeros 2 metros están constituidos por una arena arcillosa de color rojiza, seguido por un depósito matriz soportado constituido por cantos, gravas y guijos, subredondeados redondeados. de composición. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1044120,95 y N: 922327,046.  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Localmente, el depósito de cauces activos (Qal) está constituido por una arena arcillosa de color rojiza, seguido por un depósito matriz soportado constituido por cantos, gravas y guijos, subredondeados redondeados. de composición polimictica asociado a una franja a lo largo del río Acacias y Orotoy. Asimismo, el lecho aluvial de los ríos antes mencionados presentan cantos, guijos, gravas finas a gruesas, arenas, subredondeadas, tamaño gravas finas, de composición polimictica, no consolidado (**Fotografía 3.2-20**).



**Fotografía 3.2-20** En el lecho aluvial del río Orotoy (Margen derecha), localmente se presentan cantos, guijos, gravas finas a gruesas, arenas, subredondeadas, tamaño gravas finas, de composición polimictica, no consolidado. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá, E: 1044120,29 y N: 922305,218.  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## - Depósitos de Ladera (Qcal)

Depósitos de laderas coluviales desarrollados generalmente sobre las pendientes más escarpadas y en relación con las condiciones de estabilidad de cada ladera, asociados a factores como el alto fracturamiento por afectación tectónica, la disgregación mecánica de perfiles de suelo, y la calidad geomecánica de cada tipo de macizos rocosos que conforman el corredor, generando acumulaciones de masas desprendidas por efecto de la gravedad; para el sector donde se desarrolla la línea de transmisión, se atraviesan depósitos de este tipo, caracterizados por fragmentos angulares de tamaños bloques y cantos en disposición caótica en matrices limo arenosas, con algún grado de vulnerabilidad al desplazamiento, entendiéndose que pueden generar inconvenientes tanto para la localización en un sector eventualmente afectable por el retroceso de la corona de desprendimiento, o el encontrarse localizado sobre la dirección de desplazamiento del material a desprenderse.

A continuación, se presenta un resumen de las unidades geológicas aflorantes en el área aferente donde estarán localizadas las torres de transmisión de la línea (**Tabla 3.2-5**).

**Tabla 3.2-5 Resumen de las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto**

TORRE	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	TORRE	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
1	Qt1	Depósitos de terraza altas	43	Qal1	Depósitos aluviales subrecientes
2	Qt1		44	Qt2	Depósitos de terraza medias
3	Qt1		45	Qt2	
4	Qt1		46	Qt2	
5	Qt1		47	Qt2	
6	Qt1		48	Qt2	
7	Qt1		49	Qt2	
8	Qt1		50	Qt2	
9	Qt1		51	Qt2	
10	Qt1		52	Qt2	
12	Kilm	<b>Formación Lutitas de Macanal (Kilm):</b> Lodolita gris oscura laminar con delgadas intercalaciones de arenita litica de grano medio. Algunos niveles de calcareos. La base de la unidad se constituye por alternativa de lodolita y capas delgadas de conglomerados. Los niveles arcillolíticos presentan amonitas y bivalvos	53	Qt2	
13	Kilm		54	Qt2	
14	Kilm		55	Qt2	
15	Kilm		56	Qt2	
16	Kilm		57	Qt2	
17	Kilm		58	Qt2	
18	Kilm		59	Qt2	
19	Kic		60	Qt2	

TORRE	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN	TORRE	UNIDAD GEOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
20	Kic	<b>Formación Areniscas de Caqueza (Kic):</b> Arenita cuarzosa blanca, grano medio a conglomerático con gránulos de cuarzo hasta 1 cm de diámetro, Presenta intercalaciones de lodolitas gris verdosa	61	Qla1	Depósitos aluviales subrecientes
21	Kic		62	Qt2	
22	Kif	<b>Formación Fomeque (Kif):</b> Arcillolita pardo amarillenta, alterna con arenita lítica grisácea ocasionalmente calcárea	63	Qt2	
23	Kif		64	Qt2	
24	Kiu	<b>Formación Une (Kiu):</b> Lodolita gris oscura en blancos gruesos, con intercalaciones de arenita cuarzosa grano medio en capas de 40 cm. Ocasionalmente calizas y lentes delgados de carbón	65	Qt2	
26	Kiu		66	Qt2	
27	Kiu	Formación Arenita blanco-amarillenta grano medio a conglomerático con guijos de cuarzo lechoso, hasta de 2 cm de diámetro, alternan con conjuntos de arcillolita silícea de color gris	67	Qt2	
28	Ksc	<b>Formación Chipaque (Ksc):</b> Lodolita gris oscura en blancos gruesos, con intercalaciones de arenita cuarzosa grano medio en capas de 40 cm. Ocasionalmente calizas y lentes delgados de carbón	68	Qt2	Depósitos de terrazas medias
29	Ksc		69	Qt2	
30	KPgp	<b>Grupo palmichal (KPgp):</b> Arenita blanco-amarillenta grano medio a conglomerático con guijos de cuarzo lechoso, hasta de 2 cm de diámetro, alternan con conjuntos de arcillolita silícea de color gris	70	Qt2	
31	KPgp		71	Qt2	
32	KPgp		72	Qt2	
33	KPgp		73	Qt2	
34	KPgp		74	Qt2	
35	Qt2	Depósitos de terrazas medias	75	Qt2	
36	Qt2		76	Qt2	
37	Qt2		77	Qt2	
38	Qt2		78	Qt2	
39	Qt3	Depósitos de terrazas bajas	79	Qt2	
40	Qt3		80	Qt2	
41	Qal	Depósitos aluviales de cauce activo	81	Qt2	
42	Qal		82	Qt2	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

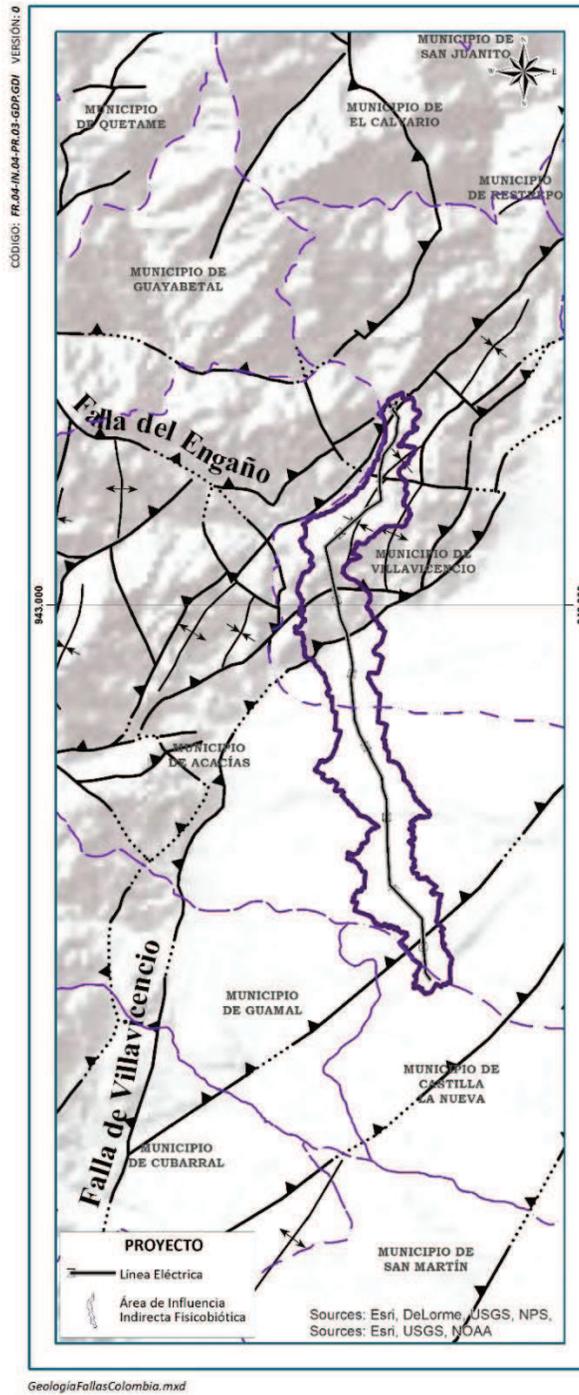
### 3.2.1.5 Geología estructural del área de influencia directa (AID) e indirecta (AII)

El corredor de la línea de transmisión se encuentra contenido entre el flanco oriental de la Cordillera Oriental y el piedemonte llanero, encontrándose este primero fuertemente afectado por una tectónica regional, con gran influencia de esfuerzos compresionales que favorecen la deformación de las secuencias sedimentarias que conforman las unidades allí presentes, identificándose rasgos como pliegues y fallas, presentando una tendencia preferencial con disposición SW-NE, a partir de la cual se mantiene una actividad tectónica con un grado de amenaza moderada a alta, asociada a los esfuerzos orogénicos que han generado el remonte tectónico de la cordillera, propiciado por un largo proceso de actividad e interacción de las placas Nazca, Suramericana y Caribe (**Imagen 3.2-4**).

Dicha actividad ha estado presente desde el inicio de la formación de la cordillera, cuando en el Cretáceo, el océano entro a depositar la secuencia rocosa del grupo Caqueza y las Formaciones Fomeque, Une y Chipaque, sobre una depresión tectónica limitada por fallas normales de distensión en sentido NNE; posteriormente, dicha secuencia cretácica presento una inversión en su desplazamiento, comportándose como fallas inversas y de cabalgamiento, donde se levantaron los bloques tectónicos, en principio hundidos, formando una serie de pliegues y sistemas de falla complejos, de origen preferencialmente compresivo, levantándose junto con su basamento, deformando las capas sedimentarias ya compactadas, hasta dar origen a la Cordillera Oriental; partir de la continuidad de este proceso, la cordillera ha presentado sobre su flanco oriental una secuencia de fallas con vergencia hacia el borde llanero, generando una serie de estructuras en flor que actualmente definen el movimiento de las fallas en el sector donde se desarrolla el proyecto, dándole un sentido dextral a las fracturas NNE-NE y sinistral a las W-E, con notables variaciones en las orientaciones intermedias.

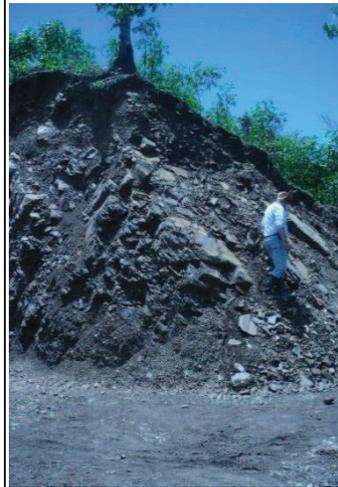
Para la elaboración de los perfiles geológicos y estructurales (**Imagen 3.2-6 a Imagen 3.2-7**), se tuvo como información de referencia la contenida en el Mapa de Geología de la Plancha 266 – Villavicencio, a escala 100.000 y la información tomada en la etapa de campo a nivel de corroboración de contactos geológicos, toma de datos estructurales y evidencias morfológicas de fallas (**Tabla 3.2-6**).

Imagen 3.2-4 Unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Tabla 3.2-6 Estaciones de control de las unidades geológicas aflorantes en el área de influencia directa (AID) del proyecto

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST9	1041438,86	947577,05	Columna 1, Orientación Talud N10W, inclinación 80°, altura escarpe 3.88m; los primeros 1.1m están constituidos por suelo residual limoarenoso de color gris oscuro con raíces, humedad alta y plástico; el segundo nivel de 0.98 metros está constituido por u	Sin registro fotográfico
EST11	1040964,06	947578,92	Columna-2; Afloramiento rocoso de aproximadamente 8 metros de altura (Formación Areniscas de Caqueza - Kic), en lutitas de color gris oscuro, fuertemente fracturadas, orientación del escarpe N70W e inclinación del escarpe 60°; estratificación E=198/47; diaclasas D1=78/84 y D2= 185/80; se observan cortes antrópicos hasta de 8 metros de altura y pendiente vertical a cuasi vertical, rellenos de composición heterométrica de espesor no determinado e inclinación de los taludes 3:1.	
EST12	1040027,44	946933,14	Lomo angosto y continuo que separa dos valles, evidencia de posible sillita de falla	

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST16	1039589,10	946614,46	Panoramica desde la estación 16 y con dirección N40E de la unidad geomorfológica MPFfv y de las la Formación Arensicas de Caqueza (Kic) y Formación Une (Kiu).	
ET17	1039079,27	946750,14	Arensicas de color amarillo a blanco de la Formación Arensicas de Caqueza (Kic) y toma datos estructurales	
EST19	1038984,97	946823,20	Nivel de arenas de la Formación Arensicas de caqueza (Kic)	
SET20	1038840,60	946853,21	Contacto Arensicas - Lutitas Formación Arensicas de Caqueza (Kic) y la Formación Une (Kiu)	

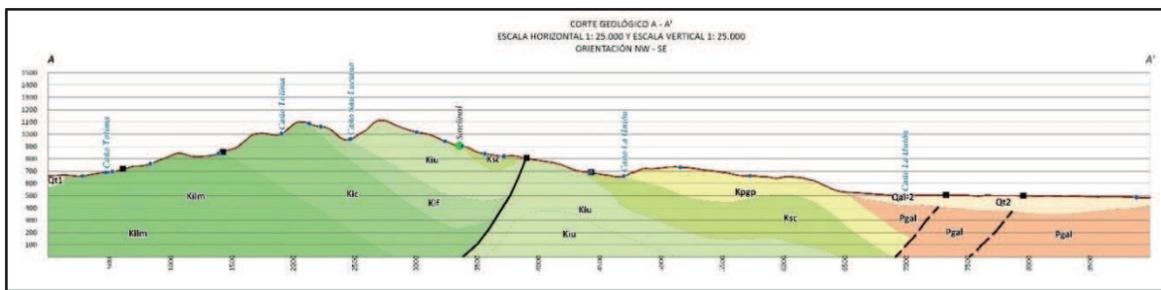
ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST36	1038724,36	941450,56	Corresponde a Unidad Geológica Lutitas de Macanal (Kpgp), talud de 4 metros de altura, vertical, orientación ladera N25W, constituida por arenas finas a muy finas de color amarillo a crema, deleznales, friables, humedad alta y dureza un golpe de martillo	
EST37	1038685,57	941546,76	Representa el Grupo Palmichal (Kpgp), enmascarada por un depósito coluvial y representada por un escarpe de 4 metros de altura labrado en arenas residuales de color amarillo y trazas naranja	
EST38	1038678,03	942008,54	Panorámica en dirección N55E, paisaje conformado por suelos residuales arenosos de la Formación Pgal y Kpgp, enmascarados por Qco de poco espesor conformado por bloques hasta de 0,5; Posible lineamiento de falla E-Wm. Cubierto por pastos naturales y densa vegetación as	
EST41	1038626,88	943495,62	Orientacion Foto S40E, Orientacion foto N40E, unidad MFfv2 y la geológica Kic (lutitas); Contacto Arenisca - Lutitas	

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST42	1038580,10	943556,43	Perfil litológico del Grupo Palmcichal (Kpgp); lutitas negras masivas, 5 golpes no se rompe; E=217/15 y 240/14; D1=263/90, 250/63, 280/86, 298/90; D2= 200/90, 190/85, 245/75; cerradas, espaciadas de 10 a 20 cm, persistencia menos a un metro; escarpe litológico de 2 metros	
EST45	1038491,52	943499,11	Lineamiento de falla con plano 357/60, inclinación de Talud N10W y un segundo plano de falla S65E inclinación 65NE	Sin registro fotográfico
EST50	1041153,37	949267,16	Deslizamiento planar en roca(lutitas), longitud corona 20m, escarpe ppal 1.5m, longitud sobre la ladera 20m, E=220/40; D1=295/86; D2=260/72; Dirección Talud N50E inclinación 40°	
EST58	1040709,17	950614,07	Lutitas con inclinación casi vertical E=140/80	Sin registro fotográfico
EST61	1040645,06	950944,02	Formación Lutitas de Macanal (Kilm), caracterizada por un afloramiento de Lutitas; Estratificación 180/26	
EST62	1040516,09	951080,64	Margen izquierda del caño Pescado, afloramiento de lutitas, E=90/43	Sin registro fotográfico

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

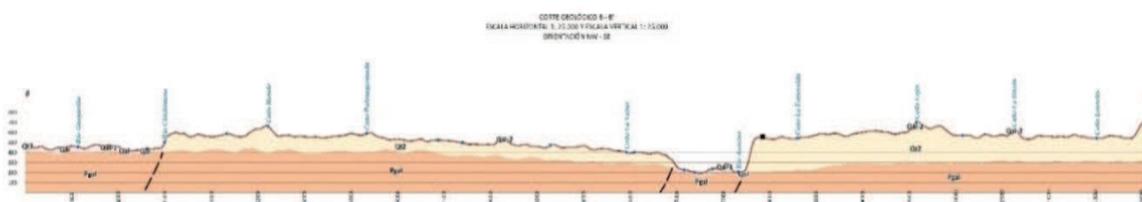


**Imagen 3.2-6 Corte Geológico A – A' - Sector Piedemonte**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 3.2-7 Corte Geológico B – B' - Sector Llanos Orientales**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

### 3.2.1.5.1 *Sistemas de fallas regionales*

Las principales tendencias de fallas presentes en el flanco oriental de la cordillera, han afectado desde las rocas precámbricas del grupo Quetame (no cartografiadas en el área de influencia), paleozoicas del Grupo Farallones (no cartografiada dentro del área de influencia) y demás formaciones Jurásicas y Cretácicas que conforman la cordillera, con un marcado cabalgamiento hacia el Este; adicionalmente se ha identificado afectación reciente sobre las rocas del Mioceno e inclusive se presentan depósitos cuaternarios fallados sobre el Terciario; un marco de tectónica activa muy notable; estos procesos de cabalgamiento y retrocabalgamiento, dan lugar a una serie de distensiones en la corteza superior como parte de la respuesta física que se genera ante los empujar tectónicos, desarrollando fallas normales, que se presentan en varios sectores a lo largo del flanco oriental de la cordillera; según lo anterior, se describen las principales fallas que afectan el área del proyecto, así:

- **Falla Río Negro (no cartografiada dentro del área de influencia indirecta)**

Falla de rumbo con dirección preferencial N-S, controla gran parte del cauce del río Negro, con evidencias neotectónicas por afectación reciente de algunos depósitos de Terrazas (Qt), sin embargo, para el corredor donde se desarrolla el proyecto esta no presenta ningún tipo de afectación.

- **Falla de Servitá**

Falla de dirección NE, caracterizada por una cizalla con espesor estimado de 200 metros, caracterizada por una alta milonitización y trituración de la roca, que asociado a la gravedad produce continuos deslizamientos de masa rocosa de ángulo alto que buza hacia el Oeste; pone en contacto rocas del Paleozoico (Devónicas) con rocas Cretácicas; para el sector donde se desarrolla el proyecto, esta se encuentra enmascarada por depósitos de terrazas (Qt2), sin que se haya advertido hasta el momento afectación de las mismas, sin embargo puede ser parte de los factores de afectación sobre la cuenca de la quebrada del mismo nombre, en donde se identifican algunos procesos erosivos recientes.

- **Falla El Mirador (no cartografiada dentro del área de influencia indirecta)**

Pone en contacto las rocas metamórficas precámbricas del Grupo Quetame con rocas del Cretácico y Jurásico Superior del Grupo Caqueza, presenta una dirección preferencial NNE y un cabalgamiento de bajo ángulo con buzamiento hacia el Oeste, se le ha reportado una zona de alto cizallamiento de roca con espesor estimado de 200 m; para el sector donde se desarrolla la línea de transmisión, no se ha reportado la continuidad de su trazo, sin embargo, en el sector de la vereda Samaria, éste choca con el lineamiento de la Falla Susumuco – El Buque.

- **Falla de Guaicáramo**

Se corresponde a un grupo de las mayores estructuras de fallas de cabalgamiento del borde llanero con dirección preferencial NNE, con un trazo rectilíneo de gran continuidad regional que conecta las fallas de Altamira y Algeciras, como parte de las fallas del Frente Andino que van desde el Departamento del Huila, siendo una de las Fallas más importantes de Colombia y extendiéndose hasta la República de Venezuela, conformando un patrón anostomosado o cola de caballo, que en el área del proyecto está asociada al contacto entre el Macizo de Quetame y el Grupo Farallones, caracterizándose como una falla de cabalgamiento con buzamiento de alto grado de vergencia hacia el occidente, donde se han identificado algunos sectores donde pone a cabalgar al bloque Precámbrico del Grupo Quetame sobre los sedimentos del Paleógeno, Neógeno y hasta Reciente, siendo este su rasgo de mayor relevancia, dado que como lo menciona Paris (1994), además de su continuidad semi continental, presenta rasgos de actividad neotectónica en varias partes de su trazo; con respecto al corredor de la Línea de Transmisión se debe mencionar que esta se desarrolla en su totalidad sobre terrenos afectados por este rasgo estructural, siendo su actividad tectónica la condición más desfavorable ante la estabilidad de las torres.

En cuanto al sector localizado sobre la llanura se identifican algunos lineamientos geomorfológicos, que parecen corresponder a estructuras de gravedad en el subsuelo, como es el caso del sector donde la línea de transmisión cruza el Río Acacias, donde la cobertura Cuaternaria cubre por completo las evidencias lito estratigráficas y estructurales que permitan establecer tendencias definidas, y sin que se registren mayores inconvenientes respecto a la estabilidad de las torres.

- **Falla de Susumuco – El Buque**

Se ha clasificado como una falla de desplazamiento lateral dextral de dirección N15W, que cambia a E-W en el sector del Caño Buque, y se le ha reportado una longitud mayor a los 25 km, presenta un alto trituramiento que afecta las rocas que atraviesa generando inestabilidad de las laderas, que tal como se mencionó para el caso de la Falla El Mirador, la interacción entre estas dos, la cual se presenta en el sector de la vereda Samaria, que en épocas de alta precipitación ,generan desprendimientos sucesivos producto de la degradación.

- **Falla de Villavicencio - Colepato**

Sistema de fallas cortas de dirección preferencial NNE y vergencia hacia el Este, considerada como parte del sistema de fallas del borde llanero, para las que se ha identificado poner en contacto rocas de la Formación Une del Cretácico Inferior con la Formación La Cometa del Neógeno Superior; sin embargo, a pesar que en el corredor de la línea de transmisión no se ha identificado la presencia de esta última, si se registra continuidad en su trazo hacia el sector de las veredas La Unión y La Cumbre, donde ya se ha consumido la totalidad de esta unidad Neógena, para presentarse poniendo en contacto a la Formación Une con la Formación Chipaque también cretácica.

#### 3.2.1.5.2 *Plegamientos*

Se relacionan directamente por las cargas tectónicas que ejercen los cabalgamientos que representan en la zona la afectación por el trazo del grupo de fallas de Guicaramo y otras que le complementan, generándose estructuras sinclinales y anticlinales alargadas y estrechas, presentando una dirección preferencial NNE, generando afectación de las secuencias de rocas sedimentarias depositadas durante el cretácico, siendo los sinclinales de Servitá y San Juan de Ocoa los más representativos para el proyecto, toda vez que sobre sus flancos se disponen las torres 12 a 34, generando un fuerte control sobre las condiciones de estabilidad de las mismas, toda vez que esta ha sido considerado el sector más vulnerable, para lo cual es importante definir las características de su continuidad, que para esta región del Borde Llanero, se caracteriza por desarrollar estructuras de poca extensión y relativamente estrechas, relacionadas con los cabalgamientos, que les empuja hasta llegarles a volcar y/o, dependiendo de las condiciones de rigidez de cada material, fallar la secuencia y remontarles tectónicamente.

#### 3.2.1.6 Amenazas naturales

##### 3.2.1.6.1 *Amenaza sísmica*

De acuerdo con lo establecido por la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres - EIRD/ONU (2004)<sup>5</sup>, las amenazas geológicas se definen como los procesos naturales que pueden causar pérdida de vida o daños materiales, interrupción de la

---

<sup>5</sup> EIRD/ONU., (2004): Vivir con el riesgo: énfasis en la reducción del riesgo de desastres. Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas. 457 p New Cork.

actividad social y económica o degradación ambiental e incluyen procesos terrestres internos (endógenos) o de origen tectónico, tales como sismos, tsunamis, actividad de fallas geológicas, actividad y emisiones volcánicas; así como procesos externos (exógenos) tales como movimientos en masa: deslizamientos, caídas de rocas, avalanchas, colapsos superficiales, licuefacción, suelos expansivos y subsidencias.

Para el componente geológico se evalúa la amenaza sísmica, considerada como la condición latente derivada de la posible ocurrencia de un sismo de cierta magnitud, distancia y profundidad, que puede causar daño a la población y sus bienes, la infraestructura, el ambiente y la economía pública y privada. Para conocer la posible intensidad de la amenaza (energía en el sitio de estudio) es necesario estudiar a nivel regional las fuentes sísmicas para determinar el potencial de generar sismos fuertes y la respuesta sísmica (amplificación o reamplificación) de los suelos y rocas ante las ondas sísmicas. El alcance previsto en este estudio se enfoca en la identificación de sismos reportados por la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC) en la zona, de igual manera se identifica la zona de amenaza sísmica definida por el Servicio Geológico Nacional (antes INGEOMINAS) en el mapa nacional de amenaza sísmica periodo de retorno de 475 años<sup>6</sup>, y finalmente la determinación de la zona sísmica y la aceleración sísmica local, definida por el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-2010<sup>7</sup>), para la zona en que se emplaza el área de influencia indirecta.

La información de sismos presentados es recopilada a partir de los datos arrojados por cuatro (4) estaciones pertenecientes a la RSNC (**Imagen 3.2-8**).

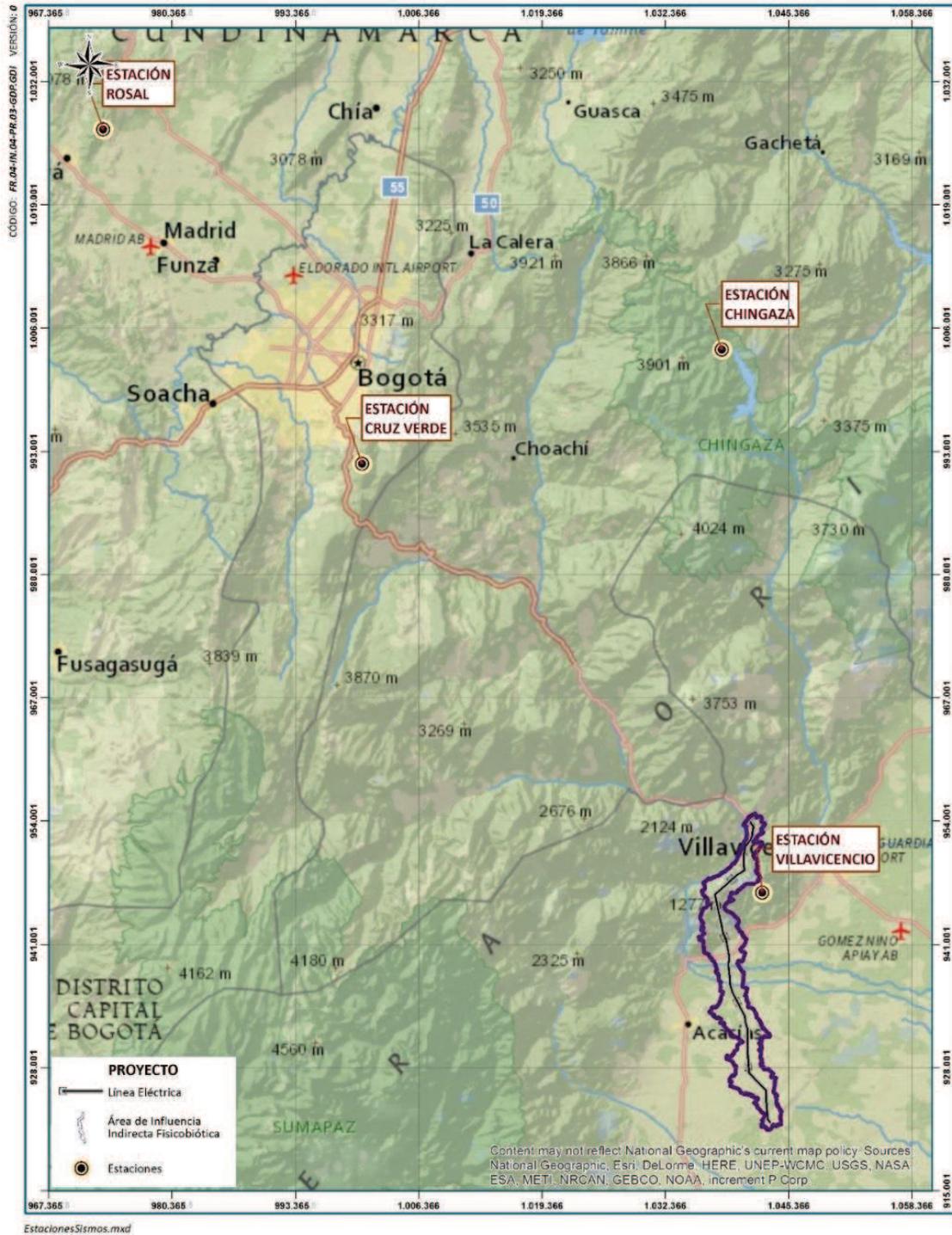
La información histórica de sismos en la Red Sismológica Nacional (RSNC), señala la ocurrencia de 20 eventos en el municipio de Villavicencio entre el año 2000 y 2017 (**Tabla 3.2-7**), con magnitud del orden entre 4,3 Mw y 1,3 Mw. Asimismo, se reportaron en el municipio de Acacias 21 eventos desde el 1993 hasta principios de 2017 (**Tabla 3.2-8**), con los sismos de mayor y menor magnitud entre de 3,3 Mw y 1,1 Mw. Por último, señala la ocurrencia de 21 eventos en el municipio de Castilla La Nueva, desde 1996 hasta principios de 2017 (**Tabla 3.2-9**), con una magnitud entre de 2,9Mw y 1,0 Mw. En la **Imagen 3.2-9**, se presenta la ubicación de los eventos antes mencionados.

Al superponer las áreas de influencia con el mapa nacional de amenaza sísmica periodo de retorno de 475 años, se observa que se ubica en una franja de aceleración horizontal máxima en roca (PGA) estimada entre 200 y 350 cm/s<sup>2</sup>, la cual se asocia a una amenaza alta a media (**Imagen 3.2-10**). Este mapa es de tipo probabilístico e integra la tectónica regional, la actividad de las estructuras sismogénicas del país y los efectos de atenuación en la transmisión de las ondas sísmicas a lo largo de las diferentes unidades litoestratigráficas.

<sup>6</sup> Universidad Nacional de Colombia; Mapa nacional de amenaza sísmica periodo de retorno de 475 años, escala 1:1'500.000; Universidad Nacional de Colombia Facultad de ciencias departamento de geociencias - Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS; Bogotá D.C., 2010.

<sup>7</sup> Comisión asesora permanente para el régimen de construcciones sismo resistentes. Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, Título A. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. Bogotá D.C.; 2010

**Imagen 3.2-8 Localización de las estaciones en la red sismológica nacional de Colombia (RSNC), cercanas a las áreas de influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto**



Fuente: <http://seisan.sgc.gov.co/RSNC/index.php/red-de-estaciones/mapa-de-las-estaciones>, adaptado por el CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Tabla 3.2-7 Sismicidad presentada en el municipio de Villavicencio durante el periodo comprendido del 31/05/2000 hasta el 21/03/2017

ID	FECHA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTA		PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD (Mw)	INTENSIDAD
				ESTE	NORTE			
1	31/05/2000	META	VILLAVICENCIO	1040690,031	958077,2713	1,3	3,8	4
2	08/10/2001			1053791,318	957199,7521	109	1,9	3
3	12/06/2010			1042355,314	958188,6534	2,4	3,7	4
4	18/06/2010			1039805,385	950336,0945	13,6	2,7	3
5	06/07/2010			1046689,167	950781,811	23,2	1,9	3
6	07/01/2011			1054682,021	953219,274	10,1	1,8	3
7	30/01/2011			1051682,632	955871,462	9,6	1,6	3
8	30/01/2011			1056012,539	956095,3136	4	1,8	3
9	19/04/2011			1048357,859	944921,8019	20	1,9	3
10	21/04/2011			1051239,437	954323,0262	2,9	1,7	3
11	13/07/2011			1042139,328	945582,1355	0	1,6	3
12	13/06/2012			1054015,017	954545,8696	4	1,8	3
13	13/06/2013			1049238,668	958302,8821	0	2,3	3
14	09/07/2013			1043137,598	947794,2654	4,1	2	3
15	09/11/2013			1042137,75	948899,6082	3,1	1,7	3
16	12/06/2014			1041357,641	954981,2753	0,1	4,3	5
17	15/08/2014			1044686,845	958079,2437	12,8	1,3	3
18	06/01/2016			1040357,479	956971,2905	0	1,5	3
19	04/02/2016			1041690,826	954760,269	0	2,8	3
20	21/03/2017			1040025,376	954870,0704	0	2,8	3

Fuente: Red Sismológica Nacional de Colombia

Tabla 3.2-8 Sismicidad presentada en el municipio de Acacias durante el periodo comprendido del 19/07/1993 hasta el 05/02/2017

ID	FECHA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTA		PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD (Mw)	INTENSIDAD
				ESTE	NORTE			
1	19/07/1993	META	ACACIAS	1034371,394	933193,672	21,2	2,4	3
2	01/04/2001			1012382,977	ACACIAS	56,4	1,7	3
3	14/08/2002			1011050,023	936947,5926	0	2,6	3
4	30/03/2003			1010384,184	933077,2191	0	3,3	4
5	12/10/2004			1034257,878	939717,9291	22,6	2,9	3
6	27/10/2006			1036815,979	929656,0168	2,4	1,9	3
7	18/08/2011			1030813,551	945356,3256	6,6	2,7	3
8	23/12/2011			1039030,937	944032,5678	39,6	1,6	3
9	04/02/2012			1033704,833	933056,9111	51,7	1,3	3
10	18/02/2012			1010494,866	936284,0472	0	1,7	3
11	05/08/2014			1022489,959	928435,0234	15,5	1,6	3
12	24/01/2015			1009051,303	935730,9926	0,7	2,2	3
13	14/02/2015			1014049,511	928986,2535	3,5	1,6	3
14	19/08/2015			1008274,246	932634,6848	0	1,6	3
15	04/09/2015			1032036,629	940712,3427	26,2	1,6	3
16	28/10/2015			1038256,295	937839,6481	3,3	1,1	3
17	23/12/2015			1016602,428	936616,6993	10,8	1,6	3
18	04/04/2016			1010384,121	933630,1181	4,1	2,5	3
19	08/10/2016			1012049,327	937832,3596	0	1,7	3
20	29/01/2017			1006941,64	932413,4146	4	2,4	3
21	05/02/2017			1008607,162	935178,0504	4	1,6	3

Fuente: Red Sismológica Nacional de Colombia

Tabla 3.2-9 Sismicidad presentada en el municipio de Castilla La Nueva durante el periodo comprendido del 23/08/1996 hasta el 17/04/2017

ID	FECHA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	COORDENADAS ORIGEN MAGNA SIRGAS BOGOTA		PROFUNDIDAD (Km)	MAGNITUD (Mw)	INTENSIDAD
				ESTE	NORTE			
1	23/08/1996	META	CASTILLA_LA_NUEVA	1051930,857	909758,3487	0,8	2,9	3
2	11/05/2009			1054481,987	916394,7502	0	2,2	3
3	11/11/2010			1057029,863	927675,7989	29,7	2,8	3
4	16/03/2011			1063256,401	917284,8642	7,9	1,3	3
5	11/12/2011			1064690,724	931219,5664	39,1	1,8	3
6	15/02/2012			1044486,974	912740,3415	28	2,5	3
7	01/10/2012			1051147,402	920705,63	13,6	1	3
8	30/03/2014			1057924,113	918387,2961	10,7	1,6	3
9	13/08/2014			1070030,581	919280,1739	5,5	1,7	3
10	06/05/2015			1061919,128	923919,0591	14,4	1,8	3
11	07/05/2015			1061031,669	922259,7067	6,5	1,7	3
12	01/08/2015			1045148,059	924020,0252	0	1,5	3
13	16/11/2015			1066472,207	924917,4593	14,8	1,4	3
14	24/01/2016			1047482,61	919708,4667	0	1,7	3
15	09/06/2016			1059147,509	915844,6194	12,4	1,8	3
16	12/06/2016			1058814,005	916286,7487	4	1,4	3
17	18/06/2016			1061146,18	916951,7268	0,3	1,3	3
18	11/09/2016			1049704,662	918493,2021	0	1,7	3
19	28/09/2016			1059256,025	919936,2993	52,8	1,4	3
20	16/02/2017			1066143,68	918282,102	6,1	1,2	3
21	17/04/2017			1048484,564	915175,0937	1,3	2	3

Fuente: Red Sismológica Nacional de Colombia

Imagen 3.2-9 Localización de los eventos sísmicos cercanos a las áreas de influencia indirecta y directa del proyecto

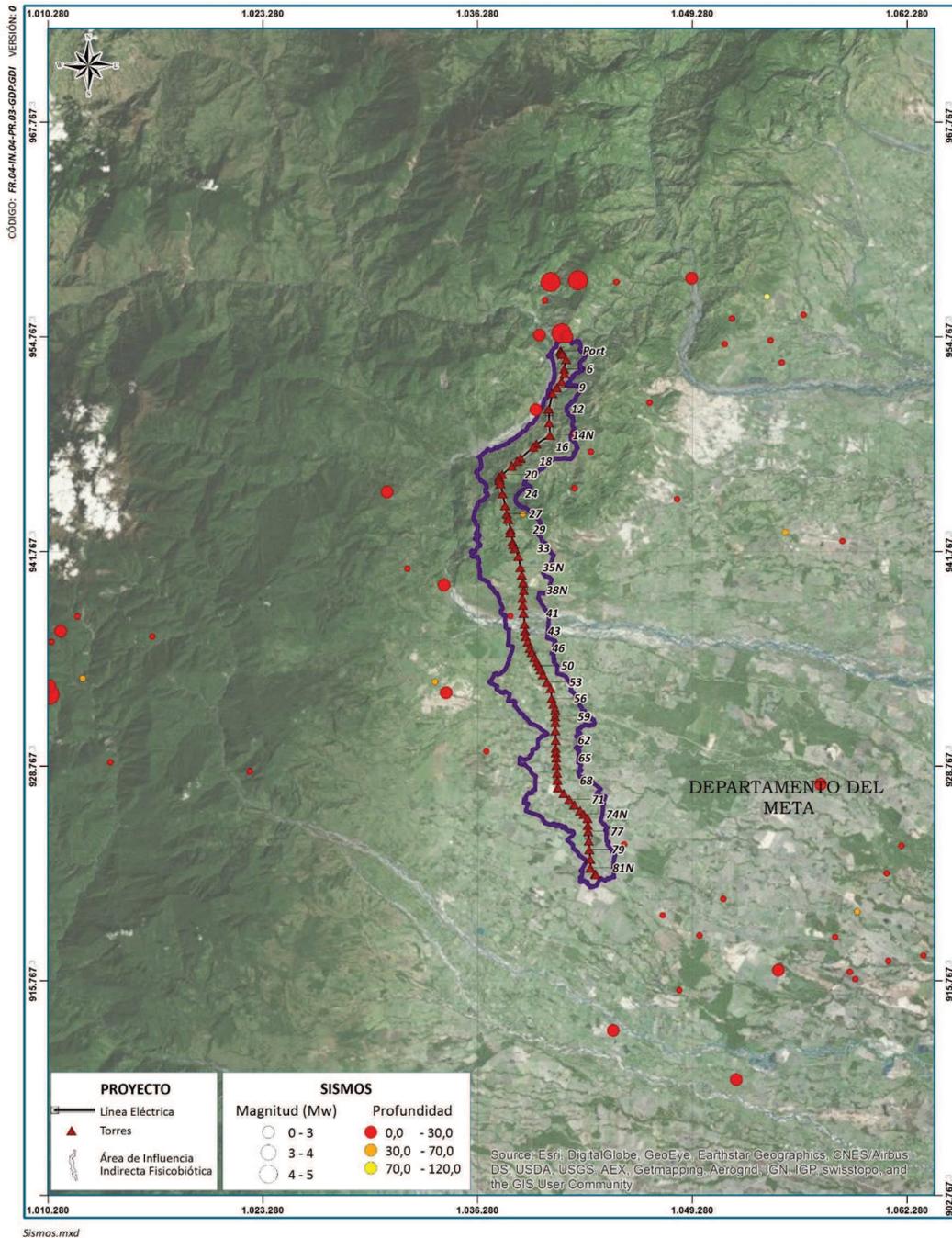
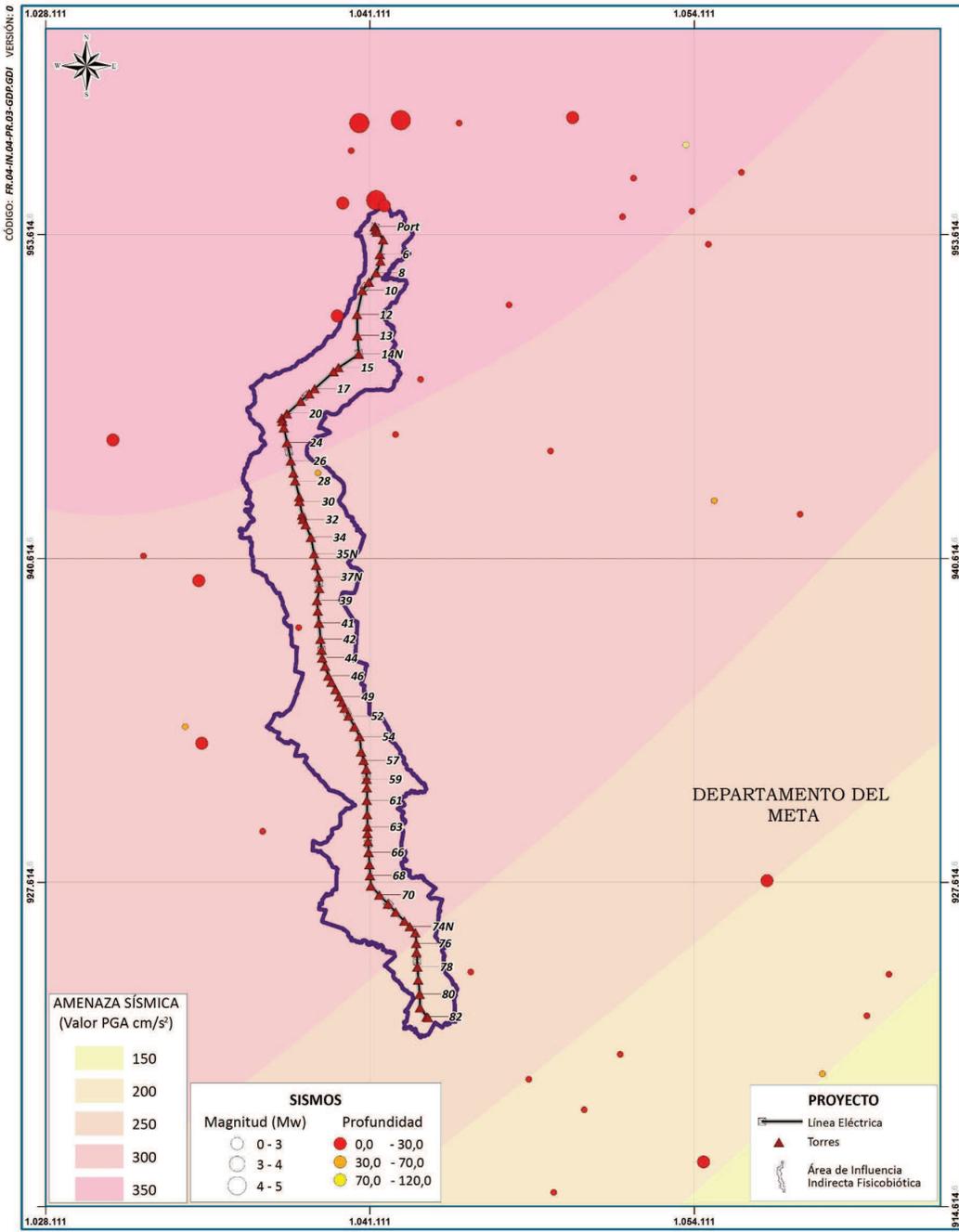


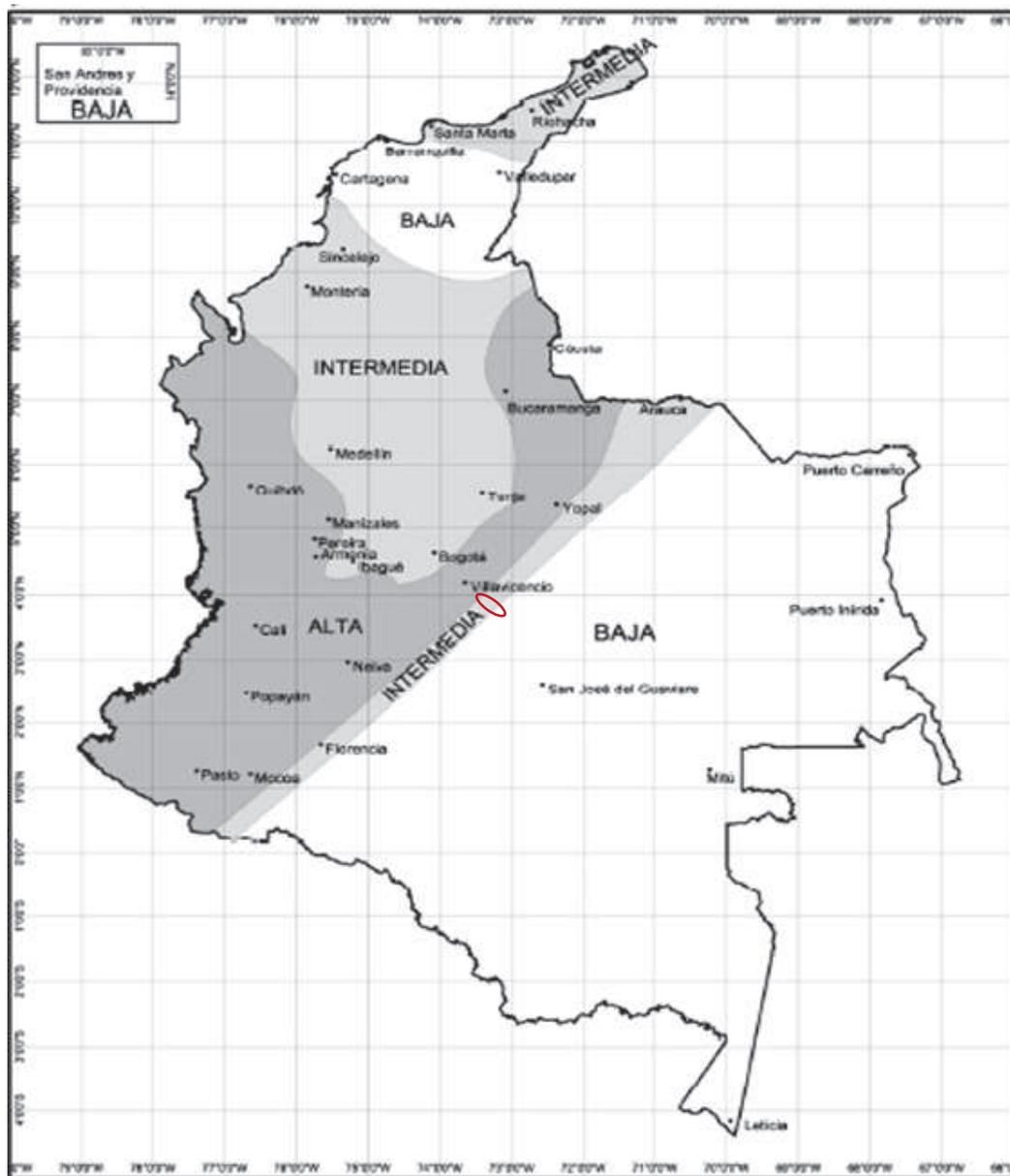
Imagen 3.2-10 Localización de las áreas de influencia directa e indirecta, según el mapa nacional de amenaza sísmica - periodo de retorno de 475 años



Fuente Mapa Nacional de Amenaza Sísmica Periodo de Retorno de 475 años, Escala 1:1'500.000.

Adicionalmente, a partir de la información consignada en la NSR-2010 se aprecia que las áreas de influencia directa e indirecta se ubican en una franja definida como de amenaza sísmica intermedia, con una aceleración  $A_a = 0,15$  a  $0,20$  (aceleración pico efectiva) (Tabla 3.2-10 y Imagen 3.2-11).

Imagen 3.2-11 Zonas de amenaza sísmica en función  $A_a$  y  $A_v$



Área de influencia

0

Fuente: Reglamento colombiano de construcción sismo resistente NSR-10, Título A.8

<sup>8</sup> Ibid. P 10

**Tabla 3.2-10 Valores de aceleración ( $A_a$ ) y velocidad pico ( $A_v$ ) – Definición de la zona de amenaza sísmica asociada**

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	$A_a$	$A_v$	ZONA DE AMENAZA SÍSMICA
Meta	Villavicencio	0.25	0.30	Alta
	Acacias	0.20	0.30	Alta

Fuente: Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, Título A. <sup>9</sup>

### 3.2.1.6.2 Amenazas por procesos de remoción en masa

La remoción en masa es el desplazamiento de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal hacia abajo por acción de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material en cada caso. La distancia del recorrido de estos desplazamientos y sus velocidades pueden ser muy variadas.

Por su parte, la amenaza se define como el peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural que puede presentarse en un lugar y tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y período de tiempo (UNDRO, 1979).

Desprendimientos, deslizamientos, reptación, flujos, caídas de material litológico o vegetal, desplomes o lahares son todos tipos de movimientos en masa, sin embargo, cada uno tiene una naturaleza distinta, por lo cual sus causas, desarrollo y consecuencias tienen explicaciones específicas desde la geología y la geomorfología.

Entre las causas o detonantes más comunes para que se genere un proceso de remoción en masa están; Los procesos litológicos, donde se presentan materiales con baja cohesión o poco consolidados. Procesos topográficos, zonas con pendientes muy pronunciadas donde se supera el ángulo de reposo de un material. Procesos climáticos, cuando existen precipitaciones frecuentes o un régimen de lluvias elevado. Procesos tectónicos, cuando intervienen las ondas sísmicas en los movimientos del terreno y los procesos antrópicos, que se refieren a la acción del hombre sobre el medio ambiente, por ejemplo, generando deforestación en una zona de ladera o incendios forestales que desestabilicen una pendiente.

En la **Imagen 3.2-12** se representan las categorías de amenaza por remoción en masa presente en el área de influencia directa e indirecta, donde es posible apreciar tres rangos de amenaza. La categoría de amenaza alta y media corresponde con los sectores escarpados identificadas con los colores pardo amarillento y naranja, mientras que las zonas de amenaza baja corresponden con las zonas planas identificadas con color verde.

<sup>9</sup> Op. Cit., P10.



### 3.2.2 Geomorfología

#### 3.2.2.1 Geomorfología del área de influencia indirecta (AII)

La geomorfología regional del sector donde se desarrolla la línea de transmisión La Reforma – San Fernando 360 kV, está enmarcada en la región geográfica del borde llanero, abarcando dos grandes provincias fisiográficas, como lo son la vertiente oriental de la Cordillera Oriental y a la megacuenca de sedimentación de la Orinoquía. La primera de ellas se localiza hacia el noroeste del área, y corresponde al sector de relieve montañoso asociado a un cinturón deformado por afectación tectónica, de morfología abrupta que se corresponden con la génesis diferenciable entre los materiales que le conforman; la segunda provincia se asocia a la cuenca sedimentaria activa de los llanos orientales (Imagen 3.2-13).



**Imagen 3.2-13 Provincias. Mosaico compuesto de registro fotográfico satelital, representativo de las provincias fisiográficas presentes en el sector donde se desarrolla el proyecto.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

A continuación, se hará una breve, pero detallada descripción de las vertientes donde localiza la línea de transmisión:

##### 3.2.2.1.1 Vertiente oriental de la Cordillera Oriental

Corresponden al tectonismo de carácter regional en el que las expresiones geomorfológicas que presenta la región concuerdan con grandes estructuras que a su vez definen tres grandes grupos de geoforma como son: las de origen estructural, fluvial con afectación neotectónica y origen netamente fluvial no afectado.

El primer grupo, asociado a las geoformas de origen estructural se constituye de rocas de origen sedimentario que han sido replegadas como parte de la deformación a la que ha estado sometido el borde oriental de la cordillera oriental, la cual ha estado deformándose durante los últimos 60 millones de años, sometiéndose a esfuerzos compresivos que han producido intensos fallamientos y plegamientos. Para este grupo geomorfológico la topografía se presenta abrupta que origina pendientes fuertes que superan los 45 grados,

con alturas variables entre 1200 y 500 m.s.n.m., donde la mayoría de las quebradas corren por cañones profundos de laderas escarpadas. Sobre sus valles son frecuentes los deslizamientos que contribuyen a la formación abanicos coluviales, que al ser erosionados y transportados por los ríos son distribuidos más abajo en forma de barras longitudinales. el tamaño de las partículas que componen el lecho del río negro que aguas abajo entra ser el río Guayuriba como cauce principal, va desde bloques hasta arenas de grano grueso, siendo la proporción de materiales finos mucho menor que la del conjunto de materiales del cauce.

En estas zonas de rocas plegadas y foliadas por metamorfismo regional, los valles de los ríos tienen forma en “v”, siendo este el caso del río Negro o Guayuriba, el más importante en el área de influencia de la línea de transmisión, siendo frecuentes los desprendimientos de bloques y deslizamientos, dando origen a laderas y abanicos coluviales, que a su vez son erosionados por el río y redistribuidos como secuencias de barras longitudinales.

El segundo grupo, asociado a las geoformas de origen fluvial que se ven afectadas por la actividad neotectónica, se componen de paquetes estratificados que son disectados como consecuencia del cambio de pendiente que sufren los ríos al pasar de la montaña al llano, se caracterizan por depositar fracciones granulométricas gruesas en mesetas, producto de la acumulación de materiales por parte de ríos trezados y abanicos aluviales, que han sido levemente plegadas, generando terrazas con diferente grado de antigüedad y de deformación en colinas de baja topografía.

Finalmente, el tercer grupo de geoformas de origen netamente fluvial y no afectado, que a su vez se relacionan con fenómenos de origen fluvio-glacial, están compuestos por llanuras de inundación que se limitan a los canales y valles aluviales de los ríos y caños que presentan un comportamiento meandriforme o trezado, que van depositando geoformas aterrazadas de topes altos limitados por escapes erosivos, como remanentes de las acumulaciones originadas por deshielo de glaciares.

Con respecto al trazado de la línea de transmisión, se tiene que el tramo comprendido entre las torres 1 a 10, se identifican geoformas del segundo tipo, es decir, de origen fluvio-torrencial con algún grado de afectación por actividad neotectónica; así mismo, las torres 12 a 34 se encuentran localizadas en el sector caracterizado por geoformas del primer tipo o de origen estructural, es decir, rocas sedimentarias plegadas.

#### *3.2.2.1.2 Megacuenca de sedimentación de la Orinoquia*

Hace referencia a la cuenca fluvial del Orinoco y corresponde con la parte llana de la cuenca de sedimentación sobre el borde llanero, de origen fluvial con rasgos de afectación tectónica reciente, que representan las colinas de mayor relieve y geoformas planas, en contraste con las planicies bajas de origen aluvial y estructuras sedimentarias recientes.

El grupo asociado a las geoformas de origen fluvial que se ven afectadas por la actividad neotectónica, de forma similar a las generadas sobre la vertiente en la cordillera se componen de paquetes estratificados que son disectados como consecuencia del cambio de pendiente que sufren los ríos al pasar de la montaña al llano, se caracterizan por depositar fracciones granulométricas gruesas en mesetas, producto de la acumulación de

materiales por parte de ríos trenzados y abanicos aluviales, que han sido levemente plegadas, generando terrazas con diferente grado de antigüedad y de deformación en colinas de baja topografía.

Por su parte las planicies bajas asociadas al grupo de geformas de origen fluvial, se conforman por acumulaciones secuenciales de llanuras de inundación generadas por comportamientos meandriformes y anostomosados de los cauces.

### 3.2.2.2 Geomorfología del área de influencia directa (AID)

En la caracterización del componente geomorfológico del área de influencia directa (AID) e indirecta (AI) de Interconexión La Reforma – San Fernando 230 kV, se utilizó la propuesta metodológica se utilizó el sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfred Zink (1986), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC)<sup>10</sup> (**Imagen 3.2-14**), el cual se describe a continuación:

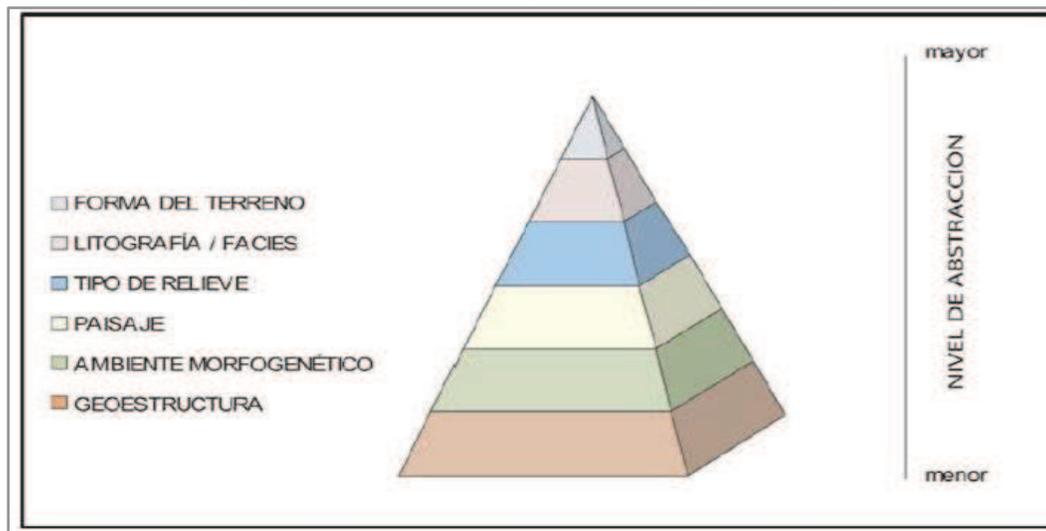
- **Geoestructura:** Hace referencia a las megaestructuras de la tierra, definidas según su formación u origen; estas pueden ser de tres tipos: Cordilleras, cuando se encuentran estructuras derivadas de los levantamientos orogénicos; Megacuencas de sedimentación, cuando corresponden a una génesis de forma depositacional o estructural de cuencas que fueron posteriormente rellenadas por sedimentos continentales o marinos; Escudo o Cratón, que hace referencia a las grandes extensiones continentales que se consideran estables, o sea, que no han sufrido procesos orogénicos.
- **Ambiente Morfogénético:** Tipo amplio del medio biofísico originado y controlado por la geodinámica (geoestructura) interna y/o externa de la región. Estos ambientes pueden ser: Estructurales (S), Depositacionales (D), Denudacionales (E) y Residuales (R).
- **Paisaje:** Es una gran área porción de tierra (decenas de km) constituida por la repetición de tipos de relieve similares o por una asociación de tipos de relieve disimiles, resultantes de la acción de procesos morfogenéticos específicos de tipo plegado, erosional a aluvial, entre otros.
- **Tipo de relieve:** Es una porción de terreno resultante de la acción combinada de la topografía y la estructura geológica, de condiciones morfoclimáticas específicas o de procesos morfo genéticos.
- **Litología/depósitos superficiales:** Muestra la constitución petrográfica de las geformas y las formaciones sueltas de cobertura y están referidos a nivel de tipo material litológico.
- **Forma del terreno:** Es la geforma elemental y constituye el nivel más bajo de este sistema geomorfológico, caracterizada por una geometría, una dinámica y una historia.

Adicionalmente para la caracterización de los atributos, tales como: índice de rugosidad del terreno, pendiente, índice de contraste del relieve relativo, longitud de la ladera, densidad

<sup>10</sup>Zinck, Alfred. Physiography and soils. Bogotá. 1988

de drenaje y patrón de drenaje, se utilizó la propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica, volumen I, INGEOMINAS, diciembre de 2004<sup>11</sup> y la propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia, INGEOMINAS, Bogotá 2011<sup>12</sup>.

Imagen 3.2-14 Esquema de jerarquización geomorfológica



Fuente: sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfres Zink (1986), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi" (IGAC)<sup>13</sup>

Bajo este marco general, la metodología antes mencionada para el análisis geomorfológico se desarrolló en tres (3) etapas, a saber:

- En la primera se realizó la revisión de información secundaria relacionada con la geomorfología asociada al Piedemonte Llanero en entidades gubernamentales, tales como: el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Servicio Geológico Colombiano (SGC). Igualmente, se realizó la fotointerpretación (donde se identificaron y definieron las unidades y contactos geológicos, rasgos, morfográficos, morfodinámicos y especialmente erosivos) y la elaboración de mapas temáticos preliminares, utilizando un mosaico de imágenes Pleiades con resolución radiométrica de 8 bits, resolución espectral 5 bandas (azul, verde, rojo, red edge e infrarrojo cercano) y resolución espacial de 50 cm.
- La segunda etapa consistió en el control de campo realizado en el mes de marzo de 2017, con el fin de corroborar a través de transectos la información compilada en la primera etapa del proyecto referente a verificación de los rasgos geomorfológicos, identificación de las zonas susceptibles de inundación a través de las huellas de inundación y el registro histórico manifestado por la comunidad, procesos

<sup>11</sup>INGEOMINAS. Propuesta metodológica para el desarrollo de la cartografía geomorfológica para la zonificación geomecánica. Bogotá, diciembre de 2004.

<sup>12</sup>INGEOMINAS. Propuesta de estandarización de la cartografía geomorfológica en Colombia. Bogotá, Septiembre de 2011.

<sup>13</sup>Zinck, Alfred. Physiography and soils. Bogotá. 1988

morfodinámicos (especialmente erosivos) y agentes antrópicos (cambios de uso del suelo, entre otros).

- En la última etapa se realizó el ajuste y complementación de la caracterización geomorfológica, que consistió en la descripción del análisis del origen y geoformas de las diferentes unidades geomorfológicas (morfogénesis y morfología), el análisis del área en función de la morfometría del área de influencia geosférica (morfometría) y la descripción de los procesos morfodinámicos sobre la superficie del terreno (morfodinámica).

A continuación, se presenta una detallada descripción de las principales unidades morfogenéticas y morfográfica del área, así como las principales variables morfométricas (entre las que encontramos la rugosidad, intervalo de pendientes, contraste del relieve, longitud de la ladera, Patrón del drenaje y finalmente, los principales procesos morfodinámicos que caracterizan el área.

#### 3.2.2.2.1 *Morfogénesis y evaluación del paisaje*

Implica la definición del origen de las formas del terreno, es decir las causas y procesos que dieron inicio a las geoformas, en este sentido el origen de una geoforma depende de los procesos y agentes que actúan sobre la superficie terrestre en diferentes proporciones e intensidades y durante intervalos de tiempo geológico.

El área de influencia directa ( AID) e indirecta (AII) de Interconexión La Reforma – San Fernando 230 kV , es el resultado de procesos tanto morfoestructurales, denudativos y acumulativos que han dado como resultado una variedad de ambientes morfogenéticos, entre los que encontramos el de montaña, pasando por piedemonte hasta el de planicie fluvial en la zona de los Llanos Orientales; y tipos de relieves representado por filas y vigas (MPFfv1), crestas - crestones y espinazos (MPFfv2), filas – vigas –crestas y crestones (MPFv) y vallecitos (MPFva), terrazas de piedemonte (PMt), Abanicos antiguos (PMa), vallecitos coluviales (PMv), entre otras.

Estos tipos de relieve antes descritos se caracterizan por presentar pendientes desde a nivel (0-1%) hasta totalmente escarpados (>100%) y por estar afectados por movimientos en masa, procesos erosivos de diverso tipo y grado y por procesos principalmente de socavación lateral y en menor grado de fondo en las principales corrientes (río Guayuriba, Acacias y Orotoy).

De acuerdo con la jerarquización propuesta por el sistema de clasificación geomorfológica propuesta por Alfred Zink (1986), adaptado por la subdirección de Agrologica del Instituto Geográfico “Agustín Codazzi” (IGAC)<sup>14</sup> y a los dominios establecidos en la base de datos geográficos (GDB) de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), en la **Imagen 3.2-15** y en la **Tabla 3.2-11** se presenta cada una de las unidades geomorfológicas definidas para cada una de las áreas de influencia del proyecto, su nivel jerárquico y su respectiva correlación.

---

<sup>14</sup>Zinck, Alfred. Physiography and soils. Bogotá. 1988



Tabla 3.2-11 Sistema jerarquizado de la geomorfología en el área de influencia directa e indirecta del proyecto

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL TIPO DE RELIEVE Y PROCESOS GEOMORFOLÓGICOS ACTUALES	NOMENCLATURA ANTEA 2017
Estructural	Montañas Fluvio-gravitacionales	Filas - vigas	Relieve quebrado y escarpado, pendientes 25-75%, laderas medias y largas rectilíneas, con cimas estrechas y convexas. Afectados por deslizamientos localizados, patas de vaca y erosión laminar ligera	MFfv1
			Relieve escarpado, pendientes superiores al 25 %. Laderas largas y rectilíneas, cimas agudas y convexas. Afectados por escurrimiento difuso, deslizamientos y desprendimientos puntuales. Relieve quebrado y escarpado; pendientes mayores del 25%, laderas largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Las cimas son agudas y convexas. Afectados por deslizamientos localizados y erosión laminar ligera	MFfv2
	Montañas Plegadas	Crestas, crestones y espinazos	Relieve inclinado y escarpado, pendientes 25-75%, laderas asimétricas rectilíneas y largas, escarpes agudos. Afectados por escurrimiento difuso y erosión laminar ligera	MPcc
	Montañas Plegadas Fluvio-gravitacionales	Filas – vigas, crestas y crestones	Relieve inclinado y escarpado, pendientes 25-75%, laderas medias y largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Escarpes con pendientes mayores de 75%. Afectados por deslizamientos puntuales, escurrimiento difuso y erosión laminar ligera	MPFfv
Vallecitos Coluvio - aluviales		Geoforma de relieve inclinado y escarpado, pendientes 25-75%, laderas medias y largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Afectados en usos cabeceras por movimientos de carácter retrogresivo	MPva	
Estructural - Denudativo	Piedemonte Mixto	Terrazas	Relieve plano a ligeramente ondulado, pendientes 0-7%. Se presentan varios niveles de origen tectónico. Afectados por escurrimiento difuso generalizado	PMt
		Abanicos Antiguos	Relieve plano a inclinado, pendientes 1-7%. Microrrelieve ondulado. Pedregosidad superficial en el ápice, disección ligera a moderada. Escurrimiento difuso generalizado en los planos y concentrado en los drenajes naturales	PMaa
		Vallecitos de piedemonte	Relieve plano a ligeramente plano y verticales asociados a las margenes que entallan los cauces de la red del drenaje que desciende de las zonas morfológicamente más elevadas (asociadas al paisaje de montaña)	PMv
Fluvial	Planicie Aluvial	Terraza agradacional nivel 1	Relieve plano a ligeramente ondulado, pendientes 0-7%. Presencia de zurales en las zonas con microrrelieve plano-cóncavo. Afectados por encharcamientos	At1
		Terraza agradacional Nivel 2	Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Microrrelieve ondulado. Afectados por encharcamientos	At2
		Plano de inundación	Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%, microrrelieve cóncavo-convexo, surcado por cauces abandonados y lagunas. Inundables	Ai1
			Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Planicies de ríos trenzados, inundables	Ai2
	Vallecito Aluvial	Relieve plano a ligeramente plano, con presencia de procesos de socavación lateral y de fondo de grado incipiente a moderado	Av	
	Valle Aluvial	Plano de inundación	Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%, microrrelieve cóncavo - convexo. Planicies meandricas afectadas por inundaciones y encharcamientos	Vpi
Vallecitos coluvio - aluviales		Relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Microrrelieve plano-cóncavo con ligera inclinación hacia los taludes superiores. Afectados por inundaciones y encharcamientos	Vvca	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

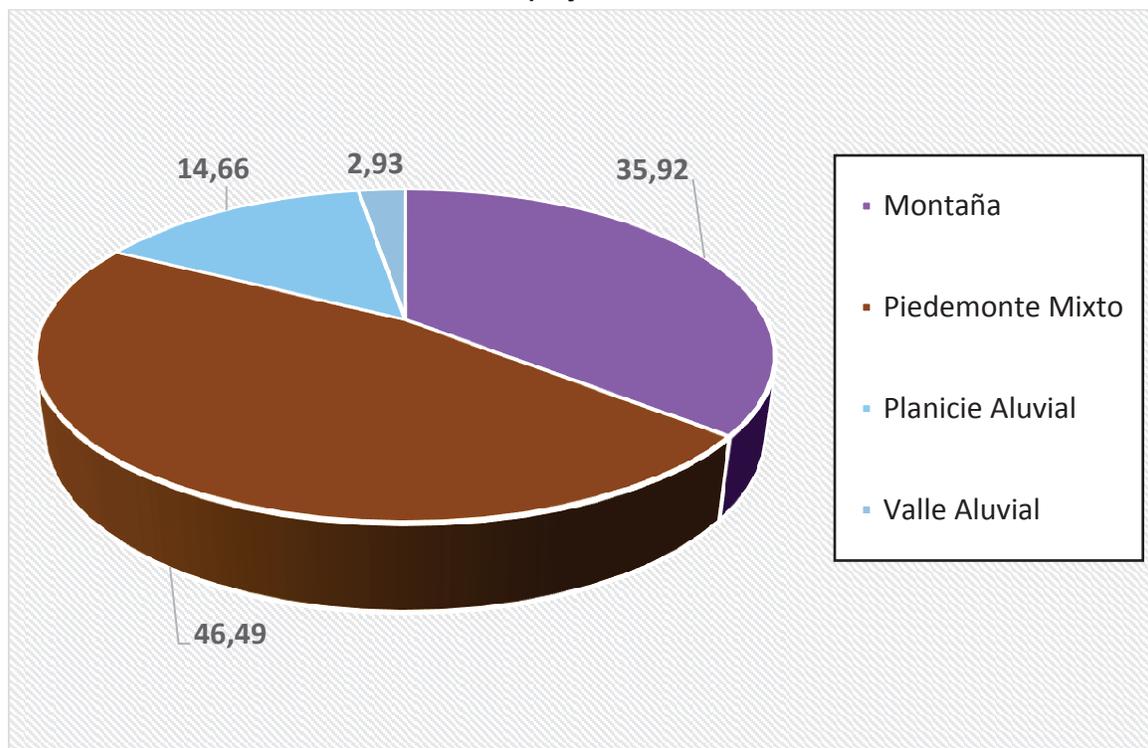
A partir de la jerarquización geomorfológica anteriormente expuesta se presentará a continuación una discriminación en área (Ha) y en % del área ocupada por las unidades de paisaje y tipo de relieve dentro del área de influencia indirecta (AII) y el área de influencia directa (AID). Es así como en la **Tabla 3.2-12 y Tabla 3.2-13** y en las **Imagen 3.2-16 y Imagen 3.2-17**, se presenta la proporción en área (Ha) y % de las unidades de paisaje existente dentro de las áreas antes mencionadas.

**Tabla 3.2-12 Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro de las AID y AII del proyecto.**

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	NOMENCLATURA ANTEA, 2017	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
			ha.	%	ha.	%
Estructural	Montaña	M	36,14	33,92	3563,32	35,92
Estructural - Denudativo	Piedemonte mixto	P	44,90	42,13	4612,38	46,49
Fluvial	Planicie Aluvial	A	22,23	20,86	1454,86	14,66
	Valle Aluvial	V	3,30	3,09	254,39	2,93
TOTAL			106,72	100	9920,93	100

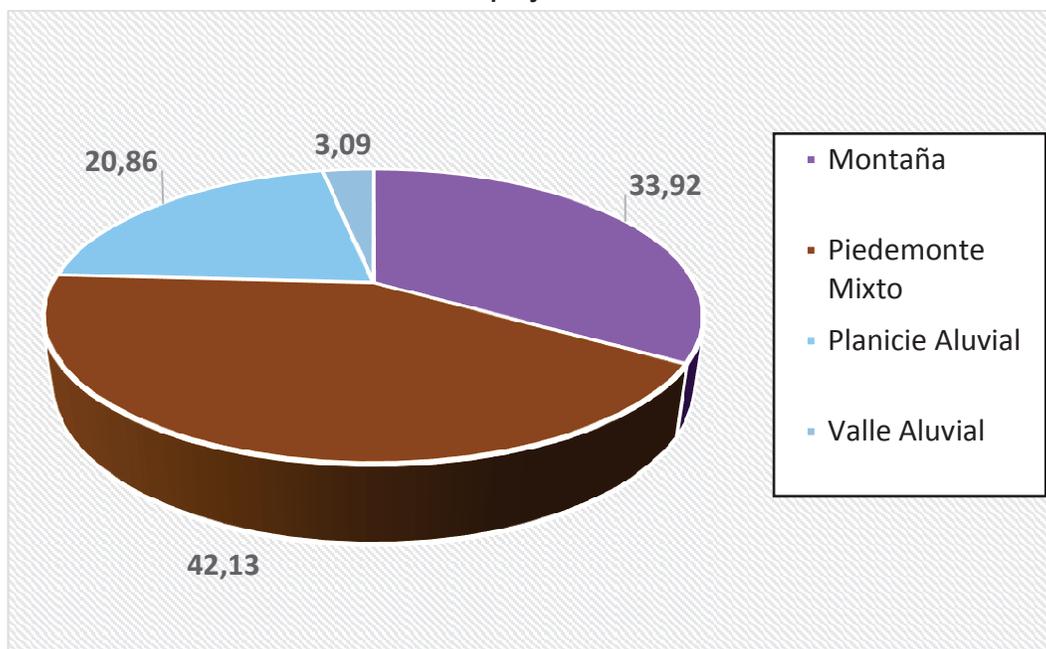
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 3.2-16 Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro del AII del proyecto.**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Imagen 3.2-17 Relación en área y en portentaje (%) de las unidades de paisaje dentro del AID del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Tabla 3.2-13 Relación en área y en portentaje (%) de los tipos de relieve dentro de las AID y All del proyecto

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	TIPO DE RELIEVE	SÍMBOLO GEOMORFOLOGÍA	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
			ha.	%	ha.	%
Estructural	Filas - vigas	MFfv1	0,00	0,00	244,24	2,46
		MFfv2	2,90	2,72	241,32	2,43
	Crestas, crestones y espinazos	MPcc	5,64	5,29	703,64	7,09
	Filas – vigas, crestas y crestones	MPFfv	27,41	25,72	2.305,05	23,23
	Vallecitos Coluvio - aluviales	MPva	0,19	0,18	69,08	0,70
Estructural - Denudativo	Terrazas	PMt	38,35	35,99	3.806,68	38,37
	Abanicos Antiguos	PMaa	5,68	5,33	678,34	6,84
	Vallecitos de piedemonte	PMv	0,87	0,81	127,36	1,28
Fluvial	Terraza agradacional nivel 1	At1	14,64	13,74	761,82	7,68
	Terraza agradacional Nivel 2	At2	2,12	1,99	218,83	2,21
	Plano de inundación	Ai1	1,30	1,22	154,20	1,55

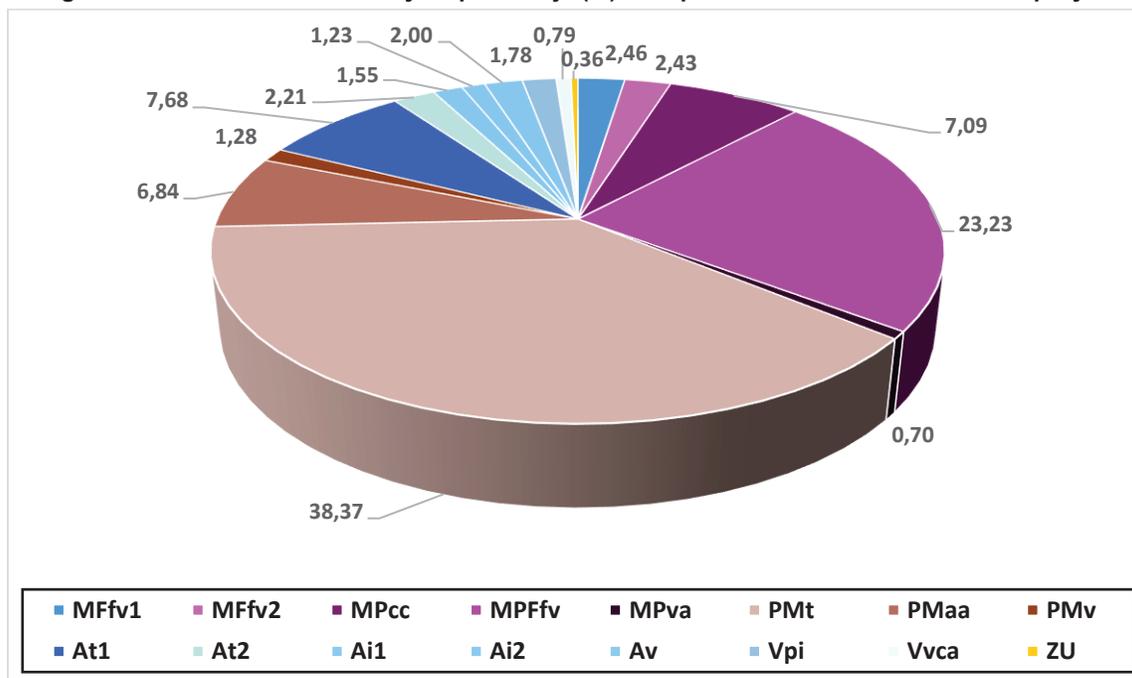
AMBIENTE MORFOGENÉTICO	TIPO DE RELIEVE	SÍMBOLO GEOMORFOLOGÍA	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
			ha.	%	ha.	%
		<b>Ai2</b>	1,63	1,53	121,95	1,23
Fluvial	Vallecito Aluvial	<b>Av</b>	2,53	2,37	198,05	2,00
	Plano de inundación	<b>Vpi</b>	2,31	2,17	176,22	1,78
	Vallecitos coluvio - aluviales	<b>Vvca</b>	0,99	0,93	78,17	0,79
Zonas Urbanas		<b>ZU</b>	0,00	0,00	0,00	0,36
<b>ÁREA TOTAL</b>			<b>106,72</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

Como se observa en la **Tabla 3.2-12**, el paisaje predominante en el área de influencia indirecta (AII) es el de piedemonte (P) con un 46,49%, seguido del paisaje de montaña (M) con un 35,92% y en una menor proporción el de valle aluvial (V) con un 2,93%. Igualmente, la principal unidad de paisaje que se observa en el área de influencia directa (AID) es el de piedemonte con un 42,13%, seguido del paisaje de montaña con un 33,92% y la menor representación es la unidad de valle con 3,09%.

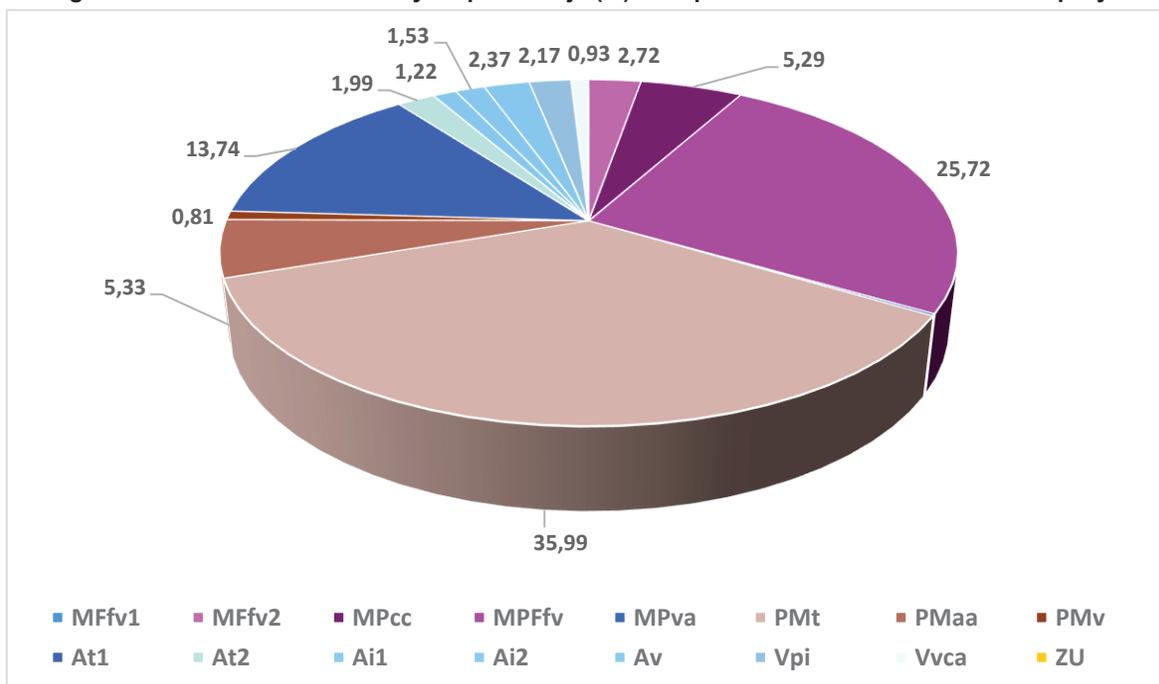
En las **Imagen 3.2-18** y **Imagen 3.2-19**, se presenta la proporción en área (ha) y en porcentaje (%) del tipo de relieve existente dentro del área de influencia indirecta (AII) y el área de influencia directa (AID).

**Imagen 3.2-18** Relación en área y en portentaje (%) del tipo de relieve dentro del AII del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

Imagen 3.2-19 Relación en área y en porcentaje (%) del tipo de relieve dentro del AID del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

Como se observa en la **Tabla 3.2-13**, el tipo de relieve que más predomina en el área de influencia indirecta es el de terraza (PMt) con un 38,37% (inmerso dentro del paisaje de piedemonte), seguido del tipo de relieve denominado filas, vigas, crestas y crestones (MPFfv) con un 23,23% (localizado dentro del paisaje estructural - denudativo) y en una menor se presentan los otros tipos de relieve (menores al 7%) Asimismo, el tipo de relieve que más prevalece en el área de influencia directa es el de terraza (PMT) con un 35,99%.

- **Unidades geomorfológicas**

- **Paisaje de montaña (M)**

Ocupa un sector del flanco oriental de la cordillera Oriental y es el resultado de la fuerte acción tectónica, que al disponer en distinta forma los estratos mediante el levantamiento, plegamiento y fallamiento, da origen a relieves estructural. Está conformado por diferentes tipos de relieve entre los que encontramos: Filas y Vigas (MFfv1 y MFfv2), crestas, crestones y espinazos (MPcc), filas, vigas, crestas y crestones (MPFfv) y vallecitos coluvio aluviales (MPva). La litología varía desde materiales gruesos como las Areniscas y lutitas hasta arcillolitas e inclusiones de esquistos. El relieve generalmente va desde fuertemente inclinado a totalmente escarpado, con pendientes mayores de 12%.

Dentro de la unidad de paisaje que se enmarca dentro del ambiente estructural encontramos: el paisaje de: Montaña fluviogravitacional, Plegada y Plegada – Fluviogravitacional, los cuales se hará una descripción detalla a continuación:

### Montaña Fluviogravitacional

Se caracteriza porque los materiales constituyentes están expuestos a los agentes atmosféricos que actualmente las están modelando. Está conformada por el relieve de laderas erosionales onduladas, caracterizado por ser inclinadas y escarpadas, con pendientes que varían entre el 12-50% y laderas medias y largas rectilíneas con pendientes entre el 25 y 75%, con cimas estrechas y convexas (**Tabla 3.2-14**).

Dentro de esta unidad de paisaje se encuentra el tipo de relieve denominado filas y vigas (MFfv1 y MFfv2).

**Tabla 3.2-14 Características del tipo de relieve denominado Filas y Vigas (MFfv1 y MFfv2)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Montaña Fluviogravitacional	- Filas y vigas (MFfv1 y MFfv2)	Predomina el ligeramente escarpada a ligeramente empinada (25-50)	Subdendritico a subangular	Moderada a presentar movimientos en masa, erosión y baja antes eventos de inundación



**Fotografía 3.2-21 Panorámica del tipo de relieve denominado filas y vigas caracterizado por presentar unas laderas erosionales onduladas. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá E: 1041122,00 y N: 953943,00.**

Fuente: Diagnóstico Ambiental de alternativas – Construcción y Operación de la Línea de transmisión a 230 kV La reforma – San Fernando.

### Montañas plegadas

Es un paisaje asociado a un sistema estructural plegado, afectado por fallamiento geológico cuya altura y forma es originada por la acción de fuerzas tectónicas sobre un conjunto de rocas sedimentarias de diferente composición, las cuales están siendo afectadas por procesos denudativos. Forma relieves de cimas y laderas estructurales de pendiente alta que presentan formas erosionales originadas por la disección de un drenaje en enrejado o subangular en rocas sedimentarias. Determina un relieve ligeramente escarpado o ligeramente empinado, con pendientes establecidas entre el 25-50%, con laderas asimétricas rectilíneas - largas y escarpes agudos (**Tabla 3.2-15**).

**Tabla 3.2-15 Características del tipo del tipo de relieve denominado crestas, crestones y espinazos (MPcc)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Montañas plegadas	- Crestas, crestones y espinazos (MPcc)	Predomina el ligeramente escarpada a ligeramente empinada (25-50)	Subdendritico a subangular	Moderada a presentar movimientos en masa, erosión y muy baja antes eventos de inundación



**Fotografía 3.2-22 Panorámica del tipo de relieve denominado crestas, crestones y espinazos, caracterizado por presentar unas laderas asimétricas rectilíneas y largas.**

Fuente: Diagnóstico Ambiental de alternativas – Construcción y Operación de la Línea de transmisión a 230 kV La reforma – San Fernando.

### Montañas plegadas fluvio – gravitacionales

Se caracteriza por presentar laderas con pendientes ligeramente escarpada o ligeramente empinadas (25 a 50%) que conforman "hondonadas" o depresiones del terreno por donde normalmente fluyen cuerpos de agua hacia las corrientes secundarias y principales del

sector. También se caracteriza por presentar laderas medias y largas, rectilíneas y ligeramente convexas (**Tabla 3.2-16**).

**Tabla 3.2-16 Características del tipo de tipo de relieve denominado Filas, vigas. Crestas y crestones (MPFfv) y Vallecitos coluvioaluviales (MPva)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Montañas plegadas fluviogravitacionales	- Filas, vigas. Crestas y crestones (MPFfv)	Predomina el ligeramente escarpada a ligeramente empinada (25-50)	Subdendritico a subangular	Moderada a presentar movimientos en masa, erosión y muy baja antes eventos de inundación
	- Vallecitos coluvioaluviales (MPva)			



**Fotografía 3.2-23 Panorámica del tipo de relieve denominado filas, vigas, crestas y crestones, caracterizado por presentar laderas medias y largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá E: 1030598,00 y N: 939504.**

Fuente: Diagnóstico Ambiental de alternativas – Construcción y Operación de la Línea de transmisión a 230 kV La reforma – San Fernando.

#### - Paisaje de piedemonte mixto (PM)

Este tipo de paisaje se localiza hacia la base de la Cordillera Oriental formando una franja alargada y estrecha a esta. Hoy por hoy este tipo de paisaje se encuentra basculado y fallado por la acción de movimientos tectónicos hasta el reciente (neotectónismo), rasgo morfoestructural que ha generado la presencia de un cierto número de niveles que le dan un aspecto escalonado al paisaje y que enmascaran la verdadera morfogénesis de los sedimentos constituyentes de los diferentes tipos de relieves.

Localmente, este tipo de paisaje se ubica hacia el costado norte del área de influencia y ocupa casi el 50% de esta. Presenta pendientes ligeramente planas (1 - 3%) a ligeramente

inclinadas (3 - 7%) y se caracteriza por presentar tres (3) tipos de relieves: Abanicos antiguos (PMaa), terrazas (PMt), y Vallecitos de Piedemonte (PMv).

Tipo de relieve: Abanicos Antiguos (PMaa)

El relieve de abanico corresponde a las zonas de desborde y depositación que han sido en algunos casos basculados, recortados y retrabajados por las diferentes corrientes que descienden de la cordillera (entre los que encontramos el río Guayuriba, Acacias y Orotoy o por la dinámica estructural propia de la zona (**Tabla 3.2-17**).

Morfométricamente se observa el predominio de un relieve ligeramente plano (1-3%) a ligeramente inclinado (3-7%), a lo largo y ancho del área de influencia. A nivel del patrón del drenaje presenta típicamente drenajes subparalelos y localmente drenajes meandricos (caño La Unión).

**Tabla 3.2-17 Características del tipo de tipo de relieve denominado abanico antiguo**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Piedemonte Mixto	- Abanico Aluvial (PMaa)	Predomina el relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado (3-7%)	Subparalelo y localmente meándrico	Moderada a presentar procesos erosivos y bajos ante eventos de inestabilidad e inundación.



**Fotografía 3.2-24** Se caracteriza por presentar un relieve a ligeramente plano a ligeramente inclinado, de igual forma, este tipo de relieve está afectado por erosión hídrica, de tipo laminar, de grado ligero a moderado. Coordenadas magna sirgas origen Bogotá E: 1038725,00 y N: 941402,00.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

Tipo de relieve: Terrazas (PMt)

Está constituida por laderas extremadamente largas, con un intervalo del relieve ligeramente plana (1-3%) a ligeramente inclinada (3-7%), disectada por una red del drenaje subparalela (caño La Vaina, La Esmeralda y San Francisco, entre otros) y por presentar baja susceptibilidad ante eventos de inundación y de inestabilidad (**Tabla 3.2-18**).

**Tabla 3.2-18 Características del tipo del tipo de relieve denominado terrazas**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Piedemonte Mixto	- Terrazas (PMt)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%) a ligeramente inclinado (3-7%)	Subparalelo	Moderada a presentar procesos erosivos y bajos ante eventos de inestabilidad e inundación.



**Fotografía 3.2-25** Se caracteriza por presentar un relieve a ligeramente plano a ligeramente inclinado, cubierto por pastos y vegetación protectora hacia el borde la red del drenaje. Coordenadas magna sirgas origen Bogotá E: 1039034,00 y N: 930895,00.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

Tipo de relieve: Vallecitos de Piedemonte (PMv)

Geoforma asociada a la red del drenaje subparalela que disecta las terrazas antiguas, se caracteriza por presentar un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, de baja susceptibilidad ante procesos erosivos y moderada ante eventos de inundación e inestabilidad (**Tabla 3.2-19**).

**Tabla 3.2-19 Características del tipo del tipo de relieve denominado vallecitos de piedemonte**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Piedemonte Mixto	- Vallecitos de piedemonte (PMv)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%) a ligeramente inclinado (3-7%)	Subparalelo	Baja susceptibilidad a presentar procesos erosivos y moderada susceptibilidad a presentar eventos de inestabilidad e inundación.
 <p><b>Fotografía 3.2-26</b> Tipo de relieve asociado con la red del drenaje menor que disecta las terrazas antiguas, se caracteriza por presentar un relieve a ligeramente plano a ligeramente inclinado. Coordenadas magna sirgas origen Bogotá E: 1040855,00 y N: 931697,00.</p>				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

**- Paisaje: Planicie Fluvial**

El paisaje de planicie aluvial se localiza a lo largo y ancho de las principales corrientes que disectan el área de influencia, entre los que encontramos el río Guayabero, el río Acacias y el río Orotoy. Los cuales, al salir de la cordillera, son de régimen anastomosado y/o trenzado y a medida que se aleja de está pueden su energía y por ende la capacidad de carga, los cauces se amplían y la profundidad del canal disminuye, causando eventos de desbordamiento, inundación y por lo general cambios de curso.

Como se mencionó, a medida que las corrientes se alejan de la cordillera, estas cambian su régimen (indicador del control que ejerce la pendiente del terreno).

A través del tiempo y por cambios del nivel base de erosión regional, las corrientes se inician en sus propios sedimentos dando lugar a la formación de diferentes niveles de terrazas, los cuales son más altos a medida que se alejan del cauce principal de los ríos. Es así, como han surgido tres tipos de relieve: las terrazas agradacionales, el plano de inundación y los vallecitos aluviales.

Tipo de relieve: Terraza Agradacionales Nivel 1 y 2 (At1 y At2)

De acuerdo con el intervalo de pendientes corresponden a geformas de relieve plano (menor al 3%) localizadas a lado y lado de los principales de la región, entre los que se destaca el río Guayabero, el río Acacias y el río Orotoy, entre otros. La diferencia de niveles está asociada con eventos tectónicos o de acumulaciones más recientes, en las cuales se puede encontrar paleocauces (**Tabla 3.2-20**).

Estos tipos de relieve tienen baja susceptibilidad a presentar eventos de inundación, pero sí de ser afectado por escurrimiento difuso y concentrado, proceso asociado a la práctica de actividades agrícolas.

**Tabla 3.2-20 Características del tipo de relieve denominado Terrazas agradacionales**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Planicie fluvial	- Terrazas agradacionales nivel 1 y 2 (At1 y At2)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%)	Subparalelo	Baja a moderada susceptibilidad a eventos de inestabilidad e inundación.
				
<p><b>Fotografía 3.2-27</b> Se caracteriza por presentar un relieve a ligeramente plano (menor al 3%), con baja susceptibilidad a presentar eventos de inundación e inestabilidad.  <b>Coordenadas magna sirgas origen Bogotá</b>  <b>E: 1043813,40 y N: 922231,00.</b></p>				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

Tipo de relieve: Plano de inundación (Ai1 y Ai2)

Son formas de acumulación subactuales que constituyen franjas alargadas y paralelas al cauce de los ríos Guayabero, Acacias y Orotoy, caracterizados por presentar un relieve plano a ligeramente plano (menor al 3%), susceptibles a presentar eventos de inundación y encharcamiento en época de altas precipitaciones. Entre las principales formas del

terreno de lecho menor se encuentran las vegas, orillares, y de lecho mayor como terrazas bajas (**Tabla 3.2-21**).

**Tabla 3.2-21 Características del tipo del tipo de relieve denominado Plano de inundación**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Planicie fluvial	- Plano de inundación (Ai1 y Ai2)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%)	Subparalelo	Alta a moderada susceptibilidad a eventos de inundación.



**Fotografía 3.2-28** Se caracteriza por presentar un relieve a nivel a ligeramente inclinado (menor al 7%), susceptible a presentar eventos de inundación periódicos. coordenadas magna sirgas origen Bogotá E: 1038268,59 Y N: 938962,00.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

*Tipo de relieve: Vallecitos Aluviales (Av)*

Corresponde a las zonas de influencia del río Guayuriba caracterizado por ser una corriente de alta energía, canal inestable y gran capacidad de carga, susceptible a presentar eventos de inundación periódicos y procesos de socavación lateral (

Tabla 3.2-22).

Presenta localmente, pendientes transversales a nivel a ligeramente plana, pero longitudinalmente presenta una gradiente más elevada.

**Tabla 3.2-22 Características Geomorfológicas de los Vallecitos de la Planicie Aluvial (Av)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Planicie fluvial	- Plano de inundación (Ai1 y Ai2)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%)	Subparalelo	Muy alta susceptibilidad a eventos de inundación y alta antes eventos de inestabilidad (socavación lateral)
				
<p><b>Fotografía 3.2-29</b> Panorámica sobre la margen izquierda del río Guayuriba, caracterizado por presentar un relieve a nivel a ligeramente plano (menor al 3%), susceptible a presentar eventos de inundación periódicos y procesos de socavación lateral y de fondo. Coordenadas magna sirgas origen Bogotá E: 1039124,00 y N: 937977,00</p>				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

**- Paisaje: Valle (V)**

Corresponde a un paisaje constituido por superficies fluvio – deposicionales y en marcado entre paisajes morfológicamente más elevados, que forman franjas alargadas, angostas con dirección preferencial NE-SW, asociadas a los cauces de los drenajes tales como: el río Acacias y el río Orotoy. En este tipo de paisaje se diferencian dos tipos de relieve, a saber: el denominado plano de inundación activo (VPi) y los vallecitos coluvio aluviales, los cuales se explicarán en detalle más adelante.

*Tipo de relieve: Plano de inundación Activo (Vpi)*

Se encuentra localizado a lado y lado de los ríos Acacias y Orotoy, en donde se presenta un proceso dominante de acumulación que da lugar a la formación de planadas de microrelieve cóncavo y convexo. De acuerdo con el intervalo de pendientes se presenta un relieve plano (0-1%) a ligeramente inclinado con pendientes menores al 7%, susceptibles a presentar eventos de inundación y encharcamiento. Entre las formas del terreno comunes se encuentran los orillares, barras, y vegas, entre otras (**Tabla 3.2-23**).

**Tabla 3.2-23 Características Geomorfológicas del Plano de Inundación Activo (Vpi)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Planicie fluvial	- Plano de inundación activo - Nivel 0 (Vpi)	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%)	Subparalelo	Moderada susceptibilidad a eventos de inundación.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

***Tipo de relieve: Vallecitos Coluvio Aluviales (Vvca)***

Corresponde a una geoforma de acumulación con aporte aluvial longitudinal de los caños y coluvio lateral proveniente de las márgenes que los separan de los paisajes que los circundan (**Tabla 3.2-24**).

**Tabla 3.2-24 Características Geomorfológicas de los Vallecitos coluvio aluviales (Vvca)**

PAISAJE	TIPO DE RELIEVE	INTERVALO DE PENDIENTE	PATRÓN DEL DRENAJE	SUSCEPTIBILIDAD
Planicie fluvial	- Vallecitos coluvio aluviales	Predomina el relieve ligeramente plano (1-3%)	Subparalelo	Muy alta susceptibilidad a eventos de inundación.



**Fotografía 3.2-30** Se caracteriza por presentar un relieve a nivel a ligeramente inclinado (menor al 7%), susceptible a presentar eventos de inundación periódicos y socavación lateral y de fondo de grado moderado. Coordenadas magna sirgas origen Bogotá  
E: 1044129,30 y N: 922271,00

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016-

Presenta un relieve plano a ligeramente plano (con pendientes menores al 3%) y un microrelieve plano – cóncavo hacia el fondo y cuasivertical en sus márgenes. Forman fajas angostas y alargadas con dirección preferencial NW-SW que corren paralelas al cauce dos principales drenajes que disectan la región.

Entre las principales características morfo dinámicas se encuentra una alta susceptibilidad a presentar eventos de inundación - encharcamiento y la generación de movimientos en masa a partir de la socavación lateral y de fondo de grado moderado, que incluso ha provocado la generación hacia la base de los escarpes de pendientes negativas.

### 3.2.2.2.2 Morfología

Para la caracterización morfométrica de las diferentes tipas de relieve presentes en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AI) del Proyecto de Interconexión La Reforma – San Fernando 230 kV, se utiliza fundamentalmente los contrastes morfométricos y morfológicos que relacionan la litología existente, la correspondiente topografía del terreno y los procesos dinámicos activos. Entre los criterios morfométricos de los componentes del terreno encontramos: rugosidad del terreno, intervalo de pendiente, contraste del terreno o índice relativo, longitud y forma de la ladera, densidad – frecuencia y textura del drenaje y el patrón del drenaje (**Tabla 3.2-25**).

**Tabla 3.2-25 Caracterización morfométrica de los tipos de relieve identificados en el área de influencia del proyecto**

TIPO DE RELIEVE	NOMENCLATURA, ANTEA 2016	RUGOSIDAD	INTERVALO DE PENDIENTE	CONTRASTE DEL RELIEVE	LONGITUD DE LA LADERA	PATRÓN DEL DRENAJE
Filas y vigas	MFfv1	Heterogénea	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%)	Bajo a moderado	Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
	MFfv2	Heterogénea	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%)	Bajo a moderado	Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
Crestas, crestones y espinzaso	MPcc	Heterogénea	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%)	Bajo a moderado	Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
Filas, vigas, crestas y crestrones	MPFfv	Heterogénea	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%)	Bajo a moderado	Larga Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
Vallecitos	MPva	Heterogénea	Ligeramente escarpada (25-50%)	Bajo a moderado	Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
Terrazas	PMt	Homogénea	Ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente Larga	Subparalelo
Abanicos antiguos	PMaa	Homogénea	Ligeramente plana (1-3%)	Muy bajo	Extremadamente Larga	Subparalelo
Vallecitos coluvio aluviales	PMV	Homogénea	Ligeramente plana (1-3%) a Ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente Larga	Subdendritico a subangular
Terraza agradacional, nivel 1	At1	Homogénea	A nivel a Ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Terrazas agradacional, nivel 2	At2	Homogénea	A nivel (0-1%) a ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Plano de inundación	Ai1	Homogénea	Ligeramente plana (1-3%) a ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
	Ai2	Homogénea	A nivel (0-1%) a ligeramente plana (1-3%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Vallecito	Av	Homogénea	A nivel (0-1%) a ligeramente plana (1-3%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Trenzado y/o anastomosados
Plano de inundación activo, nivel 0	Vpi	Homogénea	Plana a Ligeramente plana (1-3%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo
Vallecitos coluvio aluviales	Vvca	Homogénea	A nivel (0-1%) a Ligeramente inclinada (3-7%)	Muy bajo	Extremadamente larga	Subparalelo

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

A continuación, se realizará una detallada descripción de cada una de las variables morfo gráficas antes mencionadas.

#### - **Rugosidad del terreno**

El índice de rugosidad del terreno, fue elaborado con base al modelo digital de elevación llamado DEM STRM 90, el cual es un formato raster que tiene como atributo la altura del terreno sobre el nivel del mar expresadas en metros. Este valor está dado para cada pixel de tamaño (30 cm), sobre este raster 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.

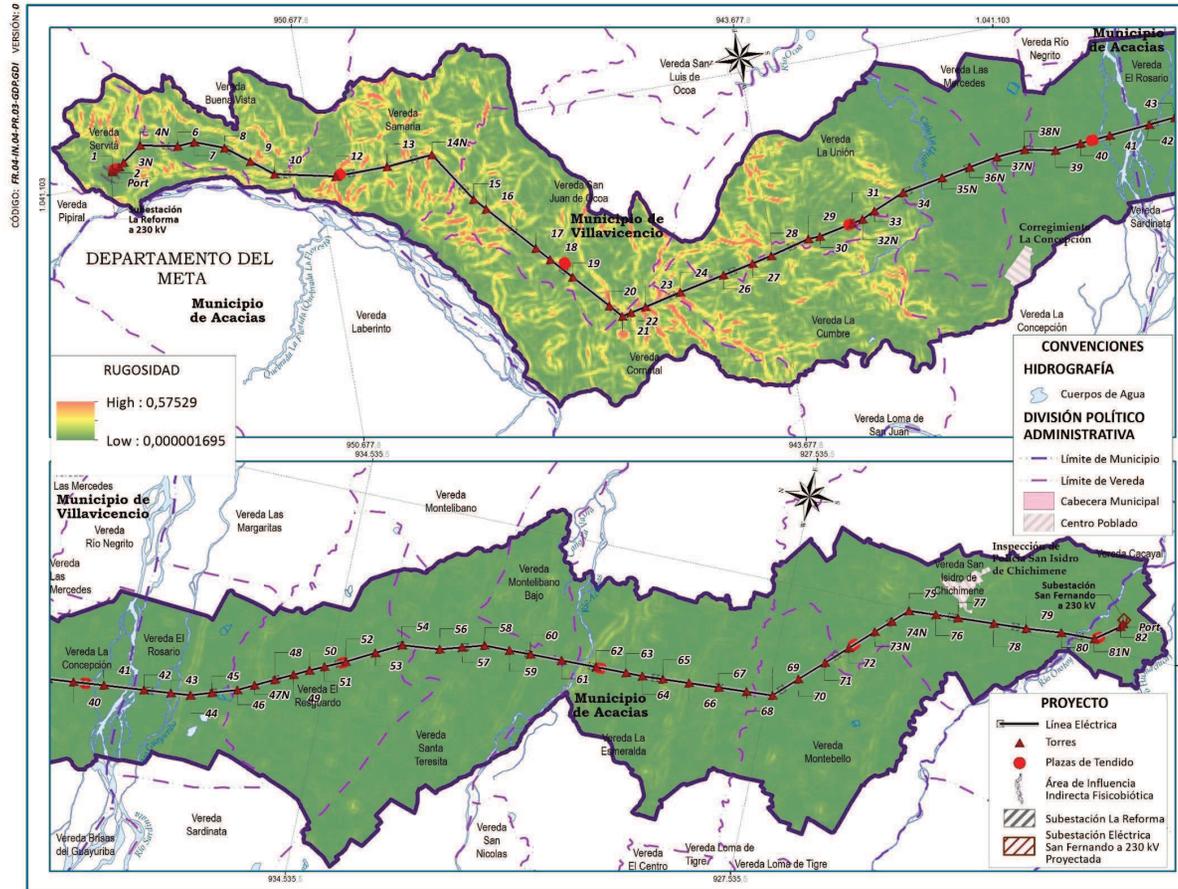
El análisis vectorial se usa para calcular la dispersión de los vectores normales (ortogonal) a celdas de la cuadrícula dentro de la zona especificada. Este método captura efectivamente la variabilidad en pendiente y orientación en una sola medida. Los valores de rugosidad en el raster de salida pueden 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 directa (AID) e indirecta (AII) se presenta un intervalo representativo que oscila alrededor de 0 y 0,575, que indican en conjunto una heterogeneidad del terreno (mayor a 0,4), pero que sin embargo analizada por sectores no se puede analizar de igual forma, es por eso que:

- Los valores cercanos a cero (0) están localizados geomorfológicamente en el área que presenta un ambiente morfogenético estructural - denudativo y fluvial, representan una morfología homogénea y con un relieve principalmente a nivel (0-1%) a moderadamente inclinado (1-12%), excepto los escarpes o márgenes de las corrientes principales de los ríos Guayuriba, Acacias y Orotoy donde se presentan pendientes cuasi verticales no cartografiadas dentro del área de influencia por la escala de trabajo.
- Para los valores mayores a 0,4, estos están asociados con un ambiente geomorfológico estructural y aun paisaje de montaña (M), en donde se presenta una heterogeneidad del relieve representado por importantes tipos de relieve, tales como: filas y vigas, crestas y crestones y vallecitos coluvio aluviales, estos últimos de morfología deprimida. Los principales intervalos de pendiente que se presentan en este sector oscilan entre fuertemente inclinada (12-25%) a totalmente escarpadas (>100%).

En la **Imagen 3.2-20** se presenta el mapa de rugosidad del terreno, en el cual se representa en colores verdes los valores donde el terreno es homogéneo en color verde y donde el terreno es heterogéneo en color que varía entre amarillo y rojo.

Imagen 3.2-20 Rugosidad del Terreno en el Área de Influencia directa (AID) e Indirecta (AI) del proyecto



Rugosidad.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

- **Intervalo de Pendientes o inclinación de la ladera**

El grado de inclinación del terreno es un factor que limita el desarrollo de actividades sobre el suelo y es además un insumo para la determinación de susceptibilidad a erosión e inundaciones. Morfométricamente en el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) se presentan intervalos desde a nivel (0-1%) hasta totalmente escarpada (>100%), tal y como se muestra en la **Tabla 3.2-26** y en la **Imagen 3.2-21**.

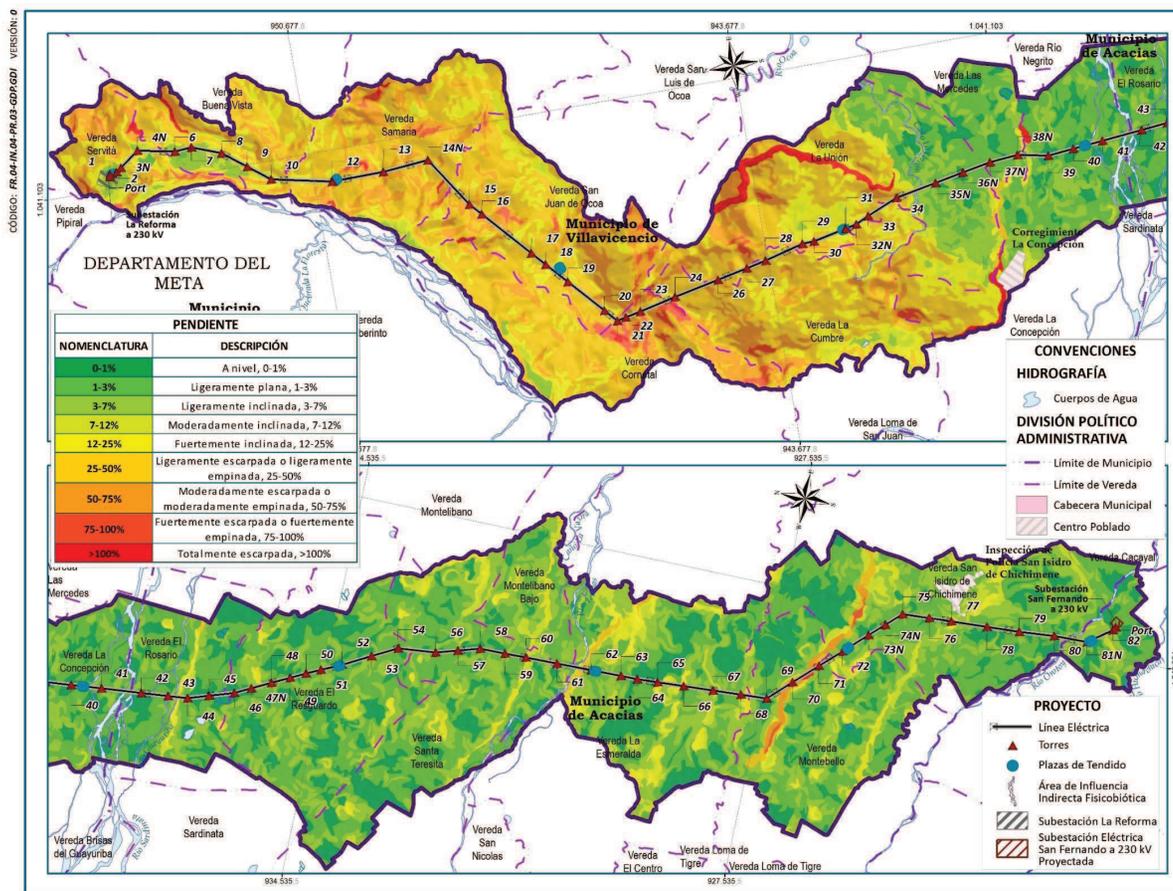
**Tabla 3.2-26** Intervalos de pendientes obtenidas para el área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto

PENDIENTE					
NOMENCLATURA	DESCRIPCIÓN	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
		ha.	%	ha.	%
<b>0-1%</b>	A nivel, 0-1%	14,37	13,48	1.135,77	11,45
<b>1-3%</b>	Ligeramente plana, 1-3%	29,43	27,61	2.588,91	26,10
<b>3-7%</b>	Ligeramente inclinada, 3-7%	14,19	13,31	1.731,94	17,46
<b>7-12%</b>	Moderadamente inclinada, 7-12%	2,63	2,47	380,11	3,83
<b>12-25%</b>	Fuertemente inclinada, 12-25%	13,02	12,21	1.073,27	10,82
<b>25-50%</b>	Ligeramente escarpada o ligeramente empinada, 25-50%	24,14	22,66	2.070,88	20,87
<b>50-75%</b>	Moderadamente escarpada o moderadamente empinada, 50-75%	7,95	7,46	753,62	7,60
<b>75-100%</b>	Fuertemente escarpada o fuertemente empinada, 75-100%	0,62	0,58	103,18	1,04
<b>&gt;100%</b>	Totalmente escarpada, >100%	0,23	0,22	83,26	0,84
<b>ÁREA TOTAL</b>		<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

Como se observa en la **Tabla 3.2-26**, los rangos de pendiente que más prevalecen en el área de influencia directa (AID) son: ligeramente plana (entre 1-3%) con un 27,61% de presencia en el área, seguido por el intervalo ligeramente escarpada o ligeramente empinada (entre 25-50%) con un 22,66%, posteriormente se observa el ligeramente inclinada (entre 3-7%) con un 13,31% y finalmente, a nivel (entre 0-1%) con un 13,48%, los demás valores de pendiente presentan valores menores al 7%. Asimismo, el rango de pendiente que más prevalece en el área de influencia indirecta (AII) es la ligeramente plana (1-3%) con un 26,10%, seguido de la ligeramente escarpada o ligeramente empinada (25-50%) con un 20,87%, seguido de la ligeramente inclinada (1-3%) con un 17,46% de aparición.

Imagen 3.2-21 Intervalo de pendiente del Terreno en el Área de influencia directa (AID) e indirecta (AII) del proyecto

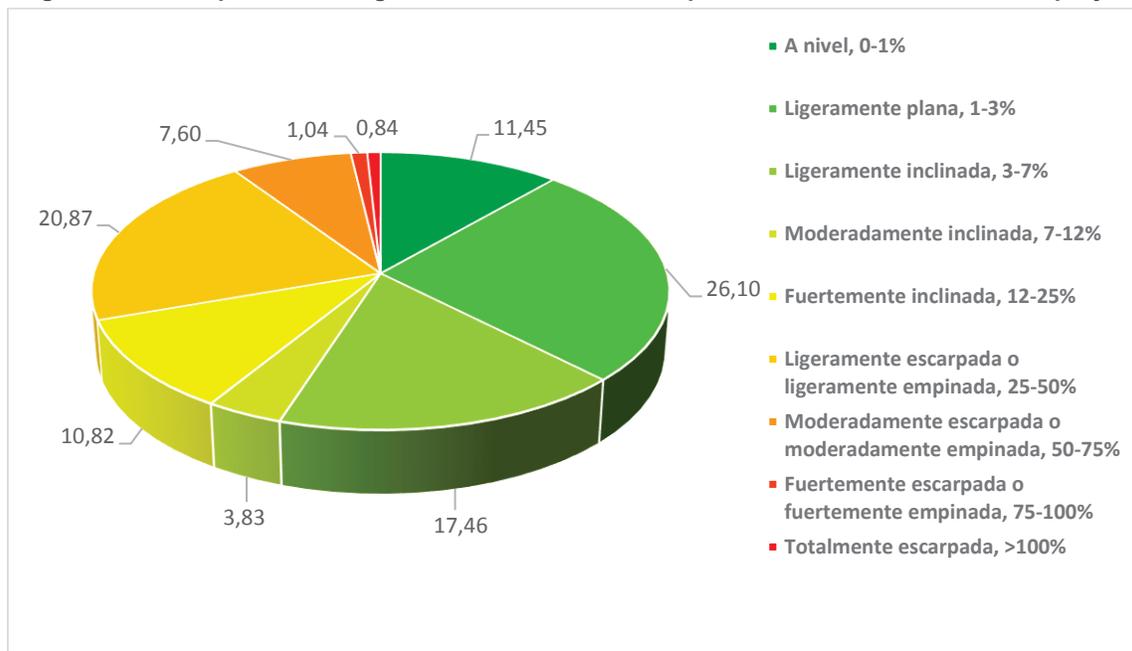


Pendiente.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

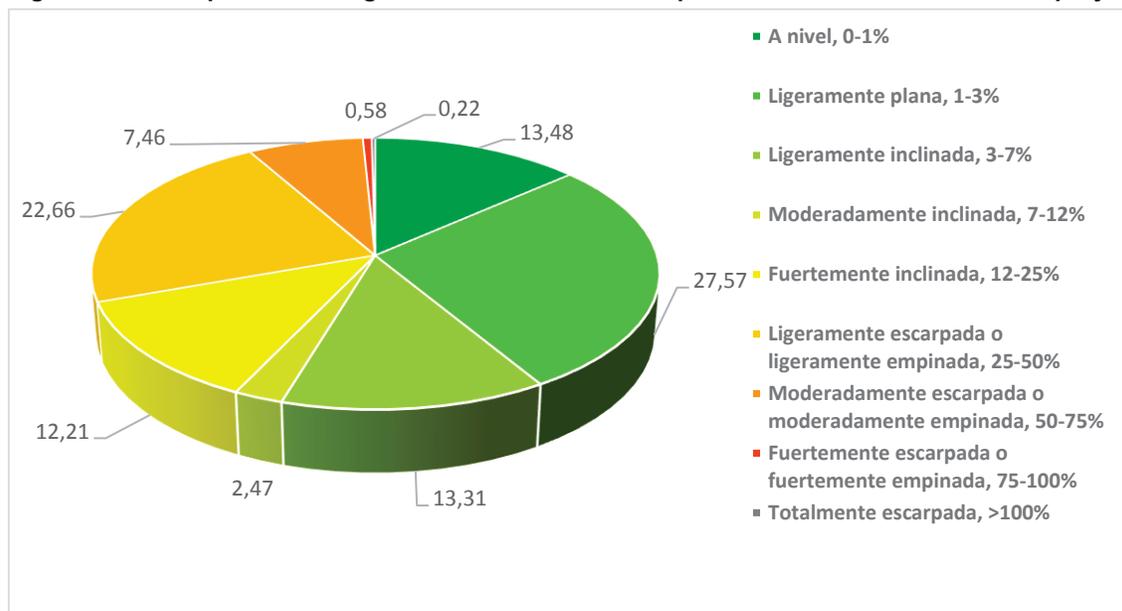
En la **Imagen 3.2-22** y **Imagen 3.2-23**, se presentan la representación gráfica de los intervalos de pendiente en función del AII y AID.

**Imagen 3.2-22 Representación gráfica de los intervalos de pendiente en función del AII del proyecto**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

**Imagen 3.2-23 Representación gráfica de los intervalos de pendiente en función del AID del proyecto**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

A continuación, se hará un análisis del intervalo de pendiente en función del paisaje y del tipo de relieve para el área de influencia indirecta (AII) y el área de influencia directa (AID), esto con el fin de enriquecer el conocimiento de la pendiente en relación con cada geoforma expresada en el terreno.

- **Análisis para las unidades de paisaje vs el intervalo de pendiente**

En la **Tabla 3.2-27** y en la **Tabla 3.2-28**, se presenta un análisis más detallado de la relación del intervalo de pendiente en % Vs las unidades de paisaje para el área de influencia indirecta (AII), encontrando lo siguiente:

**Tabla 3.2-27 Intervalos de pendientes vs paisaje en función del porcentaje (%) obtenidos para el área de influencia indirecta (AID) del proyecto**

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	NOMENCLATURA, ANTEA 2017	0-1%	1-3%	3-7%	7-12%	12-25%	25-50%	50-75%	75-100%	>100%
Estructural	Montaña	M		0,01	0,15	0,42	6,88	19,72	7,09	0,91	0,73
Estructural - Denudativo	Piedemonte Mixto	P	8,96	18,45	13,28	2,59	2,62	0,58	0,25	0,07	0,07
Fluvial	Planicie Aluvial	A	2,14	6,54	3,18	0,67	1,21	0,57	0,26	0,06	0,03
	Valle Aluvial	V	0,35	1,10	0,85	0,16	0,11	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>			<b>11,45</b>	<b>26,10</b>	<b>17,46</b>	<b>3,83</b>	<b>10,82</b>	<b>20,87</b>	<b>7,60</b>	<b>1,04</b>	<b>0,84</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

**Tabla 3.2-28 Intervalos de pendientes vs paisaje en función del porcentaje (%) obtenidos para el área de influencia indirecta (AII) del proyecto**

AMBIENTE MORFOGENÉTICO	PAISAJE	NOMENCLATURA, ANTEA 2017	0-1%	1-3%	3-7%	7-12%	12-25%	25-50%	50-75%	75-100%	>100%
Estructural	Montaña	M				0,09	5,94	20,74	5,83	0,59	0,08
Estructural - Denudativo	Piedemonte Mixto	P	9,44	19,43	8,61	1,03	1,92	0,42	1,62		0,13
Fluvial	Planicie Aluvial	A	3,47	7,04	4,03	1,22	4,23	1,01			
	Valle Aluvial	V	0,63	1,02	1,31	0,05	0,13				
<b>TOTAL</b>			<b>13,54</b>	<b>27,49</b>	<b>13,95</b>	<b>2,39</b>	<b>12,23</b>	<b>22,17</b>	<b>7,45</b>	<b>0,59</b>	<b>0,21</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

De acuerdo con las tablas de datos antes indicadas, se identifica que en el área de influencia indirecta (AII) en el paisaje de montaña (M) el intervalo de pendiente que predomina es el ligeramente escarpada o ligeramente empinado (25-50%) con un 19,72%. En el paisaje de Piedemonte (P) el tipo de relieve que predomina es el ligeramente plana (1-3%) con un 18,45% y ligeramente inclinada (3-7%), con el 13,28% y a nivel (0-1%) con un 8,96%. En el paisaje de Planicie Aluvial (P) el tipo de relieve que predomina es el denominado ligeramente plana (1-3%) con un 6,54%. Finalmente, en el paisaje de valle (V) el relieve que predomina es el a nivel (0-15) a moderadamente inclinado (7-12%).

De acuerdo con las tablas de datos antes indicadas, se identifica que en el área de influencia indirecta (AID) en el paisaje de montaña (M) el intervalo de pendiente que predomina es el ligeramente escarpada o ligeramente empinado (25-50%) con un 20,74%. En el paisaje de Piedemonte (P) el tipo de relieve que predomina es el ligeramente plana (1-3%) con un 19,43. En el paisaje de Planicie Aluvial (P) el tipo de relieve que predomina es el denominado ligeramente plana (1-3%) con un 7,04 %. Finalmente, en el paisaje de valle (V) el relieve que predomina es el a nivel a moderadamente inclinado.

#### - Contraste del relieve o relieve relativo

Para obtener el índice relativo se realizaron perfiles topográficos utilizando un modelo digital de terreno en función del m.s.n.m. (mapa de altitudes). Este índice presenta la diferencia de altitud de la geoforma, independientemente de su altura absoluta o nivel del mar. Ella se mide por la diferencia de alturas entre la parte más baja y alta. Para su aplicación se definieron las categorías desde muy bajo hasta extremadamente alto (**Tabla 3.2-29** y **Imagen 3.2-24**), tomado del ITC – Van Zuidam (1986). Este atributo da una idea general de los materiales constitutivos de la geoforma, a la vez indicador de la energía potencial de un sistema de drenaje.

**Tabla 3.2-29 Intervalos de contraste del relieve o relieve relativo dentro del área de influencia directa (AID) e indirecta (All) del proyecto**

INTERVALO DE ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN DEL RELIEVE	RESISTENCIA RELATIVA DEL MATERIAL
<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 t 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

Como se muestra en la **Imagen 3.2-24**, la mayor parte del área de influencia directa (AID) e indirecta (All) presenta varios intervalos de altura, entre los que encontramos:

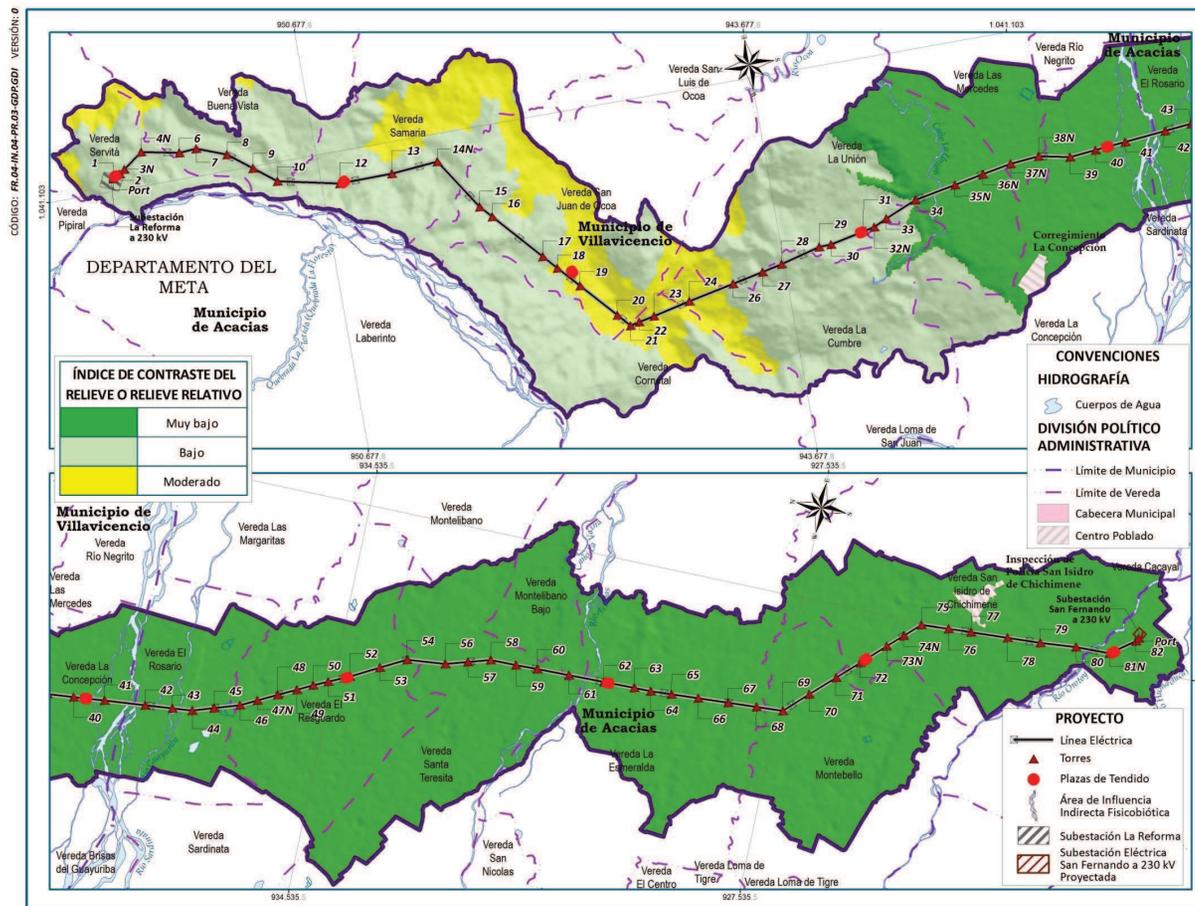
Los intervalos de altura menores a <50 metros encontrados en el tipo de paisaje denominado de piedemonte, planicie y valle, indican que el área de influencia directa e indirecta presenta un **relieve muy bajo**, asociado con materiales muy blandos y erosionables (representados en la figura con el color verde).

Los intervalos de alturas menores a 250 metros encontrados en el paisaje de montaña, indican que el área de influencia presenta un **relieve bajo**, asociada con materiales relativamente blandos (lodolitas, arcillolitas y arenas deleznable) y erosionables (representados con el color verde claro).

Los intervalos de pendiente menores a 250 metros indican que el área de influencia presenta un **relieve moderado** caracterizado por la presencia de materiales más

resistentes (areniscas) y de alta susceptibilidad a la erosión (representados por el color amarillo).

Imagen 3.2-24 Relieve relativo para el área de Influencia directa (AID) e indirecta (AII) del Proyecto



ContrRelieve.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

## - Longitud de ladera

La longitud de la ladera es un posible indicador de la homogeneidad del material constitutivo de las geoformas 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 (**Tabla 3.2-30** y **Imagen 3.2-25**).

**Tabla 3.2-30** Índices de longitud de las laderas dentro del área de influencia directa (AID) e indirecta (AI) del proyecto

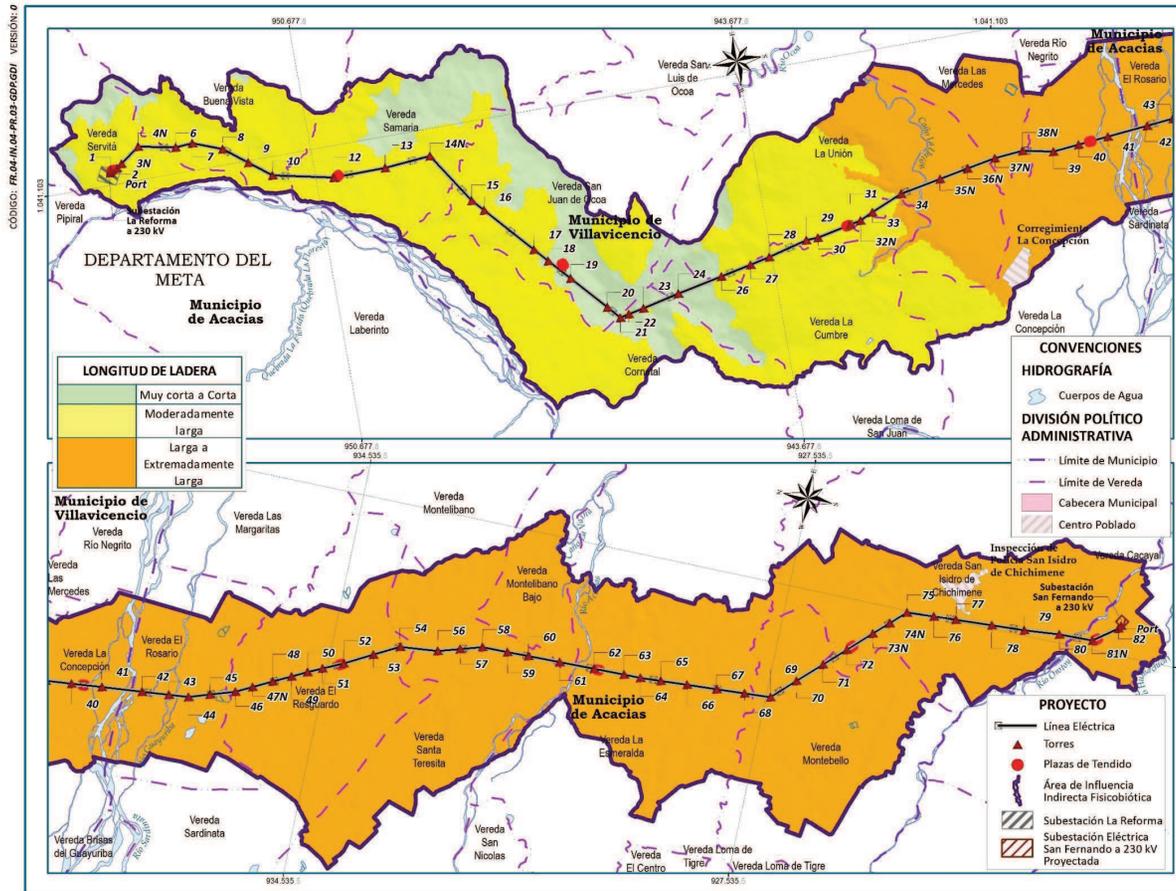
INTERVALO DE ALTURA (m)	DESCRIPCIÓN
<50	Muy corta
0 – 250	Corta
250 – 500	Moderadamente larga
500-1000	Larga
>2500	Extremadamente larga

Fuente: Propuesta Metodológica para el Desarrollo de la Cartografía Geomorfológica para la Zonificación Geomecánica, Volumen I, INGEO MINAS, Bogotá, D.C., diciembre de 2012

Como se observa a continuación en la **Imagen 3.2-25**, la longitud de la ladera que se presenta en el área donde predomina el paisaje de piedemonte, planicie y de valle es extremadamente larga (color naranja) y representa el 64,86% de las misma, reflejo de los bajos intervalos de pendientes que se presenta en la misma (entre 0-12%).

Así mismo, en el área caracteriza por presentar un paisaje montañoso predomina una longitud de ladera muy corta (color gris) con un 10,84%, y se encuentra asociada con las rocas más resistentes en el área. La longitud de ladera moderadamente larga (color amarillo) se encuentra asociada con las rocas más blandas (lodolitas, arcillolitas, arenas deleznales) y representa el 24,80%.

Imagen 3.2-25 Longitud de laderas para el área de Influencia directa (AID) e Indirecta (AI) del proyecto



LongLadera.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

### - Densidad de drenaje

La densidad del drenaje se define como la relación entre la longitud de los segmentos del canal (acumulada para todos los órdenes de una cuenca) y el área de la cuenca drenada. Esta marca el grado de disección de la misma sobre un terreno. Se puede determinar mediante ecuación:

$$Dd = Ld / A$$

Donde:

Dd: Densidad de drenaje.

Ld: Longitud de la línea de drenaje.

A: Unidad de Área.

En la **Tabla 3.2-31** se muestran los diferentes rangos de densidad y los índices cualitativos correspondientes.

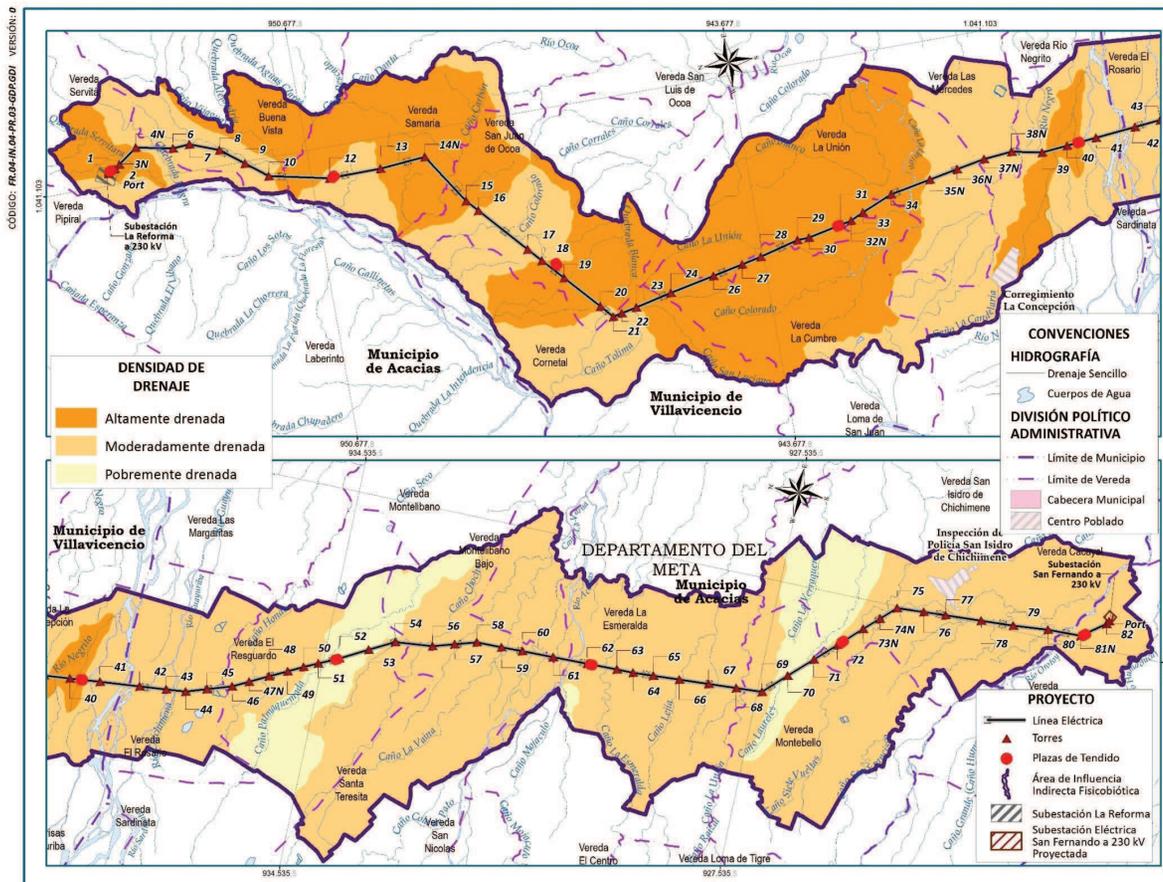
**Tabla 3.2-31 Rangos de clasificación densidad de drenaje**

VALOR DENSIDAD DEL DRENAJE	CLASIFICACIÓN DEL DRENAJE
Altamente drenada	>3 0
Moderadamente drenada	0,7 – 2,9
Pobremente drenada	<0,6

Fuente: Hidrología en la Ingeniería. Monsalve. 1995.

De acuerdo con la **Imagen 3.2-26** observa que en el área de influencia directa prevalece una alta densidad de la red del drenaje (78,60%), excepto en el sector asociados a la planicie y valles aluviales donde se presenta una densidad del drenaje media con un 12,62% a baja con un 9,02%.

**Imagen 3.2-26 Densidad del drenaje para el Área de Influencia directa (AID) e Indirecta (AIi) del proyecto**



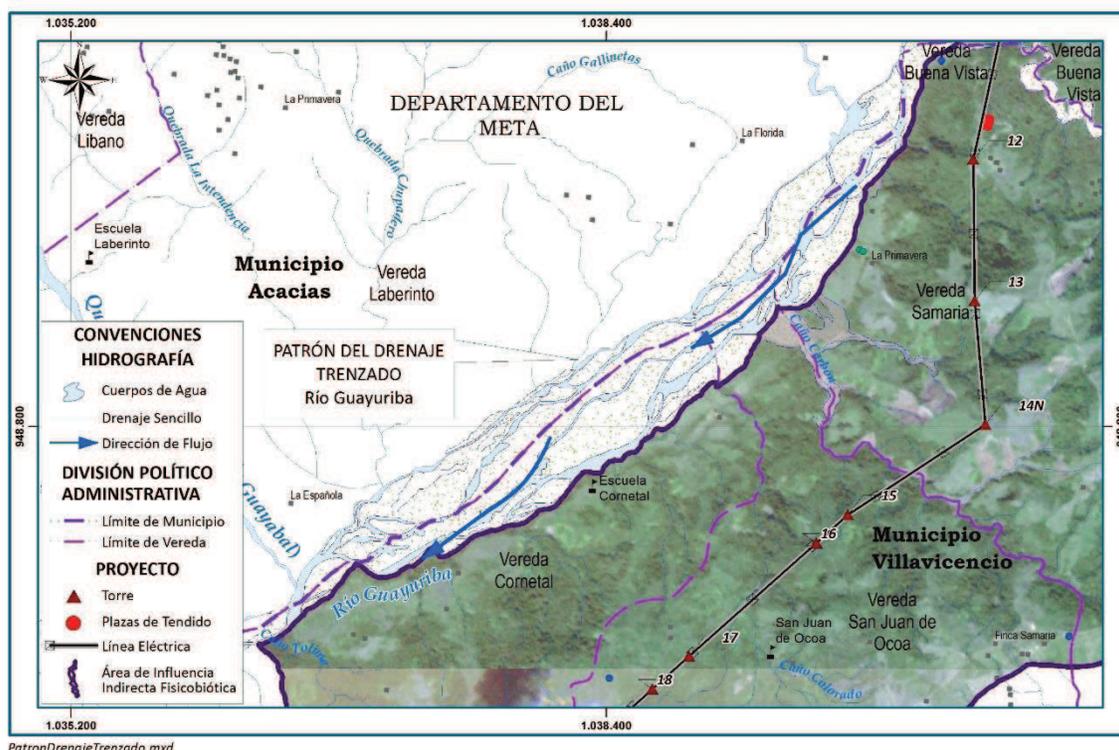
DensidadDrenaje.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017-

## - Patrón del drenaje

Fisiográficamente el área de influencia directa e indirecta se divide en dos sectores bien definidos, el primero identificado desde la Subestación La Reforma hasta el caño La Unión localizado en límites entre el paisaje de montaña y piedemonte llanero. El primero de ellos, se caracteriza por presentar tres patrones de drenaje: un primer patrón denominado **de tipo subangular** (indicador de un control estructural marcado en el área), un segundo llamado **subdendrítico** (indicador de un ambiente litológicamente homogéneo e isotrópico constituido por una intercalación de rocas blandas y duras, principalmente impermeables). Hacia el costado occidental y sirviendo como límite del área de influencia indirecta se encuentra el río Guayuriba, el cual presenta un tercer **patrón del drenaje denominado anostomosado y/o trenzado** con dirección preferencial N-S, indicador de una corriente de alta pendiente y energía, de gran capacidad de carga, alta pendiente longitudinal y de comportamiento inestable. (Imagen 3.2-27).

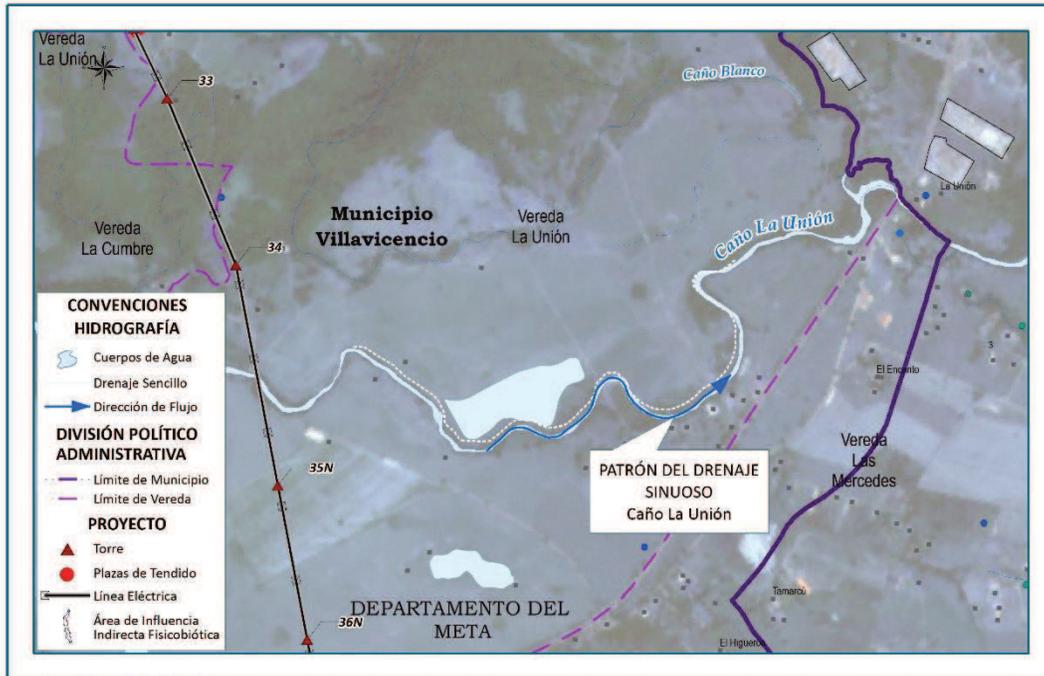
Imagen 3.2-27 Patrón de drenaje trenzado dentro del área de Influencia del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Ya en el segundo sector, donde predomina los paisajes de piedemonte, planicie y valle se presentan tres patrones del drenaje, el primer patrón anómalo es llamado **drenaje de tipo sinuoso** asociado con el caño La Unión, indicador de un drenaje de moderada pendiente, energía y estabilidad del canal (Imagen 3.2-28 y Imagen 3.2-26).

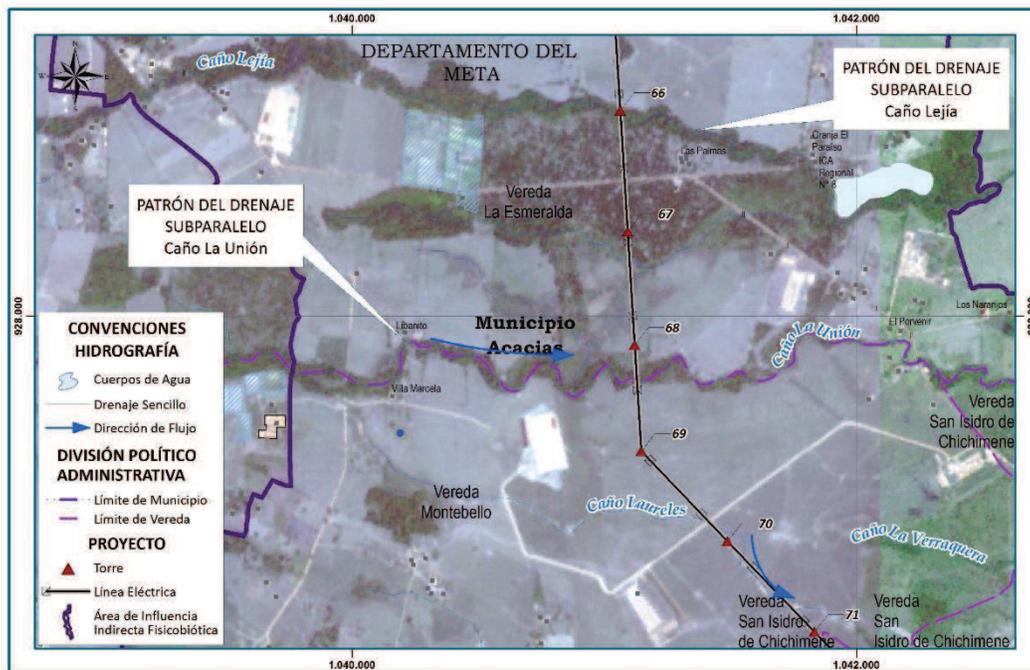
**Imagen 3.2-28 Patrón drenaje Sinuosos dentro del Área de Influencia del proyecto**



PatronDrenajeSinuosoHidro1.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 3.2-29 Patrón drenaje subparalelo dentro del área de Influencia del proyecto**



PatronDrenajeSubparalelo.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 3.2.2.2.3 *Análisis morfoestructural*

Para la descripción del componente morfoestructural del Piedemonte Llanero es importante mencionar el estudio denominado “Morfotectónica y dataciones del fallamiento activo del piedemonte llanero, Colombia, Sudamérica” realizado por Kim Robertson en el año de 2008. En el estudio en mención se hace una descripción de las principales evidencias morfotectónicas del piedemonte llanero entre Villavicencio y Yopal. Para efectos del presente estudio se hará mención única y esencialmente del sector relacionado con el área de influencia de Villavicencio.

Sobre el Piedemonte Llanero en la región central de Colombia, se aprecian numerosas evidencias de fallamiento activo asociado al Sistema de Falla del Borde Llanero. Entre las evidencias morfotectónicas clásicas, se destacan escarpes de falla, basculamiento y plegamiento en depósitos cuaternarios (Keller 1986). Representados por diversas geoformas típicas de la actividad neotectónica a lo largo de un frente de montaña, en especial terrazas aluviales levantadas y basculadas.

Existen indicios que complementan estas evidencias y permiten reconstruir la evolución neotectónica de la región. La inversión de la red de drenaje, generalmente asociada al basculamiento de los depósitos cuaternarios, es uno de los más comunes. La ubicación de los abanicos aluviales y sus ápices puede aportar información sobre la respuesta de los sistemas fluviales a las deformaciones neotectónicas (Lecce 1990).

- **Expresión morfotectónica del piedemonte llanero entre el sector de Villavicencio**

Este sector presenta un frente de montaña muy abrupto con desniveles de hasta 1000 metros, asociado a escarpes de falla sobre los ápices de varios abanicos. Terrazas y superficies de erosión al sur de Villavicencio evidencian un levantamiento importante de la cordillera durante el Cuaternario a lo largo de este frente de montaña. Este mismo fenómeno se presenta en el sector de Yopal y Villanueva (**Imagen 3.2-30**).

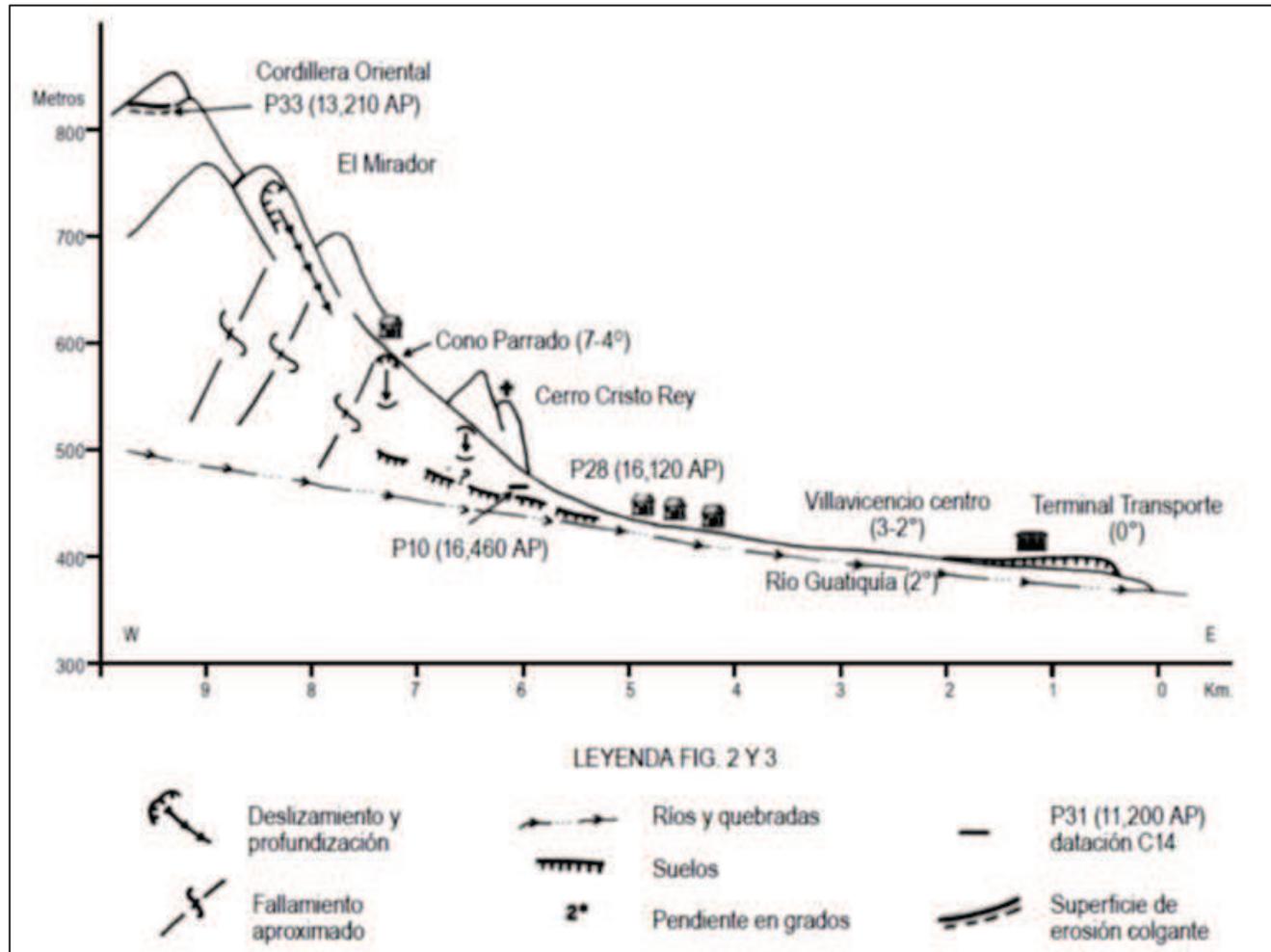
- **Correlaciones y conclusiones**

Aunque la correlación de los depósitos y los escarpes de fallas está todavía bajo investigación, datos preliminares indican tasas verticales de levantamiento de hasta 9 mm/a. En la región dataciones en suelos enterrados y un bosque sepultado revelan tasas de sedimentación muy altas en los conos de flujos torrenciales.

Las evidencias de deformación indican que el sistema de deformación evoluciona hacia el oriente con la formación o reactivación de fallas de llano adentro a través de un sistema “en echelon” (**Imagen 3.2-31**). Así, mientras el sistema de fallas Servita – Restrepo pierde nitidez al nordeste, la Falla de Guaicáramo adquiere relevancia hasta ser finalmente desplazada por un nuevo frente de deformación más al este: el sistema de fallas de San Pedro-Yopal.

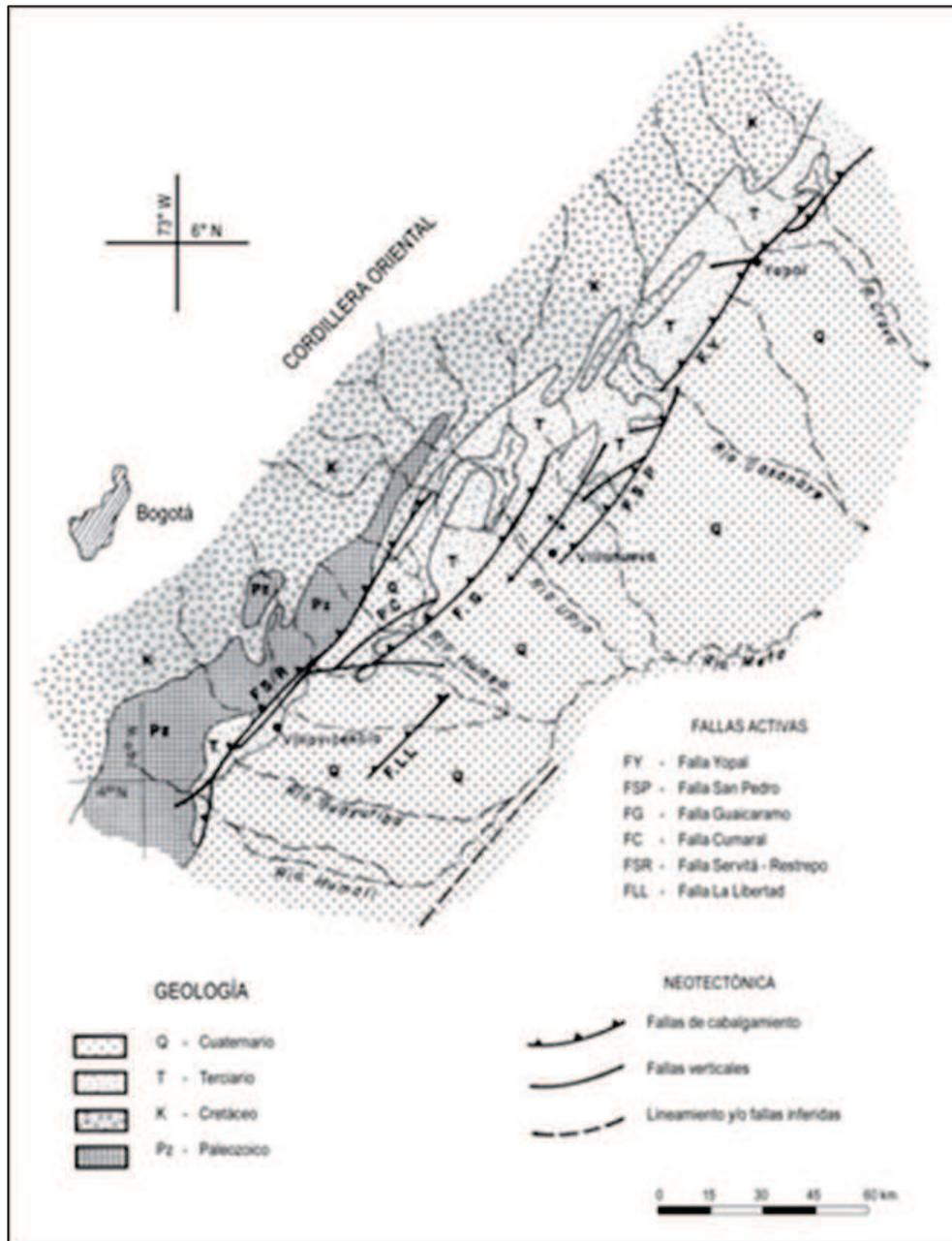
La actividad neotectónica también ha incidido en la dinámica de los ríos y en la activación de procesos de inestabilidad (por ej: flujos de escombros) causado por el alto grado de fracturamiento y afectación de las rocas, debido a que corresponden a la zona de daño asociada con el sistema de fallas frontal de la Cordillera Oriental.

Imagen 3.2-30 Conos de Villavicencio – Meta



Fuente: Morfotectónica y dataciones de fallamiento activo del Piedemonte Llanero, Colombia Suramérica (2007)

Imagen 3.2-31 Sistemas de fallas activas en el Piedemonte Llanero



Fuente: Morfotectónica y dataciones de fallamiento activo del Piedemonte Llanero, Colombia Suramérica (2007).

#### 3.2.2.2.4 Análisis morfodinámico

El mapa de procesos morfodinámicos se desarrolló en tres (3) etapas, cubriendo las áreas de influencia directa e indirecta, saber:

- La primera corresponde a la etapa precampo en donde se realizó la interpretación de los principales procesos morfodinámicos visibles a la escala de trabajo 1:25.000, entre los que se encuentran los fenómenos de remoción en masa (hoy llamado por el servicio geológico colombiano movimientos en masa) y procesos erosivos pluviales y fluviales (estos últimos asociados a la red del drenaje principal que disecta el área). En esta etapa se utilizó un fotomosaico de un conjunto de Imágenes del satélite RAPIDEYE con fechas entre el 15 de febrero de 2014 y el 27 de diciembre de 2015. Resolución Espectral: 5 Bandas (azul, verde, rojo, red edge e infrarrojo cercano). Resolución Radiométrica: 16 bits, Resolución Espacial: 5m.
- La segunda etapa consistió en la actividad de campo realizada en el mes de abril de 2017, en la cual se hizo una verificación de algunos de los procesos más representativos encontrados en la primera etapa.
- La tercera y última etapa consistió en la ejecución del informe donde se compilaron y describieron los principales procesos morfodinámicos en las áreas de influencia directa e indirecta.

- **Etapas Pre – Fotointerpretación**

En esta primera etapa se llevó a cabo la interpretación de un conjunto de Imágenes del satélite RAPIDEYE con fechas entre el 15 de febrero de 2014 y el 27 de diciembre de 2015. Resolución Espectral: 5 Bandas (azul, verde, rojo, red edge e infrarrojo cercano). Resolución Radiométrica: 16 bits, Resolución Espacial: 5m, a partir de lo cual se identificaron las áreas con presencia de procesos morfodinámicos visibles, específicamente lo relacionado con procesos erosivos naturales (pluviales y fluviales) y movimientos en masa (**Anexo D-1 – Componente de geomorfología**).

- **Etapas de campo**

Para la etapa de control de campo se realizó la verificación de algunos de los procesos morfodinámicos más representativos del área de influencia identificados en la etapa 1 (fotointerpretación). Las variables de selección de las estaciones de control fueron: el fácil acceso por la ubicación de la infraestructura vial, la representatividad del proceso morfodinámico fenómeno y finalmente el permiso de acceso a los predios (**Tabla 3.2-32** a la **Tabla 3.2-34**).

- **Etapas de oficina**

El análisis de la información se enfocó en primer lugar a consolidar el número de procesos existentes para el último año (2016), identificando el tipo de proceso erosivo (pluvial y/o fluvial). Se identificaron aproximadamente 68 procesos morfodinámicos, de los cuales 44 corresponden a procesos erosivos de tipo pluvial y fluvial, y 24 a fenómenos de remoción en masa o movimientos en masa (**Imagen 3.2-32** y **Imagen 3.2-33**).

**Tabla 3.2-32 Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el area de influencia influencia directa e indirecta del proyecto**

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST10	1040900,18	947661,16	Panoramica desde la Finca Las Delicias en dirección N-S del deslizamiento activo (Posible GEOM-07), localmente se observa un proceso de erosion tipo en surcos y de grado severo a moderado con canales de 0,4 metros de ancho y 0,5 metros de profundidad, reptación generalizada y terraceo por ganadería extensiva, afloramiento de agua subsuperficial.	
EST21	1041351,77	948826,58	Panoramica en dirección N30E, del movimiento en masa activo y retrogresivo generado en la cabecera de caño Pescado.	
EST22	1041309,12	949115,07	Panoramica en dirección N35W de un derecho de vía y un movimiento en masa de tipo planar sobre lutitas fuertemente diaclasadas.	

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST24	1043289,99	950638,97	Vista sobre la cabecera de un movimiento en masa de tipo activo y retrogresivo que afecta la parte alta de la microcuenca del caño Pescado.	
EST26	1040546,58	951083,20	Desembocadura del caño pescado sobre el río Guayuriba, se presenta una sedimentación activa	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Tabla 3.2-33 Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el area de influencia influencia directa e indirecta del proyecto

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST28	1040339,04	951208,39	Soibre la margen derecha del caño pescado y en cercanias a su desembocadura sobre el caño Pescado se observa el decrecimiento en el material depositado pasando de gruesos a finos.	
EST43	1038534,78	943559,28	Movimiento en masa tipo caída de suelos residuales y bloques con tamaños hasta de un metro de arista, orientación talud N40W longitud pata 14,80 metros, longitud escarpe 5m, altura escarpe 10m; hacia la parte superior del escarpe se observa un suelo residual	Sin registro fotográfico
EST48	1043222,82	951517,73	Panorámica de área recuperada, procesos erosivos en surcos de grado moderado a severo a lo largo de la vía de acceso al sector por el inadecuado manejo de aguas de escorrentía superficial; panorámica de la casa de las delicias S30W y panorámica de silleta de falla y lomos escalonados.	

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST49	1041248,45	949208,93	Deslizamiento rotacional lutitas con una corona delongitud 40m, escarpe ppal de 4 m y longitud sobre la ladera de 50m; se observa la afectación del derecho de vía de una linea de flujo de gas 6"	
EST50	1041153,37	949267,16	Deslizamiento planar en roca(lutitas), longitud corona 20m, escarpe ppal 1.5m, longitud sobre la ladera 20m, E=220/40; D1=295/86; D2=260/72; Dirección Talud N50Einclinación 40°	
EST50A	1041196,98	949343,92	Panoramica deslizamiento planar cicatrizado N50W y Subestación electrica N10W	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Tabla 3.2-34 Verificación en campo de algunos de los proceso morfodinámicos identificados en el área de influencia influencia directa e indirecta del proyecto

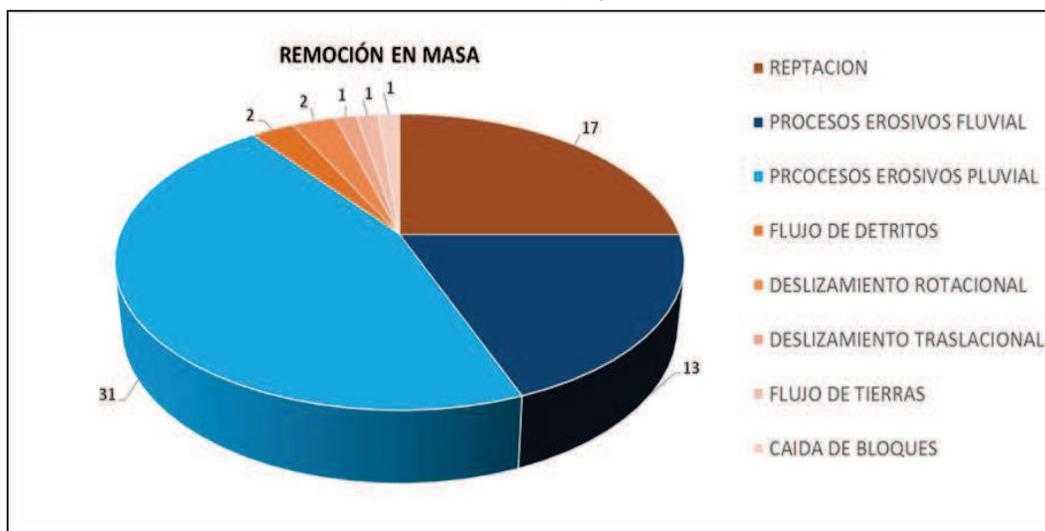
ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST52	1041180,79	949519,86	Parte alta Caño Pescado N70E	
EST53	1040963,05	949522,85	Corroboración de lo observado en la Estación 50-A; deslizamiento planar cicatrizado, con una corona de 40 m de longitud e inclinación 60° cubierta por pastos y vegetación densa	
EST54	1040601,06	949579,30	Deslizamiento activo tomado en dirección S30W y sedimentación activa N70W	

ESTACION	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGE BOGOTA		DESCRIPCION	REGISTRO FOTOGRAFICO
	ESTE	NORTE		
EST55	1040897,45	949712,25	Movimiento en masa tipo reptación Reptación	
EST56	1040999,90	949796,12	Zona reptaciones cerca al aserradero	<b>Sin registro fotográfico</b>
EST60	1040631,52	950916,81	Panoramica desembocadura Caño PEscado -Guayuriba, sobre la margen izquierda	
EST64	1038420,24	938015,76	Proceso de Socavación lateral sobre margen izquierda del río Guayuriba, procesos que afecta la unidad At2	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



Imagen 3.2-33 Identificación de los procesos morfodinámicos dentro el área de influencia directa e indirecta del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 3.2.3 Suelos

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) en conjunto con el Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) definen el suelo como un “cuerpo natural que está compuesto por sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que se encuentra en la superficie de la tierra, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes rasgos: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de las adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia; y/o por la habilidad de soportar plantas enraizadas” (USDA, 2006), pero se podría complementar esta definición agregándole que este “sirve como medio de crecimiento de una variada comunidad de organismos vivos y que además juega un papel ambiental preponderante como reactor bio-físico-químico que descompone materiales de desecho y recicla dentro de él, nutrientes para la regeneración continua de la vida en la Tierra” tal como lo expuso Hillel (1998); agregándole el papel ambiental bien merecido, pero hecho a un lado en algunas ocasiones. A continuación, se presenta la caracterización del componente Suelo, cumpliendo con lo establecido por los Términos de Referencia para EIA en el Sector Eléctrico – con tensiones iguales o superiores a 220 KV: LI-TER-1-01.

#### 3.2.3.1 Tipo, capacidad y usos – Clasificación agrologica, uso actual, potencial y conflictos de uso de suelo.

En este numeral se presenta la memoria técnica de la información agrológica, la cual consistió en la caracterización de las unidades cartográficas de suelos, identificación del uso actual, potencial, y los conflictos de uso dentro del área de influencia de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando, tal como se presenta en la **Imagen 3.2-34**.

Imagen 3.2-34 Componente de suelos



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

Para la caracterización de suelos de tipo semidetallado (escala 1:25000), se utilizó la metodología del Instituto Geográfico Agustín Codazzi “Metodología Levantamiento de Suelos, 2010”<sup>15</sup>, incluyendo la revisión de los estudios: “Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Meta (IGAC, 2004)”<sup>16</sup>. Del mismo modo, se hizo el análisis de información concerniente a los factores formadores del suelo representados por los mapas preliminares, para el área de estudio: **EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2032 - Geomorfología** (se delimitó y clasificaron las unidades geomorfológicas, cuyos límites corresponden en gran parte con los límites de suelos), **EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2033 - Pendientes** (se identificaron las fases de la unidad de suelos), **EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2031 - Geología** (se describió el material parental de las unidades de suelos), y la zonificación climática descrita en el ítem de climatología (se identificó el clima ambiental). De acuerdo con lo anterior, se identificaron los ambientes edafogenéticos, que son la base para la definición de las unidades de suelos las cuales delimitaron de manera preliminar.

Definidas las unidades preliminares de suelos del área de influencia directa (AD) del proyecto Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando, se procedió con la ubicación de las calicatas con las cuales se caracterizaría cada unidad de suelo teniendo cuidado de representar todas las unidades preliminares de suelo del área de estudio y que la llegada a estos tuviera facilidad de acceso y transitabilidad. Como resultado de este proceso se seleccionaron doce (12) sitios para descripción y muestreo de suelos (mínimo una calicata por cada unidad de suelo).

De igual forma, para la evaluación del movimiento del agua a través del perfil (Drenaje), en la mayoría las unidades cartográficas de suelos se realizaron ensayos de percolación (prueba de infiltración), sin embargo como la salida de campo se realizó en época de lluvias, las pruebas de infiltración de las calicatas: 2 y 12, correspondientes a las unidades de suelo

<sup>15</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología. Levantamiento de suelos. Grupo interno de trabajo levantamiento de suelos. Pág. 22 de 30. Cód. M40100-01/11. Versión 1. Bogotá, 2011. 30p.

<sup>16</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI – IGAC. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del departamento del Cesar, 2004. Escala: 1:100.000.

MPHef1 y VVAaxy, se tuvieron que cancelar pues mientras se realizaba la prueba, comenzó a llover, lo cual modificaba los resultados de las pruebas.

**Tabla 3.2-35 Ubicación de los perfiles modal de suelos y pruebas de infiltración**

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS	CALICATA	MUESTREO	COORDENADAS MANGA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		PREDIO/ VEREDA/ MUNICIPIO/ DEPARTAMENTO	FECHA DE MUESTREO
			ESTE	NORTE		
MUPef1	2780-LR- EEB_CAL-1	2780-LR_SF-CAL-1_0/24	1040813,00	950587,00	Predio Villa Diana/ Vda. Samaria/ Villavicencio/Meta	23/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-1_24/65				
MPHef1	2780-LR- EEB_CAL-2	2780-LR_SF-CAL-2_0/18	1040015,00	946941,00	Predio El Bosque/ Vda. San Juan de Ocoa/ Villavicencio/Meta	24/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-2_18/47				
MUJef1	2780-LR- EEB_CAL-3	2780-LR_SF-CAL-3_0/8	1038224,00	942785,00	Predio La Esmeralda/Vda. La Unión/ Villavicencio/Meta	25/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-3_8/49				
PVCap	2780-LR- EEB_CAL-4	2780-LR_SF-CAL-4_0/8	1038494,00	939730,00	Predio Cumaribo/Vda. La Concepción/ Villavicencio/Meta	26/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-4_8/105				
MUOde1	2780-LR- EEB_CAL-5	2780-LR_SF-CAL-5_0/11	1038607,00	942148,00	Predio La Betulia/Vda. La Unión/ Villavicencio/Meta	25/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-5_11/89				
RVHay	2780-LR- EEB_CAL-6	2780-LR_SF-CAL-6_0/11	1038230,00	938511,00	Gravicon SA/ Vda. La Concepción/ Villavicencio/Meta	28/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-6_29/74				
RVOax	2780-LR- EEB_CAL-7	2780-LR_SF-CAL-7_0/13	1039628,00	937165,00	Mineros constructores/ Vda. El Rosario/ Acacias/ Meta	12/05/2016
		2780-LR_SF-CAL-7_13/37				
RVNax	2780-LR- EEB_CAL-8	2780-LR_SF-CAL-8_0/11	1039742,00	936844,00	Predio Liliana/Vda. El Rosario/ Acacias/ Meta	29/04/2016
		2780-LR_SF-CAL-8_11/20				
PVAab	2780-LR- EEB_CAL-9	2780-LR_SF-CAL-9_0/15	1043599,00	926238,00	Predio Ana Maria/Vda. San Isidro de Chichimene/ Acacias/ Meta	14/05/2016
		2780-LR_SF-CAL-9_15/64				
PVDa	2780-LR- EEB_CAL-10	No se realizó por problemas con permiso de ingreso a predios				
RVGay	2780-LR- EEB_CAL-11	2780-LR_SF-CAL-11_0/7	1043590,00	922236,00	Lote EEB/ Vda. Betania/ Castilla La Nueva/ Meta	12/05/2016
		2780-LR_SF-CAL-11_16/73				
VVAaxy	2780-LR- EEB_CAL-12	2780-LR_SF-CAL-12_0/9	1043845,00	922276,00	Rio Orotoy/ Vda. Betania/ Castilla La Nueva/ Meta	13/05/2016
		2780-LR_SF-CAL-12_21/34				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

En la **Tabla 3.2-35**, se presenta la ubicación de las calicatas con muestreo de suelos y pruebas de infiltración para las unidades cartográficas de suelos caracterizadas y en el **Anexo D.2 – Componente suelos**, los resultados de análisis de laboratorios de las muestras de suelos.

### 3.2.3.1.1 Unidades cartográficas de suelos

Dentro de la generación del mapa de suelos los símbolos de las unidades de suelos están representados por letras mayúsculas que indican el nombre de la unidad cartográfica de suelos (**Tabla 3.2-36**), estas letras están acompañadas por subíndices alfanuméricos que indican las fases de las unidades que significan respectivamente: rangos de pendientes (**Tabla 3.2-37**), grado de erosión (**Tabla 3.2-38**) y si hay presencia de pedregosidad superficial (**Tabla 3.2-39**).

**Tabla 3.2-36 Unidades cartográficas del mapa de suelos del AID del proyecto**

SÍMBOLO	UNIDADES CARTOGRÁFICAS Y TAXONÓMICAS
MPHef1	Unidad cartográfica de suelos Asociación MPHef1: Typic Dystropepts (40%), Typic Troprothents (35%), Lithic Troprothents (25%)
MUJef1	Unidad cartográfica de suelos Asociación MUJef1: Typic Dystropepts (45%), Typic Troprothents (30%), Oxic Dystropepts (25%)
MUOde1	Unidad cartográfica de suelos Complejo MUOef1: Typic Dystropepts (40%), Lithic Troprothents (30%), Typic Troprothents (25%)
MUPef1	Unidad cartográfica de suelos Asociación MUPef1: Typic Troprothents (40%), Typic Dystropepts (40%)
PVAa	Unidad cartográfica de suelos Consociación PVAa: Typic Hapludox (75%)
PVCap	Unidad cartográfica de suelos Consociación PVCap: Oxic Dystropepts (75%), Typic Troprothents (25%)
PVDa	Unidad cartográfica de suelos Grupo Indiferenciado PVDa: Typic Trópofluents, Typic Troprothents, Oxyaquic Dystropepts.
RVGay	Unidad cartográfica de suelos Consociación RVGay: Oxic Dystropepts (70%)
RVHay	Unidad cartográfica de suelos Asociación RVHay: Aquic Dystropepts (45%), Fluventic Dystropepts (35%)
RVNax	Unidad cartográfica de suelos Complejo RVNax: Typic Tropofluents (45%), Tropic Fluvaquents (35%)
RVOax	Unidad cartográfica de suelos Grupo Indiferenciado RVOax: Misceláneo de playones e islotes Typic Tropofluents, fase inundable.
VVAaxy	Unidad cartográfica de suelos Grupo Indiferenciado VVAaxy: Typic Trópofluents, Typic Troprothents, Oxyaquic Dystropepts.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Tabla 3.2-37 Fases por pendiente en el mapa de suelos**

SÍMBOLO	RANGO (%)	DESCRIPCIÓN
a	Pendiente 0-1%	A nivel
	Pendiente 1-3%	Ligeramente plana.
b	Pendiente 3-7%	Ligeramente inclinada
c	Pendiente 7-12%	Moderadamente inclinada

SÍMBOLO	RANGO (%)	DESCRIPCIÓN
d	Pendiente 12-25%	Fuertemente inclinada
e	Pendiente 25-50%	Ligeramente escarpada
f	Pendiente 50-75%	Moderadamente escarpada

Fuente: IGAC - Instructivo para los Levantamientos de Suelos (Manual de códigos) Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos, Cód. P40200-01/10, Versión 1. 2010. 31 p.

**Tabla 3.2-38 Fases por erosión en el mapa de suelos**

SÍMBOLO	GRADO
1	Grado de erosión ligero
2	Grado de erosión moderado
3	Grado de erosión severo

Fuente: IGAC - Instructivo para los Levantamientos de Suelos (Manual de códigos) Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos, Cód. P40200-01/10, Versión 1. 2010. 31 p.

**Tabla 3.2-39 Fases por la ocurrencia de inundaciones, encharcamientos y/o pedregosidad superficial**

SÍMBOLO	FASE
x	Inundable
y	Encharcable

Fuente: IGAC - Instructivo para los Levantamientos de Suelos (Manual de códigos) Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos, Cód. P40200-01/10, Versión 1. 2010. 31 p.

La descripción de los suelos y sus componentes taxonómicos, se hace de acuerdo con los lineamientos del Sistema Taxonómico Americano (USDA, 2010)<sup>17</sup>. En la **Tabla 3.2-40** e **Imagen 3.2-35**, se describen las unidades de suelos de acuerdo con el orden de presentación en la leyenda del mapa de suelos (**EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2034**) siguiendo la metodología geomorfológica utilizada por ZINK, y en la cual se describen en orden el Paisaje, Clima, Tipo de relieve, Litología, principales características del tipo de relieve y procesos geomorfológicos, UC y componentes taxonómicos, Principales características de las unidades de suelo, el Símbolo de cada unidad de suelo y Perfiles modal de cada unidad de suelo.

<sup>17</sup> United States Department of Agriculture USDA. Natural Resources Conservation Services NRCS. Keys to soil taxonomy eleventh edition, 2010.

Tabla 3.2-40 Leyenda del mapa de suelos del área del proyecto

UNIDAD DE SUELOS												
Paisaje	Clima	Tipo de relieve	Litología/Material Transportado	Unidades Cartográficas y Componentes Taxonómicos	Principales Características de los suelos	Símbolo UC Suelo	Calicata	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA		
								ha.	%	ha.	%	
Montañas Fluvio-gravitacionales	Cálido muy húmedo	Filas - vigas	Arcillolitas con inclusiones de esquistos	ASOCIACION	Moderadamente superficiales, texturas medias a gruesas, bien drenados, abundante pedregosidad superficial de tipo piedra la cual cubre entre el 40 y el 70% de la superficie, ligeramente alcalinos a extremadamente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a la erosión.	MPHde1	2780-LR_SF-CAL-02	0,00	0,00	244,24	2,46	
				Typic Dystropepts, fase 25-50%.								
				Typic Troprothents, fase 25-50%, erosión ligera.								
			Esquistos, filitas y conglomerados brechados	Lithic Troprothents, fase 50-75, erosión ligera.	Superficiales; texturas medias a gruesas, moderadamente bien drenados, abundante pedregosidad superficial de tipo piedra la cual cubre entre el 15 y el 40% de la superficie, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a la erosión	MUJef1	2780-LR_SF-CAL-03	0,70	0,66	65,99	0,67	
				ASOCIACION								
				Typic Dystropepts, fase 25-50%, erosión ligera.								
Montañas Plegadas	Crestas, crestones y espinazos	Areniscas y arcillolitas intercaladas	COMPLEJO	Moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a gruesas, bien a excesivamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a la erosión	MUOde1	2780-LR_SF-CAL-05	5,64	5,29	703,11	7,09		
			Typic Dystropepts, fase 25-50%, erosión ligera									
			Lithic Troprothents, fase 50-75%									
			Typic Troprothents, fase 25-50%									
Montañas Plegadas Fluvio-gravitacionales	Filas – vigas, crestas y crestones	Areniscas y lutitas	ASOCIACION	Moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a medias, bien drenados, poca pedregosidad superficial de tipo piedra la cual cubre menos del 1% de la superficie, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibilidad a la erosión	MUPef1	2780-LR_SF-CAL-01	29,80	27,96	2531,91	25,52		
			Typic Troprothents, fase 50-75%, erosión ligera									
			Typic Dystropepts, fase 25-50%, erosión ligera									
Piedemonte Mixto	Terrazas	Sedimentos finos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados	CONSOCIACION	Moderadamente profundos a profundos, texturas medias a moderadamente gruesas, bien drenados a excesivamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio	PVAab	2780-LR_SF-CAL-09	37,91	35,58	3778,06	38,08		
			Typic Hapludox									
		Abanicos Antiguos	Sedimentos mixtos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas bastante alterados	CONSOCIACION	Profundos a moderadamente profundos, texturas de gruesas a medias, drenaje moderadamente excesivo, fuertemente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio; pedregosos en sectores apicales	PVCabp	2780-LR_SF-CAL-04	5,68	5,33	673,31	6,79	
				Oxic Dystropepts, fase 1-3%								
		Vallecito	Depósitos mixtos aluviales y coluviales	GRUPO INDIFERENCIADO	Typic Trópofluvents	Superficiales a moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a inundaciones y encharcamientos	PVDabx	2780-LR_SF-CAL-10	0,79	0,74	123,21	1,24
					Typic Tropaquepts							
Oxyaquic Dystropepts												
Planicie Aluvial	Terraza agradacional nivel 3	Depósitos mixtos aluviales	CONSOCIACION	Profundos a moderadamente profundos, texturas medias a gruesas, bien a moderadamente bien drenados, muy fuerte a fuertemente ácidos, fertilidad baja a moderada, ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a encharcamientos	RVGaby	2780-LR_SF-CAL-11	14,46	13,57	741,25	7,47		
			Oxic Dystropepts									
	Terraza agradacional	ASOCIACION	Aquic Dystropepts	Moderadamente superficiales, texturas medias a moderadamente gruesas, moderadamente bien a bien drenados, mediana a fuertemente ácidos,	RVHay	2780-LR_SF-CAL-06	2,12	1,99	218,83	2,21		
			Fluentic Dystropepts									

		Nivel 4. (Inferior)		fertilidad moderada a baja; susceptibles a encharcamientos							
		Plano de inundación	COMPLEJO	Muy superficial a superficial, texturas medias a moderadamente gruesas, imperfecta a pobremente drenados, fuertemente a ligeramente ácidos, fertilidad moderada a baja; susceptibles a inundaciones	RVNabx	2780-LR_SF-CAL-08	1,30	1,22	140,47	1,42	
			Typic Tropofluvents								
			Tropic Fluvaquents, fase inundable								
		Plano de inundación	Cantos, gravas y arenas aluviales	En su mayoría depósitos inestables, irregulares (playones e islotes). En otros sectores suelos superficiales de texturas moderadamente gruesas, imperfectamente a moderadamente bien drenados, fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a inundaciones	RVOax	2780-LR_SF-CAL-07	1,63	1,53	150,42	1,52	
			GRUPO INDIFERENCIADO	Misceláneo de playones e islotes Typic Tropofluvents, fase inundable							
Valle		Plano de inundación	Depósitos mixtos aluviales	ASOCIACION	Superficiales, texturas variadas medias a gruesas, imperfecta a pobremente drenados, poca pedregosidad superficial de tipo piedra, guijarro y cascajo la cual cubre entre el 1 y el 3% de la superficie, fuertemente ácidos, fertilidad moderada; susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos	VVAabxy	2780-LR_SF-CAL-12	2,49	2,34	205,62	2,07
				Oxyaquic Dystropepts							
				Plinthic Trophaquepts							
				Typic Plinthaquepts							
Zonas urbanas							0,00	0,00	35,98	0,36	
Cuerpos de Agua					CA		4,04	3,79	308,52	3,11	
<b>ÁREA TOTAL</b>							<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9920,93</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



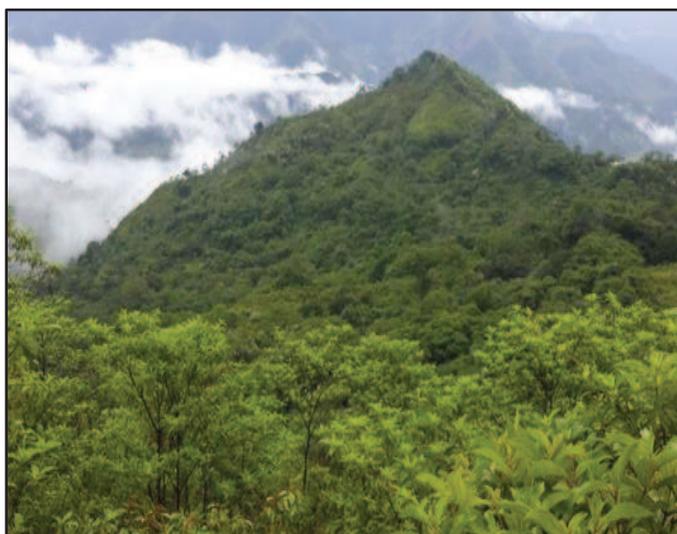
A continuación, se presenta la descripción de las unidades de suelos, de acuerdo con el paisaje donde se desarrollan.

- **Suelos del paisaje de montaña**

En general este paisaje abarca todos los pisos térmicos, sin embargo, dentro del área de influencia de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando solamente se encuentra el clima cálido muy húmedo, además, está formado por los tipos de relieve de Filas y Vigas; y Crestas, crestones y espinazos. La litología varía desde materiales gruesos como las Areniscas y lutitas hasta arcillolitas e inclusiones de esquistos. El relieve generalmente va de inclinado a escarpado, con pendientes mayores de 7%. De este paisaje hacen parte las unidades cartográficas de suelos: Asociación MPHef1; Asociación MUJef1; Complejo MUOef1; Y la Asociación MUPef1.

- **Unidad de suelos en el tipo de relieve de Filas - vigas.**

Esta unidad ocupa la posición de filas y vigas dentro del paisaje de montaña fluviogravitacional. El relieve es quebrado a escarpado y las pendientes mayores de 12%. Las unidades cartográficas de suelos que hacen parte de este tipo de relieve son: la asociación MPHef1 y la asociación MUJef1. (**Fotografía 3.2-31**).



**Fotografía 3.2-31** Tipo de relieve de Filas y vigas, en la Asociación MPHef1, en la vereda San Juan de Ocoa, jurisdicción del municipio de Villavicencio - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1040015,00 E y 946941,00 N).

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

*Suelos de la asociación MPHef1: typic dystropepts - typic troorthents - lithic troorthents, familia franca gruesa, isotérmica. Perfil modal: calicata 2780-LR SF-CAL-02*

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Montaña Fluviogravitacional; en el clima ambiental cálido muy húmedo; con pendientes de fuertemente inclinadas a ligeramente escarpadas (12-50%), laderas medias y largas rectilíneas, con cimas estrechas y convexas. Afectados por deslizamientos localizados,

patas de vaca y erosión laminar ligera. El uso de la unidad corresponde a zonas con fines de conservación.

Los suelos de esta unidad son moderadamente superficiales, bien drenados, con familia franca gruesa, presenta abundante pedregosidad superficial (entre el 40 y el 70% de la superficie) de tipo piedra. Estos suelos han evolucionado a partir de una litología de Arcillolitas con inclusiones de esquistos, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad údico (**Tabla 3.2-41**).

**Tabla 3.2-41 Descripción del perfil modal de la Asociación MPHef1 (2780-LR\_SF-CAL-02)**

	<p><b>A (0-18 cm)</b></p> <p>Color en húmedo pardo rojizo (5YR 4/4) con textura Franco arcillosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura en bloques, medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, finos; sin presencia de grietas; material rocoso en el 10% del horizonte de tipo piedra, forma irregular y con mediana alteración; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 4.7; límite difuso y plano.</p>
<p><b>B (18-47 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo rojo amarillento (5YR 5/6); textura arcillo arenosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, finos; sin presencia de grietas; material rocoso en el 20% del horizonte de tipo piedra, de forma irregular y con mediana alteración; pocas raíces vivas, finas; con poca actividad de macro-organismos; pH 4.8, límite difuso y plano.</p>
<p><b>C (47 - X cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); textura arcillosa (en campo); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros, finos; sin grietas; con presencia de material rocoso en el 50% del horizonte de tipo piedra de forma irregular y mediana alteración; sin raíces; con poca actividad de macro-organismos.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1040015,00; N: 1040015,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016</p>	

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil modal de la asociación MPHef1 – CALICATA: 2780-LR\_SF-CAL-02 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH muy fuertemente ácido (4.7 a 4.8), con capacidad de intercambio catiónico media (16.71 a 19.55 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.26 a 0.31%), lo que evidencia suelos normales, con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de materia orgánica altos (4,75 a 4,45 %), saturación de bases baja (4.8 a 4.32%), fósforo bajos (4.09 a 6.24 ppm), potasio bajos (0,13 a 0,05 meq/100cc); la densidad aparente (0.75 y 1,05 g/cc en

orden descendente del perfil modal), evidencia suelos con una muy alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (AF), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>18</sup>.

Suelos de la Asociación MUJef1: Typic Dystropepts - Typic Troprothents - Oxic Dystropepts, Familia Franca Gruesa, Isotérmica. Perfil Modal: 2780-LR SF-CAL-03

Al igual que la anterior, esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Montaña Fluviogravitacional; en el clima ambiental cálido seco; con pendientes de ligeramente a moderadamente escarpadas (>25%), laderas largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Las cimas son agudas y convexas. Afectados por deslizamientos localizados y erosión laminar ligera (Tabla 3.2-42).

Tabla 3.2-42 Descripción del perfil modal de la Asociación MUJef1 (2780-LR\_SF-CAL-03)

	A (0-8 cm)	Color en húmedo pardo (7.5YR 4/2) con moteados de color amarillo rojizo (7.5 YR 6/8) en el 40% del horizonte, con textura Limosa (en campo) y franco arenoso (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, muy finos; sin presencia de grietas; ni material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 4.4; límite difuso y plano.
	B (8-49 cm)	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); textura arcillosa (en campo) y Franco arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros, finos; sin presencia de grietas; ni material rocoso; frecuentes raíces vivas, finas; con poca actividad de macro-organismos; pH 4.88, límite difuso y plano.
	C (49 - >100 cm)	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); horizonte rocoso; sin estructura; sin consistencia; sin grietas; con presencia de material rocoso en el 80% del horizonte de tipo piedra de forma irregular y mediana alteración; sin raíces; y sin actividad de macro-organismos.
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1038224,00; N: 942785,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016</p>		

<sup>18</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

Los suelos de esta unidad son superficiales, moderadamente bien drenados, con familia franca gruesa, presenta abundante pedregosidad superficial (entre el 15 y el 40% de la superficie) de tipo piedra. Estos suelos han evolucionado a partir de una litología de esquistos, filitas y conglomerados brechados, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad údico.

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil modal de la asociación MUJef1 – CALICATA: 2780-LR\_SF-CAL-03 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH extremadamente ácidos a muy fuertemente ácidos (4.4 a 4.88); con capacidad de intercambio catiónico alta (26.41 a 19.46 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,03 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.26 a 0.25%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de materia orgánica altos a bajos (4.08 a 1.89 %); saturación de bases baja (5.96 a 7%); fósforo bajos (7.31 a 10.71 ppm); potasio bajos (0,11 meq/100cc); la densidad aparente (0.87 g/cc), evidencia suelos con una alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (FA), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>19</sup>.

- **Unidad de suelos en el tipo de relieve de Crestas, crestones y espinazos.**

Corresponde a los tipos de relieve de Crestas, crestones y espinazos, en el clima ambiental cálido húmedo y muy húmedo. La unidad cartográfica de suelo que hace parte de este tipo de relieve es: el complejo MUOde1.

*Suelos del Complejo MUOde1. Typic Dystropepts - Lithic Troprothents - Typic Troprothents. Familia Franca - gruesa, Isotérmica. Perfil Modal: Calicata 2780-LR-SF CAL-05*

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Montañas plegadas; en el clima ambiental cálido muy húmedo; Relieve fuertemente inclinado a ligeramente escarpado, pendientes 12-50%, laderas asimétricas rectilíneas y largas, escarpes agudos. Afectados por escurrimiento difuso y erosión laminar ligera. El uso de la unidad corresponde a zonas con fines de conservación.



**Fotografía 3.2-32** Tipo de relieve de Crestas, crestones y espinazos, en el Complejo MUOde1, en la vereda La Unión, jurisdicción del municipio de Villavicencio - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1038607,00 E y 942148,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

Moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a gruesas, bien a excesivamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a la erosión. (**Fotografía 3.2-32**). Estos suelos han evolucionado a partir de Areniscas y

<sup>19</sup> [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

arcillolitas intercaladas. Régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (Tabla 3.2-43).

Tabla 3.2-43 Descripción del perfil modal del complejo MUOde1 (2780-LR\_SF-CAL-05)

	<p><b>A (0-11 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo (7,5YR 5/3) con textura Franco arcillo arenosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura en bloques, medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros, muy finos; pocas grietas aproximadamente de 0.2 cm de ancho y 12 cm de profundidad; sin presencia de material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 4.69; límite difuso y plano.</p>
	<p><b>B (11 - 89 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/6); textura franco arcillo arenosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; frecuentes poros, muy finos; pocas grietas aproximadamente de 0.2 cm de ancho y 14 cm de profundas; sin material rocoso; pocas raíces vivas, finas; con poca actividad de macro-organismos; pH 4.96.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1038607,00; N: 942148,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016</p>		

Los análisis fisicoquímicos del suelo, presentados en el Perfil Modal del Complejo MUOde1 – Calicata 2780-LR-SF\_CAL-5 (**Anexo D.2 – Componente suelos**) muestran que son suelos con pH muy fuertemente ácido (4,69 a 4.96), con capacidad de intercambio catiónico media (13.23 a 9.93 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,06 a 0,02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.27 a 0.53%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y sodio normales; con contenidos de materia orgánica altos en superficie y bajos en el horizonte subsuperficial (4.72 a 1.41 %); saturación de bases baja (13.7 a 5.06%); fósforo bajo (10.54 a 5.46 ppm), potasio bajo (0,14 a 0,05 meq/100cc); la densidad aparente (0.78 y 0.98 g/cc en orden descendente del perfil modal), evidencia suelos con una alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (AF y FA), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>20</sup>.

- **Unidad de suelos en tipos de relieves mixtos de Filas – vigas, crestas y crestones.**

Corresponde a los tipos de relieve de Filas y Vigas, y Crestas y Crestones, pero que por su presentación fisiográfica no se pueden separar cartográficamente a la escala del estudio

<sup>20</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

1:25:000, en el clima ambiental cálido muy húmedo. La unidad cartográfica de suelo que hace parte de este tipo de relieve es: la asociación MUPef1.

*Suelos de la Asociación MUPef1. Typic Troporthents - Typic Dystropepts, Familia Franca, Isotérmica. Perfil Modal: Calicata 2780-LR-SF CAL-01*

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Montañas Plegadas Fluvio-gravitacionales; en el clima ambiental cálido muy húmedo; Relieve ligeramente a moderadamente escarpado, pendientes 25-75%, laderas medias y largas, rectilíneas y ligeramente convexas. Escarpes con pendientes mayores de 75%. Afectados por deslizamientos puntuales, escurrimiento difuso y erosión laminar ligera. El uso de la unidad corresponde a zonas con fines de conservación en su gran mayoría.

Los suelos en general son Moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a medias, bien drenados, poca pedregosidad superficial de tipo piedra la cual cubre menos del 1% de la superficie, muy fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibilidad a la erosión. (**Fotografía 3.2-33**). Estos suelos han evolucionado a partir de Areniscas y lutitas. Régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-44**).



**Fotografía 3.2-33** Tipo de relieve de Filas - Vigas, y Crestas - Crestones, en la Asociación MUPef1, en el predio Villa Diana vereda Samaria, jurisdicción del municipio de Villavicencio - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1040809,00 E y 950583,00 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los análisis fisicoquímicos del suelo, presentados en el Perfil Modal de la asociación MUPef1 - 2780-LR\_SF-CAL-01 (**Anexo D.2 – Componente suelos**) muestran que son suelos con pH muy fuertemente ácido (4,69 a 4.82), con capacidad de intercambio catiónico media (14.07 a 16.69 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.22 a 0.25%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y sodio normales; con contenidos de materia orgánica media en superficie y bajos en el horizonte subsuperficial (2.32 a 1.38 %); saturación de bases baja (4.49 a 4.63%); fósforo bajo (7.75 a 3.91 ppm), potasio bajo (0,1 a 0,06 meq/100cc); la densidad aparente (0.8 y 1.04 g/cc en orden descendente del perfil modal), evidencia

suelos con una alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (FA y F), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>21</sup>.

**Tabla 3.2-44 Descripción del perfil modal de la Asociación MUPef1 (2780-LR\_SF-CAL-01)**

	<p><b>A (0 - 24 cm)</b></p> <p>Color en húmedo gris (7,5YR 6/1) con moteados de color rojo amarillento (5 YR 5/8) en el 40% del horizonte; con textura Franco arcillo limosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques, finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros, muy finos; pocas grietas aproximadamente de 0.1 cm de ancho; sin presencia de material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 4.69; límite difuso y plano.</p>
<p><b>B (24 - 65 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo amarillo rojizo (7.5YR 6/6); textura franco arcillosa (en campo) y franca (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, muy finos; sin grietas; sin material rocoso; pocas raíces vivas, muy finas; con poca actividad de macro-organismos; pH 4.82; límite claro y plano.</p>
<p><b>C (65 - X cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo (7.5YR 5/4); textura franco arcillosa (en campo); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, muy finos; sin grietas; con presencia de material rocoso en el 10% del horizonte de tipo piedra de forma irregular y mediana alteración; sin raíces; ni actividad de macro-organismos.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1040813,00; N: 950587,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016</p>	

• **Suelos del paisaje de piedemonte**

Este paisaje se encuentra en la base de la cordillera Oriental formando una faja estrecha y paralela a ésta, en clima ambiental cálido muy húmedo. Los tipos de relieve dentro del área de influencia de la línea son terrazas, abanicos antiguos y algunos vallecitos que cortan el paisaje. El material parental está conformado por sedimentos mixtos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas poco alterados, complementados con arcillas y conglomerados en algunos sectores.

<sup>21</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

Este paisaje lo conforman suelos de evolución variable que abarcan desde poco alterados (orden Entisol) hasta suelos muy evolucionados con bajo contenido de minerales meteorizables y predominio de arcillas de baja actividad (orden Oxisol), distribuidos en un relieve plano a ligeramente ondulado o ligeramente inclinado. La mayor parte de la unidad está afectada por escurrimiento difuso. En la parte apical de los abanicos hay pedregosidad superficial que limita la profundidad efectiva radicular y restringe su uso agropecuario.

De este paisaje hacen parte las unidades cartográficas de suelos: Consociación PVAab, Typic Hapludox; Consociación PVCabp, Oxic Dystropepts - Typic Troporthents; Grupo indiferenciado PVDabx, Typic Trópofluvents - Typic Tropaquepts - Oxyaquic Dystropepts.

#### - **Unidad de suelos en el tipo de relieve de Terrazas.**

La unidad corresponde al nivel más alto dentro de las terrazas de piedemonte. Estas terrazas tienen origen tectónico, reflejando un movimiento diferencial de varias partes del terreno a lado y lado de los planos de falla. Estos niveles antes y después de su formación han recibido diferentes aportes aluviales de los ríos procedentes de la cordillera, razón por la cual presentan una acumulación de gravas, cascajo y piedra localizada a diferente profundidad. En algunos puntos están afectados por escurrimiento difuso generalizado.

*Suelos de la Consociación PVAab: Typic Hapludox, Familia Franca Gruesa, Isotérmica. Perfil Modal: Calicata 2780-LR SF-CAL-09*

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Piedemonte mixto; en el clima ambiental cálido muy húmedo; con relieve plano a ligeramente inclinado, pendientes 0-7%. Se presentan varios niveles de origen tectónico. Afectados por escurrimiento difuso generalizado (**Fotografía 3.2-34**).

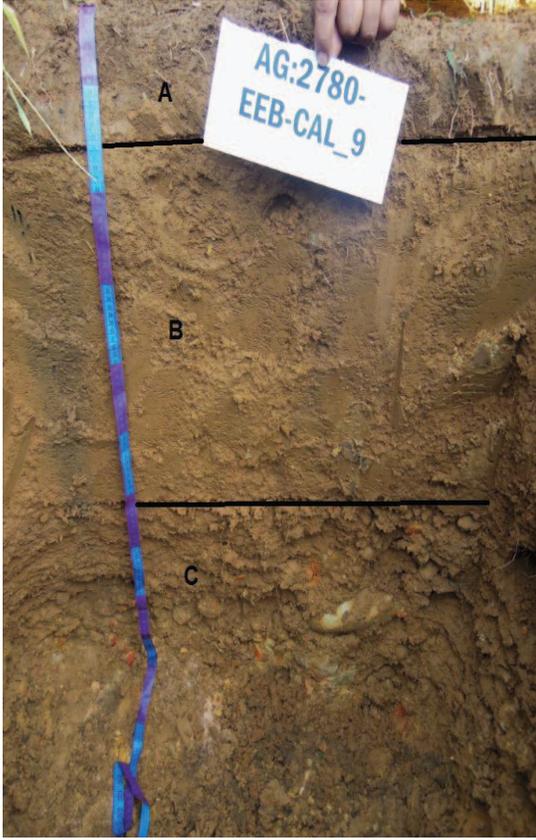


**Fotografía 3.2-34** Tipo de relieve de terraza, en la Consociación PVAab, en la vereda San Isidro de Chichimene, jurisdicción del municipio de Acacias - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origin Bogotá: 1043599,00 E y 926238,00 N

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son moderadamente profundos a profundos, texturas medias a moderadamente gruesas, bien drenados a excesivamente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio. Estos suelos han evolucionado a partir de sedimentos finos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas medianamente alterados, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad ústico (**Tabla 3.2-45**).

**Tabla 3.2-45 Descripción de la Consociación PVAab (2780-LR\_SF-CAL-09)**

	<p><b>A (0-15 cm)</b></p> <p>Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (2.5Y 4/2) con textura franco limosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; frecuentes poros, finos; sin presencia de grietas ni material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); abundante actividad de macro-organismos; pH 4.49; límite claro y plano.</p>
<p><b>B (15-64 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/8); textura franco arcillosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura en bloques gruesos, con desarrollo débil; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros, muy finos; sin presencia de material rocoso ni grietas; pocas raíces, vivas y finas; frecuente actividad de macro-organismos; pH 4.84, límite claro y plano.</p>
<p><b>C (64 - 110 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/8); textura arcillosa (en campo); con estructura en bloques medios, con desarrollo débil; consistencia en húmedo firme, en mojado muy plástica y muy pegajosa; pocos poros, muy finos; sin grietas; con presencia de material rocoso en el 70% del horizonte de tipo piedra y pedregón de forma subredondeada y mediana alteración; pocas raíces, vivas, muy finas; con poca actividad de macro-organismos.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1043599,00; N: 926238,00</p>	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil modal de la asociación PVAab - CALICATA 2780-LR\_SF-CAL-09 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH de extremadamente ácido a muy fuertemente ácido (4.49 a 4.84), con capacidad de intercambio catiónico media (13,05 a 12,5 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,03 a 0.02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.06 a 0.11%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y de sodio bajos sin limitante para

algunos cultivos y coberturas naturales; con contenidos de materia orgánica medios a bajos (3.48 a 1.14 %), saturación de bases baja (8.36 a 6.88%), fósforo bajos (9.01 a 3.41 ppm), potasio bajos (0,07 a 0,09 meq/100cc); la densidad aparente (0.89 y 1,3 g/cc en orden descendente del perfil modal), evidencia suelos con una alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (AF), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>22</sup>.

- **Unidad de suelos en el tipo de relieve de Abanicos antiguos.**

Son áreas localizadas en los abanicos antiguos. Los suelos se han desarrollado a partir de sedimentos mixtos aluviales que recubren depósitos de cantos y gravas bastante alterados.

*Suelos de la Consociación PVCabp: Oxic Dystropepts - Typic Troprothents, Familia Franca Gruesa, Isotérmica. Perfil Modal: 2780-LR\_SF-CAL-04*

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Piedemonte mixto; en el clima ambiental cálido muy húmedo; con relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, pendientes 1-7%. Microrelieve ondulado. Pedregosidad superficial en el ápice, disección ligera a moderada. Escurrimiento difuso generalizado en los planos y concentrado en los drenajes naturales (**Fotografía 3.2-35**).



**Fotografía 3.2-35** Tipo de relieve de Abanico antiguo, en la Consociación PVCabp, en la vereda Concepción, jurisdicción del municipio de Villavicencio - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1038494,00 E y 939730,00 N

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son Profundos a moderadamente profundos, texturas de gruesas a medias, drenaje moderadamente excesivo, fuertemente ácidos, fertilidad baja; toxicidad por aluminio; pedregosos en sectores apicales, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Ústico (**Tabla 3.2-46**).

<sup>22</sup> [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

**Tabla 3.2-46 Descripción de la Consociación PVCabp (2780-LR\_SF-CAL-04)**

	<b>A (0-8 cm)</b>	Color en húmedo pardo (7.5Y 4/3) y moteados de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8) con textura franco arenosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura granular de clase media, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, muy finos; sin presencia de grietas ni material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 5.4; límite claro y plano.
	<b>B (8-X cm)</b>	Color en húmedo pardo fuerte (7.5YR 5/6); textura franco arcillo arenosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado muy plástica y muy pegajosa; pocos poros, muy finos; sin presencia de material rocoso ni grietas; pocas raíces, vivas y finas; poca actividad de macro-organismos; pH 5.28.
Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1038494; N: 939730 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.		

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil modal de la Consociación PVCabp - CALICATA 2780-LR\_SF-CAL-04 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH fuertemente ácido (5.28 a 5.4), con capacidad de intercambio catiónico media (15.21 a 10.77 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,01 a 0.02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.39 a 0.36%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y de sodio bajos sin limitante para cultivos y coberturas naturales; con contenidos de materia orgánica medios a bajos (2.53 a 0.84 %), saturación de bases baja (15.21 a 7.63%), fósforo de alto a medio (40.22 a 16.98 ppm), potasio bajos (0,07 a 0,05 meq/100cc); la densidad aparente (0.97 y 1,06 g/cc en orden descendente del perfil modal), evidencia suelos con una alta porosidad en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (AF), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>23</sup>.

**- Unidad de suelo en el tipo de Relieve de vallecitos**

Corresponde a las formas de terreno de vallecitos de los ríos o caños mayores dentro del área de influencia en el paisaje de piedemonte, como son los caños La Esmeralda, Lejía, La Unión y Laureles; en el clima ambiental cálido muy húmedo. La unidad cartográfica de suelo que hace parte de este tipo de relieve es: el Grupo Indiferenciado PVDabx.

<sup>23</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

### Suelos del Grupo Indiferenciado PVDabx. Typic Trópofluvents - Typic Tropaquepts - Oxyaquic Dystropepts.

Esta unidad corresponde a los vallecitos denudacionales que se encuentran localizados en el paisaje de piedemonte, en el clima ambiental cálido muy húmedo; con relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-7%. Microrelieve plano-cóncavo con ligera inclinación hacia los taludes superiores. Afectados por inundaciones y encharcamientos.

Los suelos son superficiales a moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a inundaciones y encharcamientos. Estos suelos han evolucionado a partir de depósitos mixtos aluviales y coluviales. Debido a que cerca del 90% de los suelos de esta unidad están en la vereda La Esmeralda en la cual no hubo permiso para el ingreso y que en los demás no se pudo obtener el permiso para el ingreso al predio para poder realizar los muestreos respectivos para la caracterización de esta unidad, se optó por caracterizarlos con información secundaria referida al estudio de suelos departamental del Meta a escala 1:100.000 (IGAC, 2004). Además, como en el estudio presentado por el IGAC no se identificaron vallecitos en el paisaje de Piedemonte, se asumió que estos tienen la misma morfogénesis de los presentados en paisaje de Valle, por lo tanto, su taxonomía será similar y se tomaron estos para su caracterización.

Los suelos **Typic Tropofluvents (CT-8)** no tienen una ubicación bien definida dentro de la unidad, sin embargo, se encuentra en su mayoría en las zonas más próximas a las corrientes de agua.

Son suelos de drenaje moderado, moderadamente profundos limitados por nivel freático fluctuante; tienen evolución pedogenética incipiente.

Morfológicamente presentan perfiles de tipo A-C-Ab y se caracterizan por presentar capas sucesivas de texturas diferentes. El horizonte superficial Ap tiene 10 a 15 cm de espesor, color pardo oscuro, textura franco arenosa y estructura blocosa subangular, fina, moderada. El horizonte C tiene más de 90 cm de espesor, colores pardo y gris y textura franco arcillo arenosa a arenosa franca. A partir de los 120 cm se presenta un horizonte enterrado (Ab) que tiene 30 a 35 cm de espesor, color gris, textura arcillosa y estructura en bloques angulares moderadamente desarrollada.

Químicamente son suelos de reacción extremadamente ácida, con alta saturación de aluminio, bajo contenido de nutrientes (calcio, magnesio, potasio y fósforo), carbón orgánico bajo que decrece irregularmente con la profundidad; capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases y fertilidad bajas.

Las inundaciones y encharcamientos que se suceden principalmente durante la época invernal, el nivel freático fluctuante, la alta saturación de aluminio y el bajo contenido nutricional, constituyen las principales limitantes para el uso agropecuario de estos suelos.

Los suelos **Typic Tropaquepts (PL-32)**, se distribuyen en las pequeñas cubetas de los vallecitos y se caracterizan por ser pobremente drenados y poco profundos limitados por nivel freático alto.

Tienen una evolución pedogenética incipiente. El material parental está constituido por sedimentos desde moderadamente finos hasta moderadamente gruesos que se disponen alternadamente en el perfil. Presentan horizontes A-B-C; el horizonte A tiene color gris muy oscuro a negro, textura franca a franco arcillo arenosa y estructura granular a blocosa subangular, moderadamente desarrollada.

El horizonte B tiene 40 a 45 cm, color gris con moteados de color pardo amarillento, textura franco arenosa, estructura en bloques subangulares y evidencia procesos de reducción del hierro. A una profundidad de 70 cm aparece el horizonte C, que tiene un espesor superior a 50 cm, color gris a gris claro, textura franco arcillo arenosa y con procesos de gleyzación.

De acuerdo con los resultados de los análisis químicos, estos suelos tienen un contenido nutricional bajo; el carbón orgánico es medio en los horizontes superficiales y bajo en los inferiores, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases registran niveles bajos, contrastando con los valores de aluminio intercambiable que son altos en todo el perfil. En general presentan reacción muy fuertemente ácida y fertilidad baja.

La inundabilidad, la susceptibilidad a los encharcamientos que está estrechamente relacionada con el nivel freático fluctuante, la fertilidad baja y los niveles altos de aluminio intercambiable, son limitantes severas para la utilización agropecuaria de estas tierras.

Los suelos **Oxyaquic Dystropepts (M-16)**, se distribuyen indistintamente en los vallecitos coluvioaluviales.

Se han originado a partir de sedimentos aluviales y coluviales mixtos, son imperfectamente drenados y moderadamente profundos limitados por nivel freático.

Presentan perfiles de tipo A-B-C. El primer horizonte (Ap), cuenta con 15 a 22 cm de espesor, color pardo muy oscuro, textura franco arcillo arenosa y estructura en bloques subangulares.

El horizonte B tiene 50 a 60 cm de espesor, color pardo a pardo oscuro con moteados pardos amarillentos, textura franco arcillo arenosa y estructura blocosa subangular débil a moderadamente desarrollada. A una profundidad en promedio de 80 cm se presenta el horizonte gleyzado Cg, que tiene un espesor mayor de 40 cm, color gris rosado con moteados de color rojo amarillento, textura franco arcillo arenosa y abundantes concreciones de hierro, gruesas y duras.

Según los análisis químicos, estos suelos son de reacción muy fuertemente ácida con bajo contenido de fósforo, calcio, magnesio y potasio; saturación de bases y capacidad de intercambio catiónico bajas, carbón orgánico medio en el horizonte superficial y bajo en los demás horizontes; saturación de aluminio intercambiable alta en el primer horizonte y fertilidad baja.

Al igual que los demás componentes de la unidad; las inundaciones, los encharcamientos y la fertilidad baja constituyen las principales limitantes para el uso y manejo de estos suelos.

Las **inclusiones** de la unidad corresponden a los suelos **Fluventic Dystropepts (M-32)**, que ocupan pequeñas napas dentro del plano inundable de los vallecitos. Se caracterizan

por ser moderadamente bien drenados, moderadamente profundos, de textura moderadamente gruesa en superficie y moderadamente fina en profundidad. Son de reacción extremadamente ácida en los horizontes superficiales y muy fuertemente ácida en profundidad, los contenidos de fósforo y bases (Ca, Mg y K) son bajos; el carbón orgánico es bajo y decrece irregularmente a través del perfil, la capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases son bajas, mientras que la saturación de aluminio permanece alta en todo el perfil, la fertilidad es baja.

- **Suelos del paisaje de planicie aluvial**

Este paisaje se localiza a lo largo y ancho de grandes ríos que pasan por el AI del proyecto como: Acacias, Guayuriba y Orotoy, que descienden de la cordillera inicialmente con régimen trezado y posteriormente a medida que la pendiente se suaviza cambian a régimen meándrico. Se encuentra a una altitud entre 100 y 500 m, en clima cálido muy húmedo con temperatura superior a 24°C y precipitaciones promedias anuales mayores de 2000 mm. Está constituido por varios niveles de terraza de diferente edad y planos inundables actuales.

El material de origen de los suelos de esta unidad geomorfológica lo constituyen básicamente sedimentos aluviales mixtos depositados sobre capas de fragmentos rocosos redondeados, de diferente tamaño y composición (piedra, cascajo, gravilla). Los suelos presentan diferente grado de evolución en concordancia con la posición que ocupan.

En los niveles superiores de terraza están los suelos muy evolucionados (Oxisoles, Ultisoles), caracterizados por su pobreza nutricional y alta acidez; mientras que en las vegas del plano inundable y los niveles bajos de terraza predominan los suelos poco evolucionados y con mejores contenidos nutricionales (Entisoles e Inceptisoles). El relieve es plano a ligeramente ondulado, con pendientes inferiores al 7%.

De este paisaje hace parte la unidad cartográfica de suelos: Consociación RVGaby, Oxíc Dystropepts; Asociación RVHay, Aquic Dystropepts - Fluventic Dystropepts; Complejo RVNabx, Typic Tropofluvents - Tropic Fluvaquents; Grupo Indiferenciado RVOax, Misceláneo de playones e islotes - Typic Tropofluvents. Con tipos de relieve denominados: Terraza agradacional nivel 3, Terraza agradacional Nivel 4. (Inferior) y Plano de desborde, respectivamente.

- **Unidades de suelos en el tipo de relieve de Terraza Agradacional**

Corresponde a la unidad constituida por la forma de terreno de terrazas agradacionales de nivel 3 y 4 (inferior). Dentro del clima ambiental cálido muy húmedo con una litología compuesta de depósitos aluviales mixtos. Las unidades cartográficas de suelos que hacen parte de este tipo de relieve son: la Consociación RVGaby y la Asociación RVHay.

Suelos de la Consociación RVGaby: Oxic Dystropepts, Familia arenosa, Isotérmica. Perfil Modal 2780-LR SF-CAL-11:

Estos suelos se caracterizan por tener un relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado, pendientes 0-7%. Además, se caracteriza por la presencia de zurales en las zonas con microrelieve plano-cóncavo. Afectados por encharcamientos (**Fotografía 3.2-36**).



**Fotografía 3.2-36** Relieve de Terraza agradacional nivel 3, en la Consociación RVGaby, en la vereda Betania, jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043590,00 E y 922236,00 N)

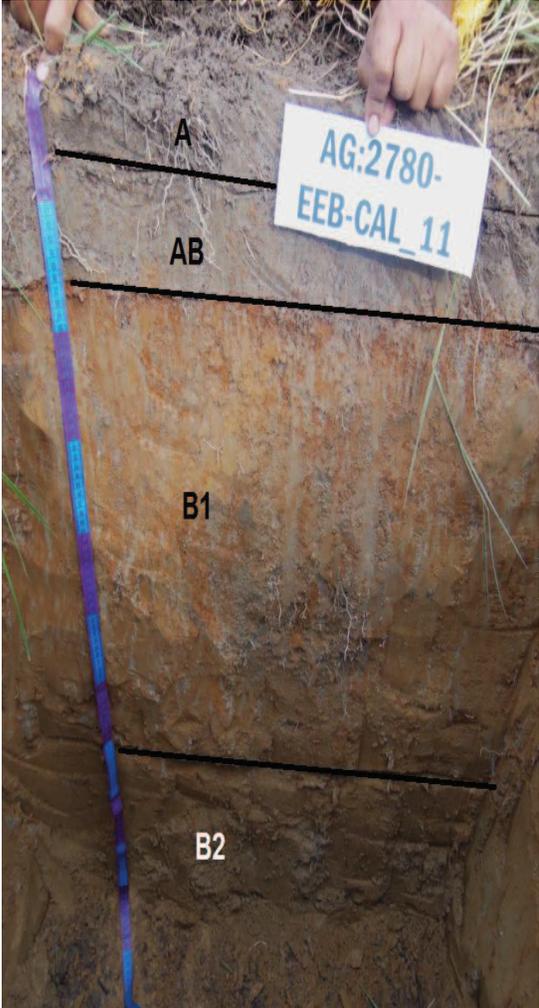
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son profundos a moderadamente profundos, texturas medias a gruesas, bien a moderadamente bien drenados, muy fuerte a fuertemente ácidos, fertilidad baja a moderada, ligera toxicidad por aluminio; susceptibles a encharcamientos, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-47**).

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil Modal de la Consociación RVGaby – Calicata 2780-LR\_SF-CAL-11 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH muy fuertemente ácido (4.72 a 4.85), con capacidad de intercambio catiónico media (13.33 a 10.52 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,03 a 0,2 mmhos/cm) y porcentajes de sodio intercambiable (0.08 a 0.09%), lo que evidencia suelos normales, con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de fósforo altos (68.45 a 67.42 ppm), potasio bajos (0,14 a 0,06 meq/100cc); la densidad aparente (1,03 a 1,21 g/cc), evidencia suelos muy porosos, ya que en relación con la textura (A y AFr), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

Tabla 3.2-47 Descripción del perfil modal de la Consociación RVGaby (2780-LR\_SF-CAL-11)

	<p><b>A (0-7 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo grisáceo oscuro (10 YR 4/2), con textura franca (en campo) y arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo firme, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; muchos poros medianos; sin grietas ni fragmentos de roca; frecuentes raíces, finas (vivas); frecuente actividad de macro-organismos; pH 4.72; límite difuso y plano.</p>
	<p><b>AB (7-16 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo gris (2.5Y 5/1) con moteados de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8) en el 30% del horizonte aproximadamente; textura franco arenosa arcillosa (en campo); con estructura en bloques medios, y moderado desarrollo; consistencia en húmedo firme, en mojado plástica y pegajosa; frecuentes poros, finos; sin grietas ni fragmentos de roca; frecuentes raíces finas (vivas); frecuente actividad de macro-organismos; límite claro y plano.</p>
	<p><b>B1 (16-73 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo amarillo rojizo (7.5 YR 6/8) con moteados de color gris (7.5 YR 6/1) en el 40 % del horizonte aproximadamente, con textura arcillo arenosa (en campo) y arenoso franco (en laboratorio); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo muy firme, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros finos; sin grietas ni fragmentos de roca; pocas raíces, muy finas (vivas y muertas); poca actividad de macro-organismos; pH 4.85; límite difuso y plano.</p>
	<p><b>B2 (73-x cm)</b></p>	<p>Color en húmedo amarillo parduzco (10 YR 6/8), con textura arenosa arcillosa (en campo); con estructura en bloques medios, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo muy firme, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros finos; sin grietas ni fragmentos de roca; sin raíces ni actividad de macro-organismos.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1043590,00; N: 922236,00</p>		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Suelos de la Asociación RVHay: Aquic Dystrupepts - Fluventic Dystrupepts, Familia arenosa, Isotérmica. Perfil Modal 2780-LR SF-CAL-06:

Estos suelos se caracterizan por tener un relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Micro relieve ondulado. Afectados por encharcamientos (**Fotografía 3.2-37**).



**Fotografía 3.2-37** Relieve de Terraza agradacional nivel 4 (inferior), en la Consociación RVHay, en la vereda Concepción, jurisdicción del municipio de Villavicencio – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1038230,00 E y 938511,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son moderadamente superficiales, texturas medias a moderadamente gruesas, moderadamente bien a bien drenados, mediana a fuertemente ácidos, fertilidad moderada a baja; susceptibles a encharcamientos, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-48**).

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil Modal de la Asociación RVHay – Calicata 2780-LR\_SF-CAL-6 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH de fuertemente a medianamente ácido (5.27 a 5.93), con capacidad de intercambio catiónico de media baja (11.48 a 7.98 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,04 a 0,02 mmhos/cm) y porcentajes de sodio intercambiable (0.57 a 0.81%), evidencian suelos normales con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de fósforo medios a bajos (16.66 a 11.04 ppm), potasio bajos (0,15 a 0,07 meq/100cc); la densidad aparente (1,14 a 1,11 g/cc), evidencia suelos muy porosos, ya que en relación con la textura (FrA y AFr), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>25</sup>.

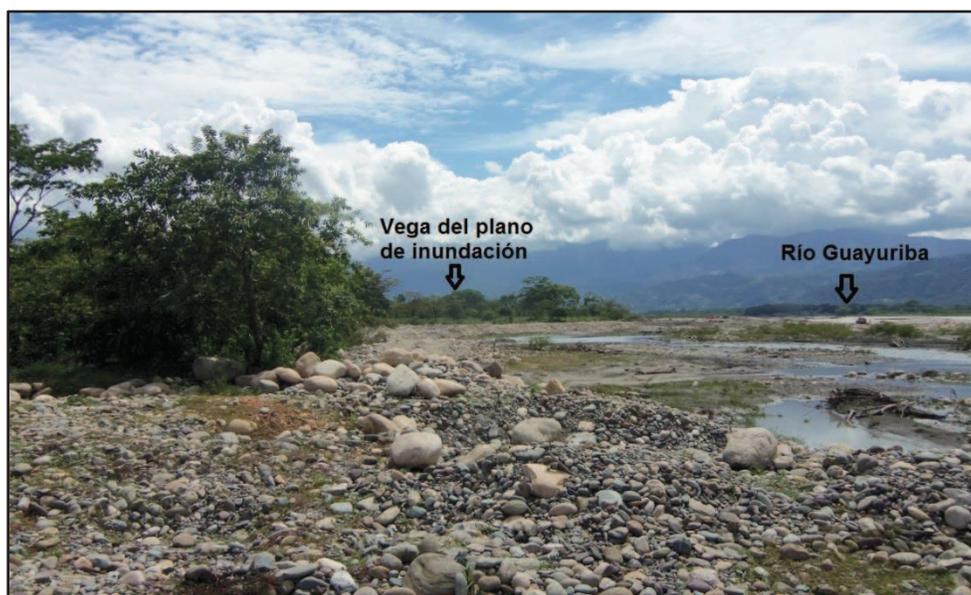
<sup>25</sup> [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

Tabla 3.2-48 Descripción del perfil modal de la Asociación RVHay (2780-LR\_SF-CAL-06)

	<p><b>A (0-11 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo (7.5 YR 4/2), con textura Arcillo arenosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado plástica y pegajosa; pocos poros muy finos; sin grietas ni fragmentos de roca; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 5.27; límite difuso y plano.</p>
	<p><b>AB (11-29 cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo (7.5 YR 4/2); textura Arcillo arenosa (en campo); con estructura en bloques finos, y moderado desarrollo; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, muy finos; sin grietas; fragmentos de roca que representan aproximadamente el 80% del horizonte, de forma subredondeada y mediana alteración; pocas raíces muy finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; límite difuso y plano.</p>
	<p><b>B (29-X cm)</b></p>	<p>Color en húmedo pardo (7.5 YR 4/4), con textura arenosa (en campo) y arenoso franco (en laboratorio); con estructura en bloques finos, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros muy finos; sin grietas ni fragmentos de roca; pocas raíces, muy finas (vivas y muertas); poca actividad de macro-organismos; pH 5.93.</p>
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1038230,00; N: 938511,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.</p>		

- **Unidades de suelos en el tipo de relieve de Plano de inundación.**

Esta unidad ocupa la posición de Plano de inundación dentro del paisaje de Planicie Aluvial. El relieve es plano a ligeramente inclinado con pendientes menores de 7%, ocupando las posiciones de vegas medias y vegas bajas de los grandes ríos que pasan por el AI del proyecto. Las unidades cartográficas de suelos que hacen parte de este tipo de relieve son: el complejo RVNabx y el Grupo Indiferenciado RVOax. (**Fotografía 3.2-38**).



**Fotografía 3.2-38** Vegas del tipo de relieve de Plano de Inundación, en el Grupo Indiferenciado RVOax, en la vereda El Rosario, jurisdicción del municipio de Acacias - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039653,00 E y 937291,00 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Suelos del Complejo RVNabx: Typic Tropofluvents - Tropic Fluvaquents, Familia esquelética arenosa, Isotérmica. Perfil Modal 2780-LR SF-CAL-08:

Estos suelos se caracterizan por tener un relieve ligeramente plano a ligeramente inclinado, pendientes 1 -7%, micro relieve cóncavo-convexo, surcado por cauces abandonados y lagunas. Estos suelos son Inundables pues en la época de lluvias los ríos crecen hasta desbordar su cauce e inundar las vegas bajas y parte de las medias (**Fotografía 3.2-39**).



**Fotografía 3.2-39** Relieve de Plano de inundación, en el Complejo RVNabx, en la vereda El Rosario, jurisdicción del municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039742,00 E y 936844,00 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son muy superficiales a superficial, texturas medias a moderadamente gruesas, imperfecta a pobremente drenados, fuertemente a ligeramente ácidos, fertilidad moderada a baja; susceptibles a inundaciones, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-49**).

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil Modal del Complejo RVNabx – Calicata 2780-LR\_SF-CAL-8 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH fuertemente ácido (5.23 a 5.05), con capacidad de intercambio catiónico

media (15.19 a 9.61 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,03 a 0,02 mmhos/cm) y porcentajes de sodio intercambiable (0.47 a 0.94%), evidencian suelos normales con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de fósforo medios (15.51 a 19.82 ppm), potasio de altos a bajos (0,5 a 0,17 meq/100cc); saturación de bases baja (22.86 a 16.79 %); la densidad aparente (1,11 a 1,06 g/cc), evidencia suelos muy porosos, ya que en relación con la textura (FrA), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>26</sup>.

**Tabla 3.2-49 Descripción del perfil modal del Complejo RVNabx**

	<b>A (0-11 cm)</b>	Color en húmedo pardo (7.5 YR 5/4), con moteados color pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en un 40% del horizonte, con textura Limo arenosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura granular fina, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado plástica y pegajosa; frecuentes poros finos; sin grietas ni fragmentos de roca; frecuentes raíces, finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH 5.23; límite difuso y plano.
	<b>B (11-20 cm)</b>	Color en húmedo gris oscuro (7.5 YR 4/1), con moteados color pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en un 40% del horizonte; textura limo arenosa (en campo) y franco arenosa (en laboratorio); con estructura granular fina, y moderado desarrollo; consistencia en húmedo muy friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; frecuentes poros, finos; sin grietas; ni fragmentos de roca; pocas raíces finas (vivas); poca actividad de macro-organismos; pH: 5.05; límite difuso y plano.
	<b>C (20-X cm)</b>	Color en húmedo pardo (7.5 YR 5/4), con textura arenosa (en campo; la fracción de suelo tiene una estructura migajosa fina, con desarrollo débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no plástica y no pegajosa; frecuentes poros finos; sin grietas; fragmentos de roca en el 80% del horizonte de tipo piedra subredondeada sin alteración; sin raíces; ni actividad de macro-organismos.
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1039742,00; N: 936844,00</p>		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

<sup>26</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

Suelos del Grupo indiferenciado RVOax: Typic Tropofluvents - Misceláneo de playones e islotes, Familia esquelética arenosa, Isotérmica. Perfil Modal 2780-LR SF-CAL-07:

Estos suelos se caracterizan por tener un relieve plano a ligeramente plano, pendientes 0-3%. Planicies de ríos trezados, inundables. Estos suelos son Inundables pues en la época de lluvias los ríos crecen hasta desbordar su cauce e inundar las vegas bajas y parte de las medias (**Fotografía 3.2-40**).



**Fotografía 3.2-40** Relieve de Plano de inundación, en el Grupo Indiferenciado RVOax, en la vereda El Rosario, jurisdicción del municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039628,00 E y 937165,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Los suelos de esta unidad son En su mayoría depósitos inestables, irregulares (playones e islotes). En otros sectores donde se presentan suelos, estos son superficiales de texturas moderadamente gruesas, imperfectamente a moderadamente bien drenados, fuertemente ácidos, fertilidad baja; susceptibles a inundaciones, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-50**).

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil Modal del Grupo Indiferenciado RVOax – Calicata 2780-LR\_SF-CAL-07 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH de muy fuertemente a fuertemente ácido (4.99 a 5.29), con capacidad de intercambio catiónico media (9.87 a 10.62 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,02 mmhos/cm) y porcentajes de sodio intercambiable (0.07 a 0.09%), evidencian suelos normales con contenidos de sales y sodio bajos; con contenidos de fósforo medios a muy altos (16.72 a 63.06 ppm), potasio bajos (0,08 a 0,04 meq/100cc); saturación de bases baja (20.88 a 14.69 %); la densidad aparente (1,26 a 1,13 g/cc), evidencia suelos muy porosos, ya que en relación con la textura (AFr - A), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>27</sup>.

<sup>27</sup> www.mn.nrcs.usda.gov

Tabla 3.2-50 Descripción del perfil modal del Grupo Indiferenciado RVOax

	A (0-13 cm)	Color en húmedo rojo oscuro (2.5 YR 3/2), con textura franco arenosa (en campo) y arenosa franco (en laboratorio); con estructura migajosa media, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; frecuentes poros finos; sin grietas ni fragmentos de roca; frecuentes raíces, finas (vivas); abundante actividad de macro-organismos; pH 4.99; límite difuso y plano.
	B (13-37 cm)	Color en húmedo oliva (5 Y 4/3); textura arenosa (en campo y en laboratorio); con estructura migajosa gruesa y desarrollo moderado; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no plástica y no pegajosa; frecuentes poros, muy finos; sin grietas; ni fragmentos de roca; frecuentes raíces muy finas (vivas); frecuente actividad de macro-organismos; pH: 5.29; límite difuso y plano.
	C1 (37-58 cm)	Color en húmedo oliva (5 Y 5/4), la fracción de suelo tiene una textura arenosa (en campo); sin estructura; El suelo tiene una consistencia en húmedo muy firme, en mojado no plástica y no pegajosa; pocos poros muy finos; sin grietas; fragmentos de roca en el 80% del horizonte de tipo piedra subredondeada sin alteración; sin raíces; ni actividad de macro-organismos; límite difuso y plano.
	C2 (58-120 cm)	Color en húmedo verde grisáceo (10 Y 5G 5/2), con textura arenosa (en campo) en la fracción de suelo; sin estructura; consistencia en húmedo muy firme, en mojado no plástica y no pegajosa; pocos poros finos; sin grietas; fragmentos de roca en el 70% del horizonte de tipo piedra subredondeada sin alteración; sin raíces; ni actividad de macro-organismos.
Coordinadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1039628,00; N: 937165,00 Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.		

- **Suelos de paisaje de valle**

Esta posición geomorfológica corresponde a superficies fluvio – depositacionales encajonadas dentro de paisajes de relieves relativamente más altos, localizadas en fajas alargadas, angostas y paralelas al cauce de los ríos Acacias y Orotoy, los cuales corresponden a caños grandes que drenan el área de estudio. Comprende el plano de inundación activo de río meándricos y trezados.

Este paisaje presenta un material basal constituido por depósitos mixtos de carácter aluvio - coluvial, que han dado origen a suelos poco evolucionados, distribuidos en áreas de relieve plano a ligeramente plano y bajo clima ambiental cálido húmedo y muy húmedo.

De este paisaje hace parte la unidad cartográfica de suelos: Asociación VVAabxy, Oxyaquic Dystropepts - Plinthic Trophaquepts - Typic Plinthaquepts.

- **Unidad de suelos en el tipo de relieve de Plano de Inundación.**

Estas asociaciones se encuentran en alturas entre 150 y 250 msnm, en clima ambiental cálido muy húmedo, con precipitación promedio anual superior a los 2000 mm y temperatura mayor de 24°C. Se localiza en el plano de inundación de los valles aluviales de los ríos anteriormente mencionados, con un relieve plano a ligeramente inclinado y pendientes que varían entre 0 y 7%.

Suelos de la Asociación VVAabxy: Oxyaquic Dystropepts - Plinthic Trophaquepts - Typic Plinthaquepts, Familia Arenosa, Isotérmica. Perfil Modal: Calicata 2780-LR SF-CAL-012

Esta unidad de suelos es desarrollada sobre el ambiente morfogenético del Paisaje de Valle Aluvial; en el clima ambiental cálido muy húmedo; con relieve plano a ligeramente inclinado, pendientes 0-7%, microrelieve cóncavo - convexo. Planicies meándricas y trezadas afectadas por inundaciones y encharcamientos (**Fotografía 3.2-41**).

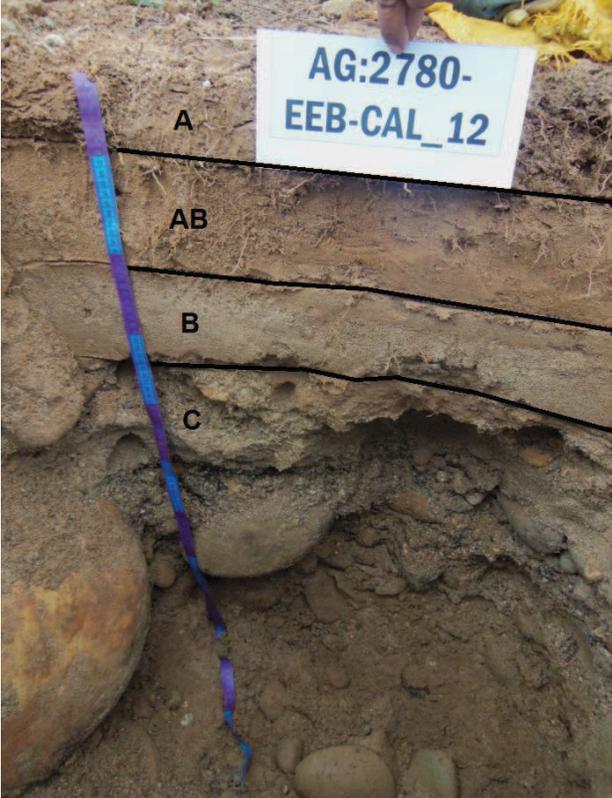
Los suelos de esta unidad son superficiales, texturas variadas medias a gruesas, imperfecta a pobremente drenados, poca pedregosidad superficial de tipo piedra, guijarro y cascajo la cual cubre entre el 1 y el 3% de la superficie, fuertemente ácidos, fertilidad moderada; susceptibilidad a inundaciones y encharcamientos, en un régimen de temperatura isotérmico y régimen de humedad Údico (**Tabla 3.2-51**).



**Fotografía 3.2-41** Tipo de relieve de Plano de inundación, en la Asociación VVAabxy, río Orotoy en la vereda Betania, jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043805,00 E y 922315,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Tabla 3.2-51 Descripción de la asociación VVAabxy (2780-LR\_SF-CAL-012)

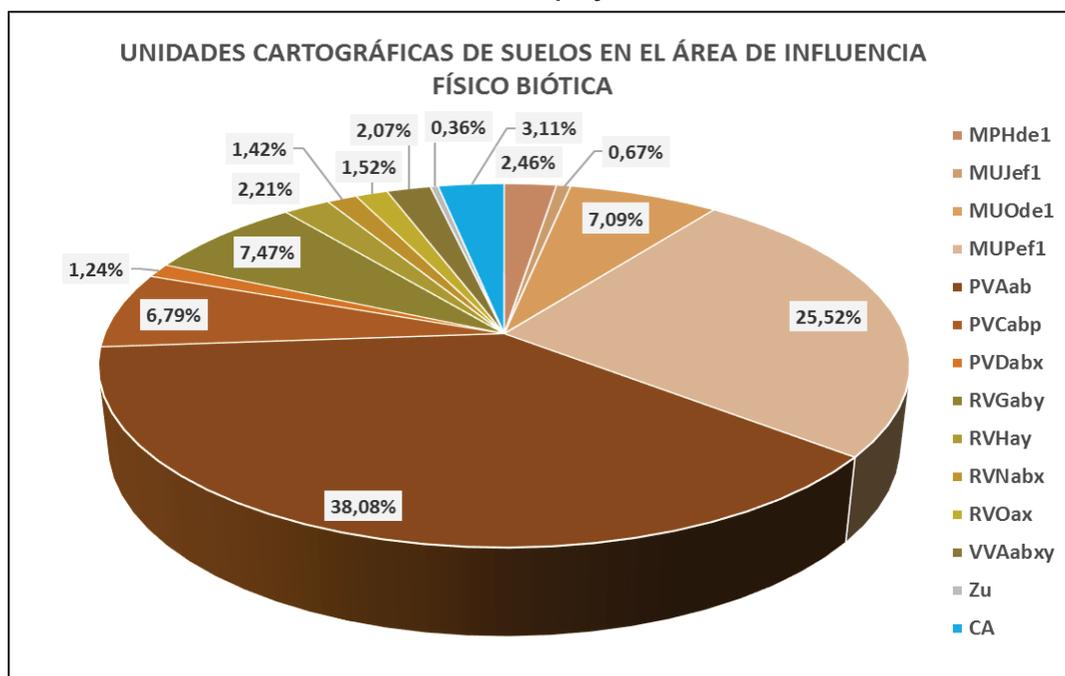
	A (0-9 cm)	Color en húmedo pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) con textura franco limosa (en campo) y arenosa franca (en laboratorio); con estructura migajosa media, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo friable, en mojado ligeramente plástica y ligeramente pegajosa; pocos poros, finos; sin presencia de grietas ni material rocoso; frecuentes raíces, finas (vivas); frecuente actividad de macro-organismos; pH 5.45; límite claro y plano.
	AB (9-21 cm)	Color en húmedo amarillo parduzco (10YR 7/6); textura arena limosa (en campo); con estructura migajosa fina, con desarrollo moderado; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no plástica y no pegajosa; pocos poros, muy finos; sin presencia de material rocoso ni grietas; pocas raíces, vivas y finas; poca actividad de macro-organismos; límite claro y plano.
	B (21-34 cm)	Color en húmedo amarillo (10YR 7/6); textura arenosa (en campo y en laboratorio); con estructura migajosa fina, con desarrollo débil; consistencia en húmedo muy friable, en mojado no plástica y no pegajosa; pocos poros, muy finos; sin grietas; ni presencia de material rocoso; pocas raíces, vivas, finas; con poca actividad de macro-organismos; límite claro y plano.
	C (34 - X cm)	Color en húmedo rojo claro (2.5YR 7/6); horizonte rocoso; sin estructura; consistencia en húmedo muy firme, en mojado no plástica y no pegajosa; frecuentes poros, finos; sin grietas; con presencia de material rocoso en el 80% del horizonte de tipo piedra y pedregón de forma subredondeada y sin alteración; sin raíces; ni actividad de macro-organismos.
<p>Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá: E: 1043845,00; N: 922276,00</p> <p>Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.</p>		

Los análisis fisicoquímicos del suelo presentados en el Perfil modal de la asociación VVAabxy - CALICATA 2780-LR\_SF-CAL-12 (**Anexo D.2 – Componente suelos**); muestran que son suelos con pH de fuertemente a medianamente ácido (5.45 a 5.59), con capacidad de intercambio catiónico de media a baja (10,05 a 6.97 meq/100g); la conductividad eléctrica (0,03 a 0.02 dS/m) y porcentajes de sodio intercambiable (0.13 a 0.19%), evidencian suelos normales, con contenidos de sales y de sodio bajos sin limitante para

algunos cultivos y coberturas naturales; con contenidos de materia orgánica medios a bajos (2.07 a 0.14 %), saturación de bases baja (25.05 a 16.51%), fósforo alto (106.93 a 39.95 ppm), potasio bajos (0,07 a 0,05 meq/100cc); la densidad aparente (1.32 y 1,17 g/cc en orden descendente del perfil modal), evidencia suelos con una porosidad ligeramente alta en todos los horizontes, ya que en relación con la textura (AF-A), se encuentran por debajo de los valores reportados por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)<sup>28</sup>.

Finalmente, se concluye que la unidad cartográfica de suelos con mayor representatividad dentro del área de influencia físico biótica de la línea, es la consociación PVAab con un 38.08% del área (**Imagen 3.2-36**), a continuación, se presenta la distribución total.

**Imagen 3.2-36** Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia físico biótica del proyecto

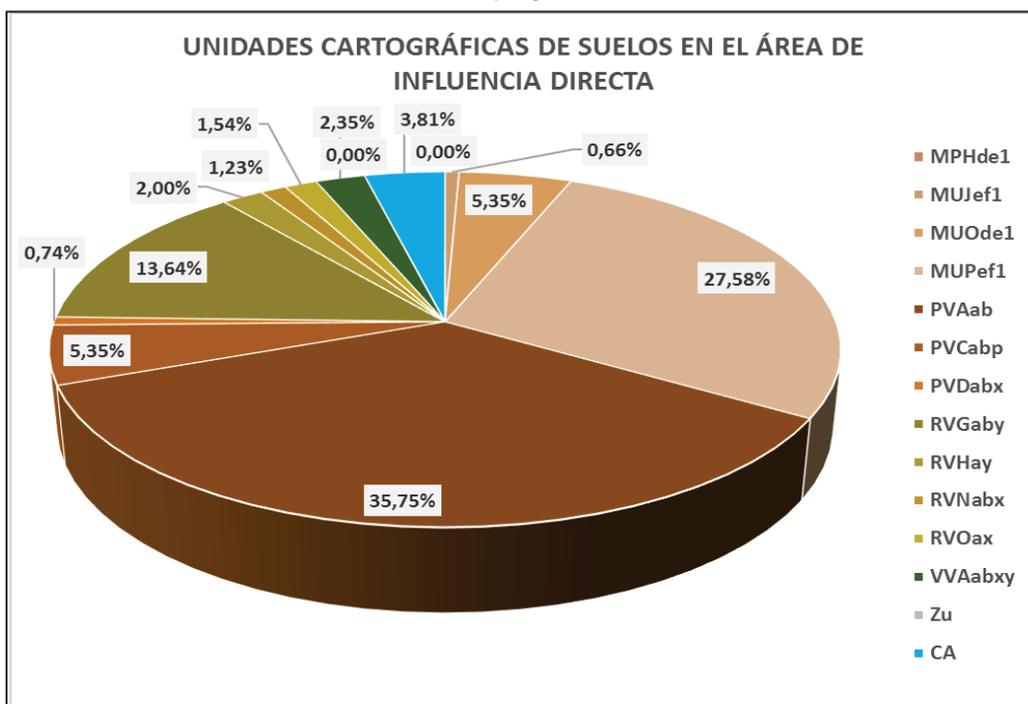


Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Ahora, dentro del área de influencia directa de la línea de transmisión la unidad cartográfica de suelos con mayor representatividad también es la consociación PVAab con un 35.75% del área, seguida de la asociación MUPef1 con un 27.58% del área de influencia directa (**Imagen 3.2-37**).

<sup>28</sup> [www.mn.nrcs.usda.gov](http://www.mn.nrcs.usda.gov)

Imagen 3.2-37 Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

En la **Tabla 3.2-52**, se muestra la unidad cartográfica de suelos, el nombre de la calicata realizada en campo y su respectiva nomenclatura, así como la localización con su origen de coordenadas. Adicionalmente, se muestra los resultados de acidez y conductividad de cada una de las unidades de suelo y su equivalencia en función de la resistividad. Por último, en la tabla se presenta la localización de las torres dentro de cada unidad cartográfica de suelos.

Tabla 3.2-52 Ubicación de los perfiles modal de suelos y pruebas de infiltración

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS	CALICATA	MUESTREO	COORDENADAS MANGA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		Acidez	Conductividad eléctrica (dS/m)	Resistividad (ohm - símbolo Ω)	Identificación de los sitios de torre dentro de cada unidad de suelo
			ESTE	NORTE				
MJPef1	2780-LR-SF_CAL-1	2780-LR_SF-CAL-1_0/24 2780-LR_SF-CAL-1_24/65	1040813	950587	Suelos con pH muy fuertemente ácido (4.69 a 4.82)	0,02 dS/m	500	12,13,14N,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,26 y27
MPHe1	2780-LR-SF_CAL-2	2780-LR_SF-CAL-2_0/18 2780-LR_SF-CAL-2_18/47	1040015	946941	Suelos con pH muy fuertemente ácido (4.79 a 4.8)	0,02 dS/m	500	
MJJe1	2780-LR-SF_CAL-3	2780-LR_SF-CAL-3_0/8 2780-LR_SF-CAL-3_8/49	1038224	942785	Suelos con pH extremadamente ácido (4.4 a 4.88)	0,03 dS/m	333,33	
PVCap	2780-LR-SF_CAL-4	2780-LR_SF-CAL-4_0/8 2780-LR_SF-CAL-4_8/105	1038494	939730	Suelos con pH fuertemente ácido (5.4 a 5.28)	Entre 0,01 y 0,02 dS/m	Entre 1000 y 500	35,36,37 y38
MJODE1	2780-LR-SF_CAL-5	2780-LR_SF-CAL-5_0/11 2780-LR_SF-CAL-5_11/89	1038607	942148	Suelos con pH muy fuertemente ácido (4.69 a 4.96)	Entre 0,06 y 0,02 dS/m	Entre 166,67 y 500	29,30,31,32,33 y34
RVHay	2780-LR-SF_CAL-6	2780-LR_SF-CAL-6_0/11 2780-LR_SF-CAL-6_29/74	1038230	938511	Suelos con pH fuertemente a medianamente ácida (5.27 a 5.93)	Entre 0,04 y 0,02 dS/m	Entre 250 y 500	39 y 40
RVOax	2780-LR-SF_CAL-7	2780-LR_SF-CAL-7_0/13 2780-LR_SF-CAL-7_13/37	1039628	937165	Suelos con pH muy fuerte a fuertemente ácida (4.99 a 5.29)	0,02 ds/m	500	42
RVNax	2780-LR-SF_CAL-8	2780-LR_SF-CAL-8_0/11 2780-LR_SF-CAL-8_11/20	1039742	936844	Suelos con pH fuertemente ácida (5.23 a 5.03)	Entre 0,03 y 0,02 dS/m	Entre 333,33 y 500	
PVAab	2780-LR-SF_CAL-9	2780-LR_SF-CAL-9_0/15 2780-LR_SF-CAL-9_15/64	1043599	926238	Suelos con pH extremadamente ácido a muy fuertemente ácido (4.49 a 4.84)	Entre 0,03 y 0,02 dS/m	Entre 333,33 y 500	43, 44, 45,46, 47N, 48, 49, 50,51,52,53,54,56,57,58, 59,60,62, 63,64,65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72,
RVGay	2780-LR-SF_CAL-11	2780-LR_SF-CAL-11_0/7 2780-LR_SF-CAL-11_16/73	1043590	922236	Suelos con pH muy fuertemente ácida (4.72 a 4.85)	Entre 0,03 y 0,02 dS/m	Entre 333,33 y 500	78, 79, 80 y81
WAaxy	2780-LR-SF_CAL-12	2780-LR_SF-CAL-12_0/9 2780-LR_SF-CAL-12_21/34	1043845	922276	Suelos con pH fuertemente a medianamente ácida (5.45 a 5.59)	Entre 0,03 y 0,02 dS/m	Entre 333,33 y 500	01/03/1900

Fuente: CONSORCIO INGEDIISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016

### 3.2.3.2 Uso potencial (clasificación de tierras por capacidad de uso)

La Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras se hizo de acuerdo con la metodología utilizada por la USDA, (1964), la cual fue adoptada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2010)<sup>29</sup>. Esta metodología permite agrupar las unidades cartográficas de suelos en grupos que tienen las mismas limitaciones y por tanto la misma capacidad para hacer uso agrícola, pecuario, forestal o áreas de conservación protección y/o manejo especial, que garantice el desarrollo sostenible del recurso suelo.

La clase (número romano de I hasta VIII), representa grupos de suelos que muestran un mismo grado relativo de limitaciones y riesgos, los cuales se incrementan paulatinamente hasta llegar a la última clase VIII, en donde las tierras poseen tantas y tan severas limitaciones que no permiten el desarrollo de ninguna actividad agropecuaria, quedando restringidas a la conservación natural y/o la recreación. Este sistema, está estructurado de forma tal que, a medida que se incrementa la clase por capacidad agrológica, disminuye la gama de cultivos a implantar, y, por el contrario, se incrementan las prácticas de manejo y también aumentan significativamente la necesidad de proteger el recurso, así:

- Tierras arables, con capacidad para cualquier tipo de cultivo, con pocas prácticas de conservación de suelos (clases I y II).
- Tierras arables, con restricciones en la selección de cultivos, con prácticas intensivas de conservación de suelos (clases III y IV).
- Tierras para ganadería con praderas mejoradas, cultivos permanentes y/o reforestación (clase V y VI).
- Tierras forestales con posibilidades de uso sostenible del bosque (clase VII).
- Tierras destinadas a la conservación y la protección de la naturaleza. Generalmente constituyen ecosistemas estratégicos para el abastecimiento de agua y son muy vulnerables (clase VIII).

Para la determinación de la subclase de una unidad de capacidad, se tiene en cuenta únicamente las limitantes de mayor grado de severidad, es decir, aquellos que llevaron a las tierras a ser clasificadas en una determinada clase agrológica. Entre las limitaciones se tiene: la pendiente (p), la erosión (e), al suelo (s) la humedad (h) y el clima (c).

A continuación, se presenta la calificación de capacidad de uso para las unidades cartográficas de suelos identificadas en el área de influencia de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando (**Tabla 3.2-53 Y Tabla 3.2-54**).

---

<sup>29</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

Tabla 3.2-53 Clasificación de la capacidad de uso de las unidades de suelo

CLASE	EROSION (e)	PENDIENTE (p)	HUMEDAD		SUELO								CUMA						
					Profundidad efectiva (cm)	Grupo textural	Fragmentos de roca en el suelo (% por vol.)	Pedregosidad superficial	Afloram. R. Roccosidad	Fertilidad	Características Químicas			Distribución de las Hojas	Piso térmico	Condición de humedad	Temperatura / Heladas		
											SALINIDAD Y ALCALINIDAD							Relación Ca/Mg	Saturación de aluminio %
Grado	%	Drenaje Natural	Inundaciones Frecuencias								% de Área afectada	Salas	Sodio						
I	No hay	≤3	Bien drenado	No hay	> 100	Medias, Moderadamente finas	< 3	< 0,1	< 0,1	Muy alta, Alta, Media	No	No hay	No hay	Normal	0 - 30	1, 2	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12
II	No hay	<3 a 7	Moderadamente bien drenado	Raras	> 100	Moderadamente Gruesas, Medias, Finas	< 3	< 0,1	0,1 a 2	Muy alta, Alta, Media	< 5	No	No	Estrecha > a 50 cm de profundidad	0 - 30	1, 2	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12 (1)
III	Ligera	7 a 12	Mod. Bien drenado	Ocasionales	>100, 76 a 100, 60 a 76.	Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Permeables	3 a 15	0,1 a 3	0,1 a 2 2 a 10	Muy alta, Alta, Media, Baja	5 a 15	No	No	Estrecha < a 50 cm de profundidad	30 - 60	1, 2, 3	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12 (2)
IV	Moderada	12 a 25	Imperfectamente drenado	Frecuentes	>100, 76 a 100, 60 a 76, 60 a 26	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Poco permeables	15 a 35	3 a 15	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25	Muy alta, Alta, Media, Bajo, Muy Baja	15 - 50	No	No	Invertida < a 50 cm de profundidad	60 - 90	1, 2, 3, 4	Cálido, Templado, Frio	Muy húmedo a seco	> a 12 (3)
V	No hay	< 7	Pobremente drenado.	Muy frecuentes	Cualquiera	Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Muy Finas	3 a 15	15 a 50	0,1 a 2 2 a 10	Cualquiera	< 75	No	No	Cualquiera	Cualquiera	1, 2, 3, 4, 6, 8	Cálido, Templado, Frio	Muy húmedo a seco	> a 12
	Ligera		Muy pobremente drenado				15 a 35					No	No						
VI	Moderada	25 a 50	Pobremente drenado. Muy pob. Drenado Mod. Excesivo	Frecuentes	≤26	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Muy Finas	35 a 50	15 a 50	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 - 60	Cualquiera	< 50	No	No	Cualquiera	> 90	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio	Muy húmedo a seco	> a 8
VII	Severa	50 a 75	Muy pob drenado. Excesivo	Muy Frecuentes	Cualquiera	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Muy Finas	> 50	50 a 90	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 a 60 50 a 90	Cualquiera	< 75	No	No	Cualquiera	> 90	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio, Extrem. Frio	Fluvial a semi árido	> a 4
VIII	Muy severa	> 75	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Muy Finas	Cualquiera	> 90	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 a 60 50 a 90 90	Cualquiera	> 75	No	No	Cualquiera	Cualquiera	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio, Extrem. Frio, Sub-árido	Cualquiera	

1. Suficientes durante los dos semestres: permiten cultivos continuados
2. Suficientes durante un semestre, con deficiencias en el siguiente
3. Suficientes durante un semestre, con exceso en el siguiente
4. Exceso durante los dos semestres: permite ciertos cultivos
5. Deficiencias durante los dos semestres: permite ciertos cultivos
6. Exceso durante los dos semestres: no permite cultivos
7. Deficiencias durante los dos semestres: no permite cultivos

1. Bajas <2 al año
2. Medianas 3 a 4 al año
3. Altas >4 al año

NOTA: El grado de afectación del factor se incrementa de la clase 1 a la 8

Fuente: Modificado por Antea Group, 2017 de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología. Para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Grupo interno de trabajo levantamiento de suelos. Pág. 37. Cód. M40100-01/11. Versión 1. Bogotá, 2010. 41p

Tabla 3.2-54 Clasificación de la capacidad de uso de las unidades de suelo

CLASE	EROSION (e)	PENDIENTE (p)	HUMEDAD		SUELO								CLIMA						
					Profundidad efectiva (cm)	Grupo textural	Fragmentos de roca en el suelo (% por vol.)	Pedregosidad superficial	Afloram. R. Roccosidad	Fertilidad	Características Químicas			Reducción Ca/Mg	Saturación de aluminio %	Distribución de las Buzas	Piso térmico	Condición de humedad	Temperatura / Heladas
											SALINIDAD Y ALCALINIDAD								
Grado	%	Drenaje Natural	Inundaciones Frecuencias	% de Area afectada	Salts	Sodio	% de Acidez	Na > 100 cm profundidad	Na > 50 cm profundidad	Na > 25 cm profundidad	Invertida < a 50 cm de profundidad	Arriba a cualquier profundidad	Arriba < 25cm profundidad	Arriba < 50cm profundidad	Arriba < 100cm profundidad				
I	Suficiente	< 3	Bien drenado	No hay	> 100	Medias, Moderadamente finas	< 3	< 0,1	< 0,1	Muy alta, Alta, Media	No	No hay	No hay	Normal	0 - 30	1, 2	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12
II	No hay	< 3 a 7	Moderadamente bien drenado	Raras	> 100	Moderadamente Gruesas, Medias, Finas	< 3	< 0,1	0,1 a 2	Muy alta, Alta, Media	< 5	No	No	Estrecha > a 50 cm de profundidad	0 - 30	1, 2	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12 (1)
III	Ligera	7 a 12	Mod. Bien drenado	Ocasionales	>100, 76 a 100, 60 a 76.	Mod. Gruesas, Medias, Permeables	3 a 15	0,1 a 3	0,1 a 2 2 a 10	Muy alta, Alta, Media, Baja	5 a 15	No	No	Estrecha > a 50 cm de profundidad	30 - 60	1, 2, 3	Cálido, Templado, Frio	Húmedo a seco	> a 12 (2)
IV	Moderada	12 a 25	Imperfectamente drenado	Frecuentes	>100, 76 a 100, 60 a 76, 60 a 26.	Gruesas, Mod. Gruesas, Mod. Finas, Finas, Poco permeables	15 a 35	3 a 15	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25	Muy alta, Alta, Media, Baja, Muy Baja	15 - 50	No	No	Invertida < a 50 cm de profundidad	60 - 90	1, 2, 3, 4	Cálido, Templado, Frio	Muy húmedo a seco	> a 12 (3)
V	No hay Ligera	< 7	Pobremente drenado. Muy pobremente drenado.	Muy frecuentes	Cualquiera	Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Muy Finas	15 a 25 15 a 35	15 a 50	0,1 a 2 2 a 10	Cualquiera	>75	No	No	Cualquiera	Cualquiera	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	Cálido, Templado, Frio	Muy húmedo a seco	> a 12
VI	Moderada	25 a 50	Pobremente drenado. Muy pob. drenado Mod. Excesivo	Frecuentes	≤ 26	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Finas, Muy Finas	35 a 50	15 a 50	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 - 60	Cualquiera	< 50	No	No	Cualquiera	> 90	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio	Muy húmedo a seco	> a 8
VII	Severa	50 a 75	Muy pob drenado. Excesivo	Muy Frecuentes	Cualquiera	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Finas, Muy Finas	> 50	50 a 90	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 a 60 50 a 90	Cualquiera	>75	No	No	Cualquiera	> 90	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio, Extremo, Frio	Fluvial a semi árido	> a 8
VIII	Muy severa	> 75	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Gruesas, Mod. Gruesas, Medias, Mod. Finas, Finas, Muy Finas	Cualquiera	> 90	0,1 a 2 2 a 10 10 a 25 25 a 60 50 a 90 90	Cualquiera	>75	No	No	Cualquiera	Cualquiera	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Cálido, Templado, Frio, Muy Frio, Extremo, Frio, Sub-árido	Fluvial a árido	Cualquiera

1. Suficientes durante los dos semestres: permiten cultivos continuados
2. Suficientes durante un semestre, con deficiencias en el siguiente
3. Suficientes durante un semestre, con exceso en el siguiente
4. Exceso durante los dos semestres: permite ciertos cultivos
5. Deficiencias durante los dos semestres: permite ciertos cultivos
6. Exceso durante los dos semestres: no permite cultivos
7. Deficiencias durante los dos semestres: no permite cultivos

1. Bajas ≤ 2 al año
2. Medianas 3 a 4 al año
3. Altas > 4 al año

NOTA: El grado de afectación del factor se incrementa de la clase 1 a la 8

Fuente: Modificado por Antea Group, 2017 de INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Metodología. Para la clasificación de las tierras por su capacidad de uso. Grupo interno de trabajo levantamiento de suelos. Pág. 37. Cód. M40100-01/11. Versión 1. Bogotá, 2010. 41p

Donde la ruta de calificación para cada unidad de suelo se presenta a continuación en la **Tabla 3.2-55**.

**Tabla 3.2-55 Ruta de calificación de la clasificación agrologica desde las Unidades cartográficas de suelos**

UNIDADES CARTOGRÁFICAS DE SUELOS	PERFIL MODAL	RUTA DE CALIFICACIÓN DEL USO POTENCIAL	CLASE/SUBCLASE
Asociación MPHde1	2780-LR_SF-CAL-02	-----	VII sp
Asociación MUJef1	2780-LR_SF-CAL-03	-----	VII sp
Complejo MUOde1	2780-LR_SF-CAL-05	-----	VII sp
Asociación MUPef1	2780-LR_SF-CAL-01	-----	VII sp
Consociación PVAab	2780-LR_SF-CAL-09	-----	IV s
Consociación PVCabp	2780-LR_SF-CAL-04	-----	IV s
Grupo Indiferenciado PVDabx	2780-LR_SF-CAL-10	-----	VI hs
Consociación RVGaby	2780-LR_SF-CAL-11	-----	IV hs
Asociación RVHay	2780-LR_SF-CAL-06	-----	III hs
Complejo RVNabx	2780-LR_SF-CAL-08	-----	V hs
Grupo Indiferenciado RVOax	2780-LR_SF-CAL-07	-----	VIII
Asociación VVAabxy	2780-LR_SF-CAL-12	-----	V hs

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

De acuerdo con lo anterior, en el área de estudio se identificaron tierras con capacidad de uso clase III, IV, V, VI, VII y VIII. La descripción de las subclases se presenta en el mismo orden de la leyenda del mapa de uso potencial o capacidad de uso (**Tabla 3.2-56** y mapa **EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2035** – Uso Potencial del suelo).

**Tabla 3.2-56 Leyenda del mapa de Uso potencial –Capacidad de uso**

CLASE / SUBCLASE	UNIDAD DE SUELOS	CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES LIMITANTES PARA USO	USOS RECOMENDADOS	USO POTENCIAL DEL SUELO*	TIPO DE USO POTENCIAL*	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
						ha.	%	ha.	%
III hs	RVHay	Esta unidad presenta limitantes por características propias de la unidad de suelos respectiva pues son suelos susceptibles a encharcamientos e inundaciones cortas y ocasionales, moderadamente superficiales, con fertilidades de medias a bajas.	La unidad tiene aptitud para agricultura con cultivos anuales y semiperennes como arroz, sorgo, maíz, soya, plátano, y en algunas áreas, para la siembra de pastos introducidos para ganadería semi-intensiva.	Agrícola	Cultivos transitorios semi-intensivos e intensivos	2,12	1,99	218,83	2,21
IV s	PVAab	Esta unidad presenta limitantes por ser suelos con fragmentos de roca en su perfil pero solo en algunos sectores – pues son pedregosos en sectores apicales y esta presencia de capas pedregosas impide la mecanización, fuertemente ácidos, fertilidad baja – pobreza de nutrientes y presenta toxicidad por aluminio en ciertos sectores.	La unidad presenta aptitud para cultivos anuales y perennes como frijol, yuca, caña, cacao, frutales y pastos introducidos para ganadería semi-intensiva.	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	43,59	40,90	4.451,37	44,87
	PVCabp								
IV hs	RVGaby	Esta unidad presenta limitantes por características propias de las unidades de suelos respectivas pues son suelos imperfectamente drenados, fertilidad natural de baja a muy baja, contenido de aluminio elevado y susceptibilidad a encharcamientos de corta duración.	Estas tierras son aptas para cultivos anuales y perennes (caña, sorgo, arroz, maíz, palma africana, frutales) y pastos introducidos (braquiaria) para ganadería semi-intensiva.	Agrícola	Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos	14,46	13,57	741,25	7,47
V hs	RVNabx	Esta unidad presenta limitantes por características de humedad (Pobrememente drenado e inundaciones frecuentes en épocas de altas precipitaciones), además presentan características propias de la unidad de suelo respectiva (Profundidad efectiva superficial).	Estas tierras se pueden utilizar en uso agroforestal, para zoolcultura mixta y para la conservación y protección de las zonas que presenten encharcamientos casi permanentes a lo largo del año.	Agroforestal	Silvopastoril	3,79	3,56	346,09	3,49
	VVAabxy								
VI hs	PVDabx	Esta unidad presenta limitantes por características de humedad pues están afectados por inundación y encharcamientos cuando los caños se desbordan en épocas de altas precipitaciones. Además, también tiene limitantes propias de la unidad de suelo (pobrememente drenados y algunos pedones son superficiales).	Estos suelos son aptos para la agroforestería con ganadería extensiva, zoolcultura y para la conservación y protección del bosque natural en zonas no intervenidas.	Agroforestal	Silvopastoril	0,79	0,74	123,21	1,24
VII sp	MPHde1	Limitantes por características del suelo: profundidad efectiva superficial a muy superficial. Además las pendientes en todas las unidades pueden llegar a ser hasta ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan problemas de estabilidad sectorizados, con presencia de erosión de tipo ligera.	Esta unidad tiene vocación forestal para producción - protección, conservación y protección de los recursos naturales. Los sectores de menor pendiente se pueden dedicar a la ganadería extensiva con pastos introducidos y usos forestales de producción. Es importante en la explotación de las especies forestales dar un manejo técnico e integral realizando prácticas que protejan la vegetación y conserven el equilibrio del ecosistema	Forestal	Producción-protección	36,14	33,92	3.545,25	35,74
	MUJef1								
	MUOde1								
	MUPef1								
VIII	RVOax	Las limitaciones que presenta esta unidad radican en que estos suelos están localizados en las playas y playones los cuales tienen problemas de inundaciones muy frecuentes cuando se presentan crecientes de los ríos. Además, presentan fragmentos de roca a lo largo del perfil que impiden el aprovechamiento agropecuario de estos suelos.	Estos suelos son aptos para la conservación y protección de la cobertura natural. Como nicho de desarrollo de los ecosistemas propios de la zona.	Conservación	Recursos hídricos	1,63	1,53	150,42	1,52
ZU	ZU	Zonas o Cascos urbanos				0,00	0,00	35,98	0,36
CA	CA	Jagüeyes, lagos, lagunas, ríos y reservorios				4,04	3,79	308,52	3,11
<b>ÁREA TOTAL</b>						<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

A continuación, se presenta la descripción de las clases agrológicas (Uso potencial) identificadas en el área de influencia físico biótica de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando:

### 3.2.3.2.1 Tierras de la clase III

De acuerdo con el IGAC<sup>30</sup>, la clase III son tierras aptas para prácticas agrícolas con intensidad moderada, pues en general presentan limitaciones moderadas por suelo o por suelo y drenaje. De esta clase hace parte la unidad cartográfica de suelo Asociación RVHay.

- **Tierras de la Subclase III hs**

Unidad de suelo Asociación RVHay, con pendiente de nivel a ligeramente plana (0-3%), corresponde a un conjunto de terrazas de niveles inferiores que se localizan en el paisaje de la Planicie Aluvial. Estos suelos son moderadamente superficiales, de moderadamente a bien drenados con familia Arenosa, con régimen de temperatura isotermico y de humedad Údico.

Esta unidad presenta limitantes por características propias de la unidad de suelos respectiva pues son suelos susceptibles a encharcamientos e inundaciones cortas y ocasionales, moderadamente superficiales, con fertilidades de medias a bajas. **(Fotografía 3.2-42).**



**Fotografía 3.2-42** Suelos con clasificación agrológica III hS correspondiente a la Asociación RVHay, vereda Concepción, municipio de Villavicencio – Meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1044083,81 E y 922189,82 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Las tierras de esta subclase tienen aptitud para agricultura con cultivos anuales y semiperennes como arroz, sorgo, maíz, soya, plátano, y en algunas áreas, para la siembra de pastos introducidos para ganadería semi-intensiva. Por lo anterior se le asigna un uso potencial agrícola y un tipo de uso de Cultivos transitorios semi-intensivos e intensivos.

<sup>30</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

### 3.2.3.2.2 Tierras de clase IV

De acuerdo con el IGAC<sup>31</sup>, la clase IV son tierras aptas para prácticas agroforestales de tipo agrosilvopastoriles con pastos de buenos rendimientos y con un manejo técnico de potreros. De esta clase hace parte las unidades cartográficas de suelo: consociación PVAab, consociación PVCabp, consociación RVGaby, y asociación VVAabxy.

- **Tierras de la Subclase IV s**

Unidades de suelo consociación PVAab y PVCabp, en el clima cálido muy húmedo, con pendiente a nivel a ligeramente inclinado (0-7%), corresponde a un conjunto de tipos de relieve de terrazas y abanicos antiguos localizados en el paisaje de Piedemonte mixto. Estos suelos son moderadamente profundos a profundos, texturas medias a moderadamente gruesas, bien drenados a excesivamente drenados, con familia Franca gruesa, con régimen de temperatura isotermico y de humedad Ústico.

Esta unidad presenta limitantes por ser suelos con fragmentos de roca en su perfil, pero solo en algunos sectores – pues son pedregosos en sectores apicales y esta presencia de capas pedregosas impide la mecanización, fuertemente ácidos, fertilidad baja – pobreza de nutrientes y presenta toxicidad por aluminio en ciertos sectores. (**Fotografía 3.2-43**).



**Fotografía 3.2-43** Suelos con clasificación agrologica IVs correspondiente a la consociación PVAab y PVCabp, vereda San Isidro de Chichimene, municipio Acacias - Meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043599,00 E y 926238,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

La unidad presenta aptitud para cultivos anuales y perennes como frijol, yuca, caña, cacao, frutales y pastos introducidos para ganadería semi-intensiva en algunos sectores con mayores restricciones. Por lo anterior se le asigna un uso potencial agrícola y un tipo de uso de Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos.

- **Tierras de la Subclase IV hs**

Unidad de suelo consociación RVGaby, en el clima cálido muy húmedo, relieve ligeramente plano a ligeramente ondulado (0-7%), corresponde a la terraza nivel 3 y al plano de inundación de los Paisajes de Planicie y Valle aluvial respectivamente. Estos suelos son profundos a superficiales, texturas medias a moderadamente gruesas, bien drenados a pobremente drenados, con familia arenosa, con régimen de temperatura isotermico y de humedad Ústico.

<sup>31</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

Esta unidad presenta limitantes por características propias de las unidades de suelos respectivas pues son suelos imperfectamente drenados, fertilidad natural de baja a muy baja, contenido de aluminio elevado y susceptibilidad a encharcamientos de corta duración. (Fotografía 3.2-44).



**Fotografía 3.2-44** Suelos con clasificación agrologica IV hs correspondiente a la consociación RVGaby, vereda Betania, jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043590,00 E y 922236,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Estas tierras son aptas para cultivos anuales y perennes (caña, sorgo, arroz, maíz, palma africana, frutales) y pastos introducidos (braquiaria) para ganadería semi-intensiva. Por lo anterior se le asigna un uso potencial agrícola y un tipo de uso de Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos.

#### 3.2.3.2.3 Tierras de clase V

Según el IGAC<sup>32</sup> la clase V son tierras que presentan algunas limitaciones en términos generales por humedad pues en algunos sectores se presentan inundaciones en épocas de altas precipitaciones, en las que se pueden desarrollar sistemas agroforestales, en algunas zonas se puede implementar ganadería de tipo extensivo evitando el sobrepastoreo y con buen manejo de potreros. De esta clase de tierras hacen parte el Complejo RVNabx y la asociación VVAabxy.

- **Tierras de la Subclase V hs**

A esta subclase pertenecen suelos en el clima cálido muy húmedo, con pendiente a nivel ligeramente inclinada (0-7%), corresponde a los planos de inundación de los paisajes de Valle y Planicie Aluvial. Estos suelos son superficiales, imperfecta a pobremente drenados, con familia esquelética arenosa y arenosa, con régimen de temperatura isotermico y de

<sup>32</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

humedad Údico. Esta unidad presenta limitantes por características de humedad (Pobremente drenado e inundaciones frecuentes en épocas de altas precipitaciones), además presentan características propias de la unidad de suelo respectiva (Profundidad efectiva superficial). (**Fotografía 3.2-45**).



**Fotografía 3.2-45** Suelos correspondientes a los planos de inundación del valle y planicie aluvial, en la clase agrológica V, vereda Betania, jurisdicción del municipio de Castilla La Nueva - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043805,00 E y 922315,00 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Estas tierras se pueden utilizar en uso agrosilvopastoril, para zoocultura mixta y para la conservación y protección de las zonas que presenten encharcamientos casi permanentes a lo largo del año. Por lo anterior se le asigna un uso potencial agroforestal y un tipo de uso Silvopastoril.

#### 3.2.3.2.4 Tierras de la clase IV

Según el IGAC<sup>33</sup> la clase VI son tierras con limitaciones de moderadas a altas para realizar un aprovechamiento intensivo de las áreas, por lo que se deberían aplicar usos Agroforestales. De esta clase de tierras hace parte el Grupo Indiferenciado PVDabx.

##### - Tierras de la Subclase VI hs

Los suelos de esta clase agrológica están localizados en el clima cálido muy húmedo, con pendiente a nivel a ligeramente plana (0-3%), corresponde a los vallecitos que se presentan en el paisaje de piedemonte mixto. Estos suelos son moderadamente profundos, texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas, imperfecta a pobremente drenados, muy fuerte a extremadamente ácidos, fertilidad baja; ligera toxicidad por aluminio; susceptibles

<sup>33</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

a inundaciones y encharcamientos, con familia arenosa, con régimen de temperatura isotérmico y de humedad údico.

Esta unidad presenta limitantes por características de humedad pues están afectados por inundación y encharcamientos cuando los caños se desbordan en épocas de altas precipitaciones. Además, también tiene limitantes propias de la unidad de suelo (pobrementemente drenados y algunos pedones son superficiales).

Estos suelos son aptos para la agroforestería con ganadería extensiva, zocultura y para la conservación y protección del bosque natural en zonas no intervenidas.

### 3.2.3.2.5 Tierras de la clase VII

Según el IGAC<sup>34</sup> la clase VII son tierras forestales con posibilidades de uso sostenible del bosque. De esta clase de tierras hacen parte las asociaciones MPHde1, MUJef1, MUPef1 y el complejo MUOde1.

- **Tierras de la Subclase VII sp**

A esta subclase pertenecen las asociaciones MPHde1, MUJef1, MUPef1 y el complejo MUOde1, en el clima cálido húmedo, con pendientes de fuertemente inclinadas a moderadamente escarpadas (12-75%), corresponde a las unidades de filas, vigas, crestas, crestones y espinazos que se encuentran en el paisaje de montañas. Estos suelos son superficiales a moderadamente profundos, bien drenados, con familia franca a franca gruesa y con régimen de temperatura isotérmico y de humedad Údico.

Las tierras de esta unidad presentan limitantes por características del suelo: profundidad efectiva superficial a muy superficial. Además, las pendientes en todas las unidades pueden llegar a ser hasta ligeramente escarpadas (25-50%) y presentan problemas de estabilidad sectorizados, con presencia de erosión de tipo ligera. (**Fotografía 3.2-46**).



**Fotografía 3.2-46** filas, vigas, crestas, crestones y espinazos del paisaje de montaña en la clase agrológica VII sp, Villa Diana vereda Samaria, jurisdicción del municipio de Villavicencio - Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1040809,00 E y 950583,00 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Esta unidad tiene vocación forestal para producción - protección, conservación y protección de los recursos naturales. Los sectores de menor pendiente se pueden dedicar a la ganadería extensiva con pastos introducidos y usos forestales de producción. Es importante

<sup>34</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

en la explotación de las especies forestales dar un manejo técnico e integral realizando prácticas que protejan la vegetación y conserven el equilibrio del ecosistema y que eviten la generación de problemas de erosión. Por lo anterior esta unidad agrologica tiene un uso forestal de tipo producción – protección.

### 3.2.3.2.6 Tierras de la clase VIII

Según el IGAC<sup>35</sup> la clase VII son tierras con limitaciones tan severas que se hace imposible generar un aprovechamiento de este y se tiene que dedicar a la conservación y protección de la cobertura. De esta clase de tierras hace parte la asociación RVOax.

A esta subclase pertenecen suelos en el clima cálido húmedo, con pendientes a nivel a ligeramente inclinadas (0-3%), corresponde a la unidad de planos de inundación (playones, islotes y vegas) que se encuentra en el paisaje de planicie aluvial. Estos suelos son superficiales, bien drenados, con familia esquelética arenosa y con régimen de temperatura isotérmico y de humedad Údico.

Las tierras de esta unidad presentan limitantes que radican en que estos suelos están localizados en las playas y playones los cuales tienen problemas de inundaciones muy frecuentes cuando se presentan crecientes de los ríos. Además, presentan fragmentos de roca a lo largo del perfil que impiden el aprovechamiento agropecuario de estos suelos. **(Fotografía 3.2-47).**



**Fotografía 3.2-47** Vegas, playones e islotes del paisaje de planicie aluvial en la clase agrológica VIII, vereda El Rosario, jurisdicción del municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039653,00 E y 937291,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

Esta unidad tiene vocación de conservación y protección de los recursos naturales. Como nicho de desarrollo de los ecosistemas propios de la zona.

<sup>35</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Metodología para la clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso. Grupo Interno de Trabajo Levantamiento de Suelos. Pág. 1 de 41, Cód. M40100-02/10, Versión 1, 2010.

### 3.2.3.2.7 Cuerpos de agua

Acá se consideran todos los cuerpos de agua cartografiables a la escala del estudio dentro el área de influencia de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando, ya sean Jagüeyes, lagos, lagunas, ríos, caños o reservorios, y estos corresponden a áreas sin uso agropecuario (**Fotografía 3.2-48**).



**Fotografía 3.2-48** Río Guayuriba, municipio de Acacias - meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039653,95 E y 937291,32 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

### 3.2.3.2.8 Zonas urbanas

En este ítem se consideraron todas las áreas donde existe infraestructura urbana como caseríos, cascos urbanos, y en general toda la infraestructura asociada a vivienda, bienes, industria o servicios que sean cartografiarles a una escala de 1:25.000 dentro del área de influencia físico biótica de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando (**Fotografía 3.2-49**).



**Fotografía 3.2-49** Zonas urbanas San Isidro de Chichimene, municipio de Acacias - Meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043577,62 E y 924683,99 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

En conclusión, el 52.34 % del área de influencia físico biótica de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando pertenece a la clase agrológica IV (Subclase IVs y IVhs), con uso del suelo recomendado con alguna actividad agrícola de tipo Cultivos semipermanentes y permanentes semi-intensivos, el 35.74% del área, está definido en la clase VII se debe destinar por vocación a usos forestales de tipo producción protección. El área restante lo cubren áreas con vocación agroforestal, conservación de tipo recursos hídricos, cuerpos de agua y zonas urbanas (**Imagen 3.2-38**).

**Imagen 3.2-38** Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia físico biótica del proyecto



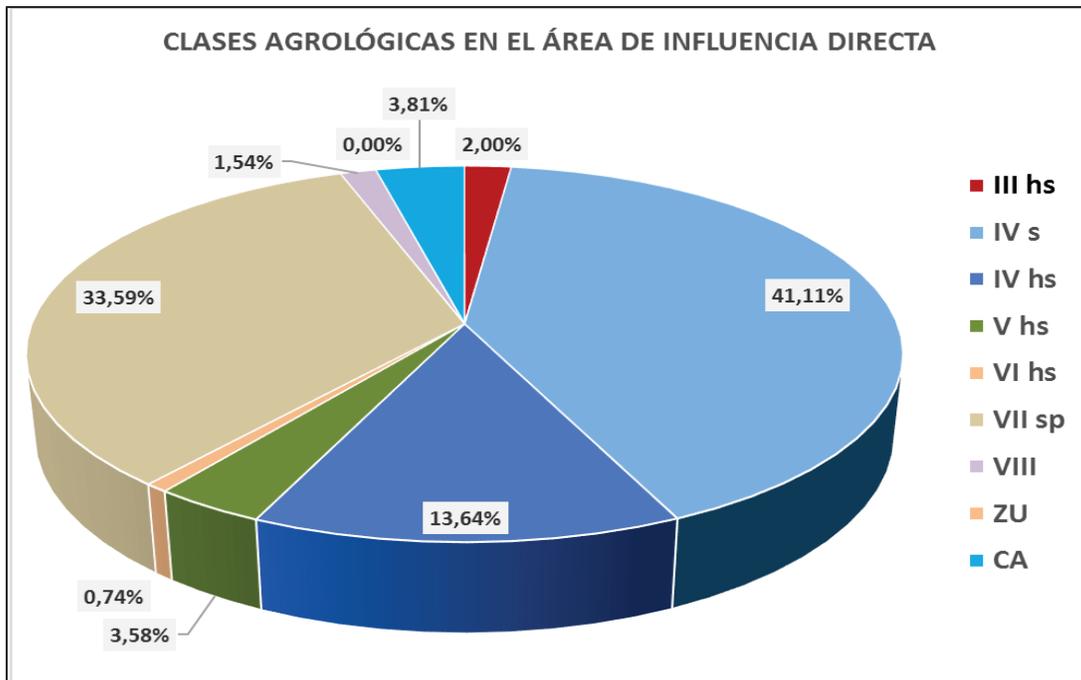
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

A continuación, se presenta la distribución de las unidades de uso potencial en el área de influencia directa (**Imagen 3.2-39**).

### 3.2.3.3 Uso actual

Hace referencia a las actividades desarrolladas por el hombre sobre los recursos de las tierras. Para realizar el mapa de uso del suelo se utilizó como insumo el mapa de coberturas de la tierra y las observaciones de campo, cada cobertura se llevó a la categoría de uso del suelo. Las unidades de cobertura se agruparon en los usos del suelo definidos en la Resolución No.1415 del 17 de agosto de 2012 (MMADS, 2012), como se presenta en las **Tabla 3.2-57** y **Tabla 3.2-58** y mapa **EEB-SFDO-CT100614-L170-HSE-2036 – Uso Actual**.

Imagen 3.2-39 Distribución de las clases agrológicas en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Tabla 3.2-57 Equivalencia entre el uso actual del suelo y la cobertura de la tierra asociada**

COBERTURA DE LA TIERRA ASOCIADA	USO ACTUAL	
	Grupo de uso (Uso actual*)	Uso actual (Tipo de uso*)
1.1.1. Tejido urbano continuo	Asentamiento	Residencial
1.1.2. Tejido urbano discontinuo		
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	Infraestructura	Transporte
1.2.1.1. Zonas industriales		Industrial
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos		Minerales energéticos
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción		Materiales de construcción
5.1.4.2. Lagunas de oxidación		Disposición de materiales líquidos
2.1. Cultivos transitorios	Agricultura	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)
2.2.3.2. Palma de aceite		Cultivos permanentes intensivos (CPI)
2.2.3.3. Cítricos		
2.3.1. Pastos limpios	Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)
2.3.2. Pastos arbolados		
2.3.3. Pastos enmalezados		
3.1.2.1.1. Bosque Abierto Alto de Tierra Firme	Forestal	Producción-protección
3.1.4. Bosque de galería y ripario		Protección
3.2.3.1. Vegetación Secundaria Alta		
3.2.3.2. Vegetación Secundaria Baja		
3.3.1.1. Playas	Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas		
4.1.1. Zonas Pantanosas		
5.1.1. Ríos	Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales		
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental	Cuerpos de Agua	Piscicultura

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Tabla 3.2-58 Leyenda del Mapa de usos actual del suelo**

USO ACTUAL							
COBERTURA DE LA TIERRA ASOCIADA	Grupo de uso (Uso actual*)	Uso actual (Tipo de uso*)	SIMBOLO	ÁREA INFLUENCIA DIRECTA		ÁREA INFLUENCIA INDIRECTA	
				ha.	%	ha.	%
1.1.1. Tejido urbano continuo	Asentamiento	Residencial	Ar	0,00	0,00	110,98	1,12
1.1.2. Tejido urbano discontinuo							
1.2.2.1 Red vial y territorios asociados	Infraestructura	Transporte	ltr	0,32	0,30	20,31	0,20
1.2.1.1. Zonas industriales		Industrial	Ai	0,38	0,36	26,84	0,27
1.3.1.2. Explotación de hidrocarburos		Minerales energéticos	lme	0,00	0,00	79,00	0,80
1.3.1.5. Explotación de materiales de construcción		Materiales de construcción	lmc	0,00	0,00	23,65	0,24
5.1.4.2. Lagunas de oxidación		Disposición de materiales líquidos	ldml	0,00	0,00	9,39	0,09
2.1. Cultivos transitorios	Agricultura	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Acts	0,73	0,69	60,08	0,61
2.2.3.2. Palma de aceite		Cultivos permanentes intensivos (CPI)	Acpi	20,00	18,77	938,20	9,46
2.2.3.3. Cítricos	Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Gpe	51,09	47,94	5.342,71	53,85
2.3.1. Pastos limpios							
2.3.2. Pastos arbolados							
2.3.3. Pastos enmalezados	Forestal	Producción-protección	Fpp	19,03	17,86	1.862,39	18,77
3.1.2.1.1. Bosque Abierto Alto de Tierra Firme							
3.1.4. Bosque de galería y ripario		Protección	Fpt	11,28	10,58	1.123,98	11,33
3.2.3.1. Vegetación Secundaria Alta	Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Cac	2,87	2,70	235,57	2,37
3.2.3.2. Vegetación Secundaria Baja							
3.3.1.1. Playas	Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	CA	0,86	0,80	87,83	0,89
3.3.3. Tierras desnudas y degradadas							
4.1.1. Zonas Pantanosas	Cuerpos de Agua	Piscicultura					
5.1.1. Ríos							
5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales							
5.1.4.3. Estanques para acuicultura continental							
<b>ÁREA TOTAL</b>				<b>106,56</b>	<b>100,00</b>	<b>9.920,93</b>	<b>100,00</b>

\*Categorías Definidas en la Geodatabase. 2182 del 23 de diciembre de 2017, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

A continuación, se describen los usos del suelo identificados en el área de influencia físico biótica de la Línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando.

### 3.2.3.3.1 *Uso actual del suelo asentamientos e infraestructura*

Del uso actual del suelo Asentamientos e Infraestructura, hacen parte los tipos de uso denominados: Residencial (Ar), Transporte (Itr) Industria (Ai); Minerales energéticos (Ime), Materiales de construcción (Imc); y Disposición de materiales (Idml), los cuales se exponen a continuación:

- **Residencial (Ar):**

Este tipo de uso está constituido por las unidades de cobertura de la tierra denominadas: Tejido urbano continuo y discontinuo; identificados en el área de estudio. En este uso del suelo se ubican los asentamientos humanos que cumplieron con las normas mínimas de mapeo correspondientes a cabeceras municipales de extensión considerables (**Fotografía 3.2-50**).



**Fotografía 3.2-50**      **Uso del suelo de rasgos culturales, de tipo Residencial, Comercial y Servicios, vereda Betania. Municipio de Castilla La Nueva (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1044048,28 E y 922158,52 N)**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Transporte**

Este tipo de uso está constituido por la unidad de cobertura de la tierra denominada: Red vial y territorios asociados; identificados en el área de estudio.

- **Minerales energéticos (Ime) e Industria (Ai)**

Este tipo de uso está constituido por la unidad de cobertura de la tierra denominada: Explotación de hidrocarburos y zonas industriales; identificados en el área de estudio. En este uso del suelo se ubica toda la infraestructura al sector petrolero, como plataformas de

perforación, clúster de desarrollo, estaciones como Campo Castilla, entre otros, que cumplieron con las normas mínimas de mapeo con extensión considerables (**Fotografía 3.2-51**).



**Fotografía 3.2-51** Uso del suelo de rasgos culturales de tipo Industria Petrolera, San Isidro de Chichimene. Municipio de Acacias- Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043595,47 E y 926667,84 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Materiales de construcción (Imc)**

Este tipo de uso está constituido por la unidad de cobertura de la tierra denominada: Explotación de materiales de construcción; identificados en el área de estudio. En este uso del suelo se ubican canteras con áreas considerables en las que se extrae gravilla o cualquier otro material para construcción.

- **Disposicion de materiales (Imc)**

Este tipo de uso está constituido por la unidad de cobertura de la tierra denominada: Lagunas de oxidación; identificados en el área de estudio. En este uso del suelo se ubican piscinas con áreas considerables que se utilizan para el almacenamiento temporal o permanente de agua.

### 3.2.3.3.2 *Uso actual del suelo agrícola*

Tierras que por sus características permiten el establecimiento de sistemas de producción agrícola. Del uso actual del suelo agrícola, hacen parte los tipos de uso actual denominados cultivos transitorios semi-intensivos (Acts) y cultivos semipermanentes y permanentes intensivos (Acpi).

- **Cultivos transitorios semi-intensivos (Acts)**

Son cultivos que, para su establecimiento, requieren de la implementación de sistemas de riego y de una intensificación en las prácticas de conservación de suelos en las áreas de mayor pendiente (IGAC-ICA, 2002)<sup>36</sup>. Dentro de esta unidad de uso del suelo se incluyen áreas destinadas a cultivos de maíz, forraje para ensilar y otros cultivos transitorios (**Fotografía 3.2-52**).



**Fotografía 3.2-52** Uso del suelo agrícola de tipo cultivos transitorios semi-intensivos, forraje para ensilar. Vereda Betania Municipio de Acacias – Meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043591,54 E y 922235,057 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Cultivos semipermanentes y permanentes intensivos (Acpi)**

Corresponde con aquellos cultivos cuyo ciclo de vida es mayor a un año desde la fase de germinación hasta la cosecha y que ofrecen baja protección al suelo en su fase de establecimiento (IGAC-ICA, 2002)<sup>37</sup>. En el área de estudio se identificaron cultivos de cítricos, cacao, palma de aceite y otros cultivos permanentes arbóreos (**Fotografía 3.2-53**).

#### 3.2.3.3.3 *Uso actual del suelo ganadero*

En esta unidad se identifican todas aquellas áreas que pueden utilizarse para explotación de especies animales de pastoreo, sea de tipo vacuno, caprino, caballar y otros. Del uso

---

<sup>36</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC), INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país. Capítulo IV. Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. Memoria explicativa. Bogotá. 2002. 106 p.

<sup>37</sup> INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC), INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (ICA). Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país. Capítulo IV. Uso adecuado y conflictos de uso de las tierras en Colombia. Memoria explicativa. Bogotá. 2002. 106 p.

actual del suelo Ganadera, hace parte el tipo de uso actual del suelo denominado: Pastoreo-extensivo (Gpe):



**Fotografía 3.2-53** Uso del suelo agrícola de tipo cultivos semipermanentes y permanentes intensivos, Palma de aceite. Vereda Betania. Municipio de Acacias – Meta. (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1038230,00 E y 938511,00 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Pastoreo-extensivo (Gpe)**

Sistema sedentario de pastoreo en el cual el número de cabezas de ganado por unidad de área es muy bajo y el animal permanece en el potrero hasta que prácticamente se agota la pastura (IGAC, 1998). Este sistema productivo se desarrolla sobre las coberturas de la tierra denominadas: pastos limpios, pastos arbolados y pastos enmalezados. Esta actividad se desarrolla principalmente bajo un sistema extensivo, que presenta baja eficiencia productiva, debido a que los pastos enmalezados ofrecen muy poco alimento para el ganado. La ganadería como sistema productivo, además de los efectos ya descritos, genera una subutilización del recurso suelo (uso menor de la oferta ambiental) puesto que a pesar que los suelos son muy ácidos y de moderada fertilidad, la tenencia de la tierra constituye un factor a tener en cuenta en este aspecto. (**Fotografía 3.2-54**).

#### 3.2.3.3.4 *Uso actual del suelo forestal*

Del uso actual del suelo Forestal, hace parte el tipo de uso actual denominado: Forestal Producción-protección (Fpp) y Forestal protección (Fpt)

- **Forestal Producción-protección (Fpp)**

Este uso permite la siembra y la tala selectiva; sin embargo, en su extensión también se puede conservar la vegetación natural permanente. El uso del suelo Forestal-producción-protección se encuentra asociado a la cobertura de bosque abierto alto de tierra firme; esta cobertura presenta evidencias de procesos de extracción selectiva de especies maderables para uso doméstico, como son la construcción de viviendas y postes para las cercas de los

predios. En este sentido la extracción de madera de los bosques naturales se realiza para satisfacer las necesidades domesticas de los habitantes, no para comercialización.



**Fotografía 3.2-54** Uso del suelo ganadero, de tipo pastoreo extensivo, San Isidro de Chichimene. Municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043600,33 E 926234,91 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Forestal Protección (Fpt)**

Este uso se encuentra asociado a las coberturas de bosque de galería y ripario y vegetación secundaria alta o baja; estas coberturas a comparación de la anterior, no presentan evidencias de procesos de extracción selectiva de especies maderables. Y por el contrario, las especies maderables son conservadas como ecosistema estratégico para el desarrollo de la fauna y flora del área.



**Fotografía 3.2-55** Uso del suelo Forestal, de tipo producción - protección, San Isidro de Chichimene. Municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1043596,31 E y 926271,07 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

### 3.2.3.3.5 *Uso actual del suelo conservación*

Del uso actual del suelo Conservación, hace parte el tipo de uso actual del suelo denominado, Recursos hídricos (Crh), recuperación (Cr).

- **Recursos hídricos (Crh)**

Corresponde a áreas identificadas en la cobertura tierra de tipo natural y que está asociado a un cuerpo de agua, sin ser un cuerpo de agua. Las coberturas equivalentes son: Playas y Zonas pantanosas (**Fotografía 3.2-56**).



**Fotografía 3.2-56** Uso del suelo Conservación, de tipo Recursos Hídricos (Playas), Vereda El Rosario. Municipio de Acacias – Meta (Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1039653,95 E y 937291,32 N)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

- **Recuperación (Cr)**

Corresponden a áreas identificadas en la cobertura de la tierra como Tierras desnudas y degradadas.

- **Cuerpo de agua (CA)**

Corresponde con áreas identificadas que tiene una lámina de agua permanente, como son: lagunas, lagos, ciénagas naturales, ríos, cuerpos de agua artificiales y estanques para acuicultura continental (**Fotografía 3.2-57**).

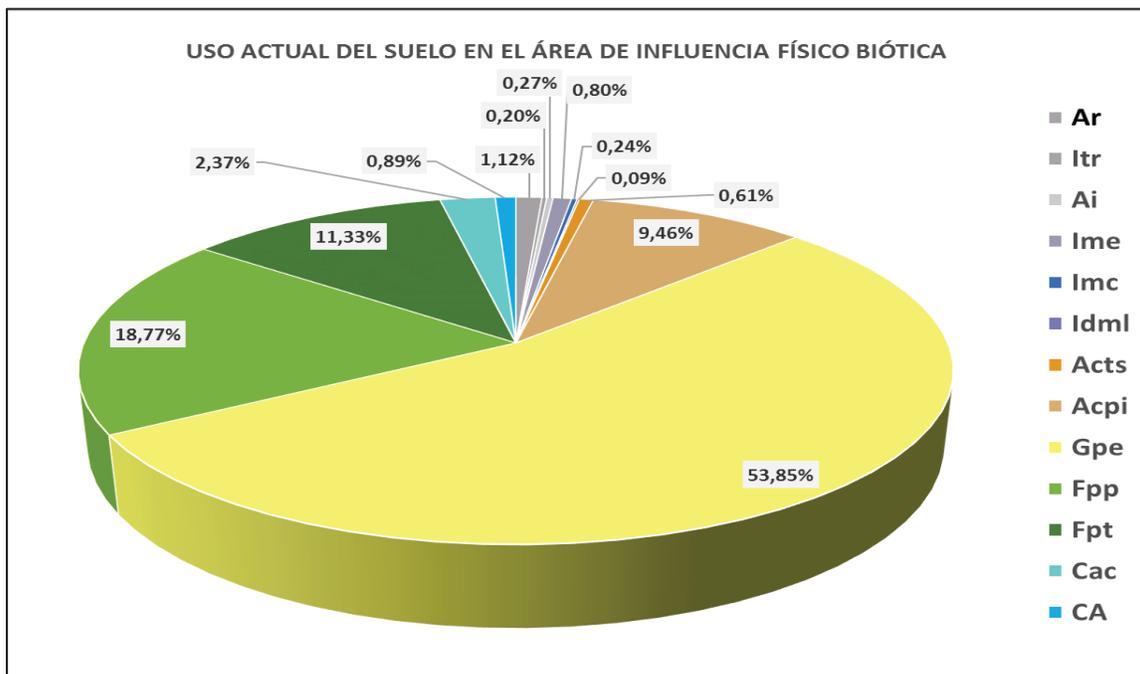
Según la **Imagen 3.2-40** en el área de influencia Físico Biótica el uso actual de suelo que presenta la mayor extensión, es el de ganadería de tipo pastoreo extensivo (53,85%), seguido del uso Forestal en cual en total ocupa el 30,10% (Fpt y Fpp) del AID del AIFB.



**Fotografía 3.2-57** Cuerpos de agua, vereda La Esmeralda. Municipio de Acacias – Meta  
(Coordenadas Magna Sirgas-Origen Bogotá: 1040478,17 E y 928493,90 N)  
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2016.

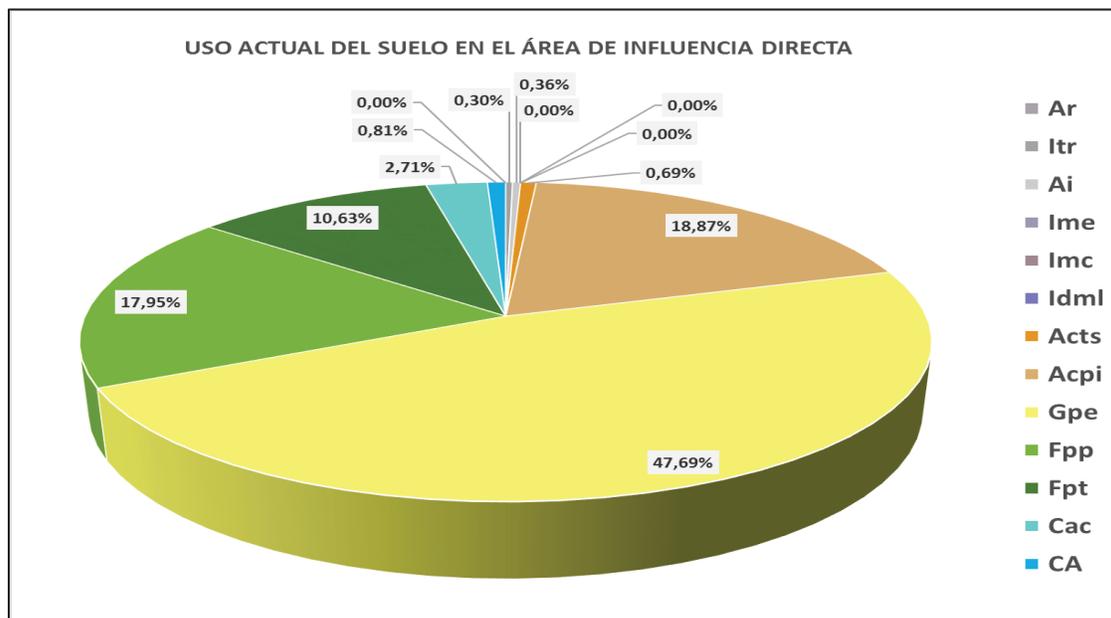
Ahora, dentro del área de influencia directa de la línea de transmisión las unidades de uso actual con mayor representatividad son las mismas que en el AIFB con un 47,69% del área para la ganadería de tipo pastoreo extensivo, seguida del uso forestal con un 28,58% (Fpt y Fpp) del AID (Imagen 3.2-41).

**Imagen 3.2-40** Distribución de uso actual del suelo en el área de influencia físico biótica del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Imagen 3.2-41 Distribución de las unidades cartográficas de suelos en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

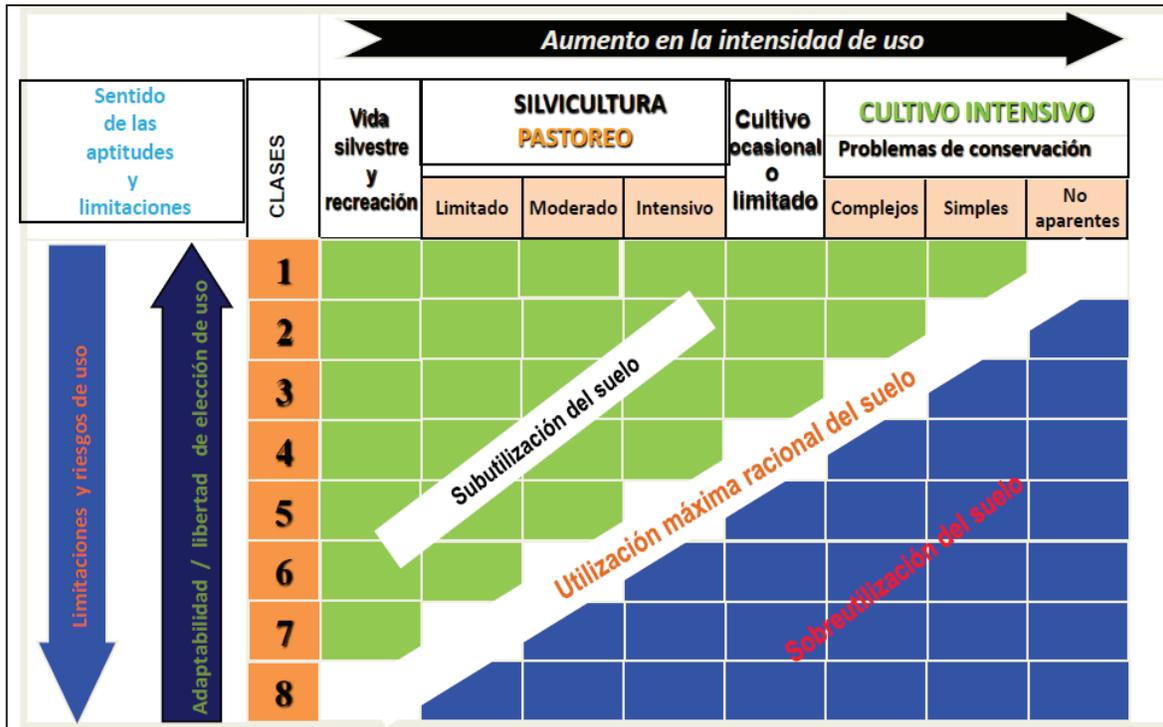
### 3.2.3.4 Conflicto de uso

Para la definición de los conflictos de uso de las tierras, se tuvieron en cuenta dos elementos, así; la oferta biofísica del suelo expresada por la capacidad de uso (uso potencial) y la demanda actual, expresada como uso y cobertura actual de las tierras (uso actual del suelo). Para la calificación de los conflictos se tuvo en cuenta el diagrama propuesto por Mazinger (**Imagen 3.2-42**).

El mapa de conflictos de usos del suelo se generó, de acuerdo con las categorías de uso recomendado o potencial y su cruce con el uso actual, es así que se diseñó una tabla bidimensional (**Tabla 3.2-59**), a través de la cual se evaluó ordenadamente la oferta biofísica y la demanda actual del suelo, como resultante de la superposición (comparación) de las mismas.

De acuerdo con la matriz de decisión, se generaron las nuevas unidades cartográficas de conflicto de uso del suelo, las cuales determinan áreas con uso adecuado y zonas que presentan usos inadecuados por ser insostenibles biofísicamente. El mapa de conflictos de uso del suelo, se caracteriza por tener colores verdes para los usos adecuados o usos compatibles, amarillos para los conflictos por subutilización y los rojos para la sobreutilización en diferentes grados de intensidad.

Imagen 3.2-42 Interpretación del conflicto del uso del suelo



Fuente: Soil erosión: mazinger.sisib.uchile.cl/. Tomado CURSO DE LEVANTAMIENTOS AGROLÓGICOS. (2012: IGAC: Bogotá). Memorias técnicas del curso de levantamientos agrológicos (CD-ROM): Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2012.

La intensidad de los conflictos se refiere al grado de afectación de las tierras debido a la mala utilización o a la subutilización de éstas. Puede ser ligera, moderada o severa.

**Tabla 3.2-59 Matriz de decisión de los conflictos de usos del suelo**

USO ACTUAL		USO POTENCIAL	CONFLICTO DE USO	
GRUPO_USO	USO_ACT	USO_PRIN_P	CONFLICTO	NOMENCLATURA
Forestal	Protección	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Conflicto por Subutilización severa	<b>CsuS</b>
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Sistemas forestales protectores (FPR)	Conflicto por sobreutilización ligera	CsoL
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Conflicto por Subutilización moderada	<b>CsuM</b>
Infraestructura	Disposición de materiales líquidos	Cuerpos de Agua Naturales	Áreas sin uso agropecuario	CA
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Cuerpos de Agua Naturales	Áreas sin uso agropecuario	CA
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Conflicto por sobreutilización severa	CsoS
Ganadería	Pastoreo extensivo (PEX)	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Conflicto por Subutilización severa	<b>CsuS</b>
Forestal	Producción-protección	Sistemas forestales protectores (FPR)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Forestal	Producción-protección	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Conflicto por Subutilización severa	<b>CsuS</b>
Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	Cuerpos de Agua Naturales	Áreas sin uso agropecuario	CA
Asentamiento	Residencial	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Asentamiento	Residencial	Sistemas forestales protectores (FPR)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Sistemas forestales protectores (FPR)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc

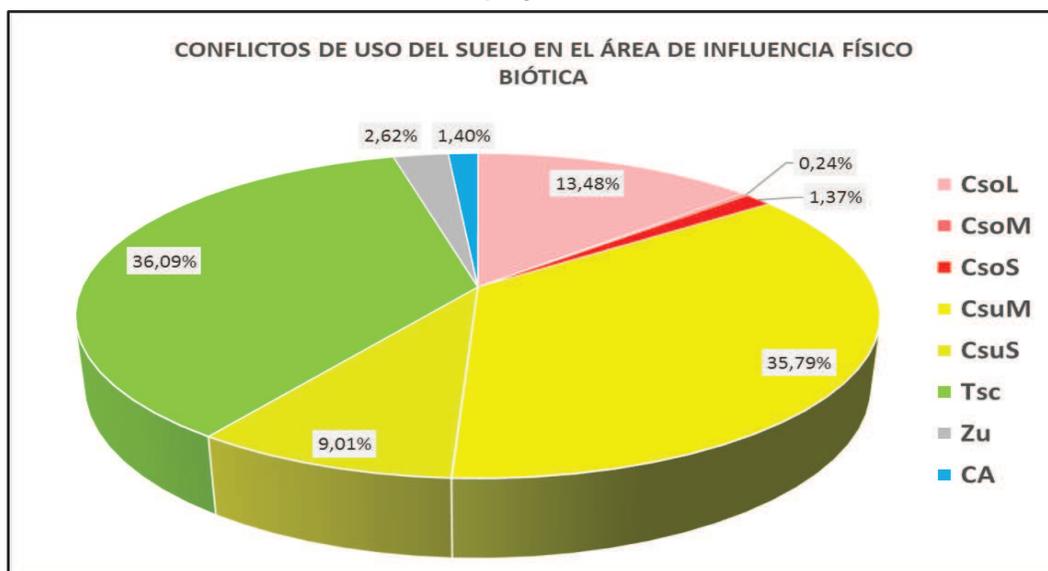
USO ACTUAL		USO POTENCIAL	CONFLICTO DE USO	
GRUPO_USO	USO_ACT	USO_PRIN_P	CONFLICTO	NOMENCLATURA
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Conflicto por Subutilización severa	CsuS
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Conflicto por Subutilización severa	CsuS
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Cuerpos de Agua Naturales	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Conservación	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Conflicto por Subutilización severa	CsuS
Infraestructura	Minerales energéticos	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Agricultura	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Conflicto por sobreutilización moderada	CsoM
Agricultura	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Agricultura	Cultivos permanentes intensivos (CPI)	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Conflicto por Subutilización moderada	CsuM
Agricultura	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Conflicto por sobreutilización ligera	CsoL
Agricultura	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Conflicto por sobreutilización severa	CsoS
Agricultura	Cultivos transitorios semi-intensivos (CTS)	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Forestal	Protección	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Conflicto por Subutilización severa	CsuS

USO ACTUAL		USO POTENCIAL	CONFLICTO DE USO	
GRUPO_USO	USO_ACT	USO_PRIN_P	CONFLICTO	NOMENCLATURA
Forestal	Protección	Cultivos transitorios intensivos (CTI)	Conflicto por Subutilización severa	<b>CsuS</b>
Forestal	Protección	Sistemas forestales protectores (FPR)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Infraestructura	Materiales de construcción	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Forestal	Protección	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado	Tsc
Cuerpos de Agua Naturales	Piscicultura	Cuerpos de Agua Naturales	Áreas sin uso agropecuario	CA
Infraestructura	Industrial	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Infraestructura	Transporte	Agrícola	Cultivos permanentes semi-intensivos (CPS)	Zu
Asentamiento	Residencial	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Áreas sin uso agropecuario	Zu
Forestal	Producción-protección	Sistemas silvopastoriles (SPA)	Conflicto por Subutilización moderada	<b>CsuM</b>
Forestal	Producción-protección	Áreas para la conservación y/o recuperación de la naturaleza, recreación (CRE)	Conflicto por sobreutilización severa	<b>CsoS</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

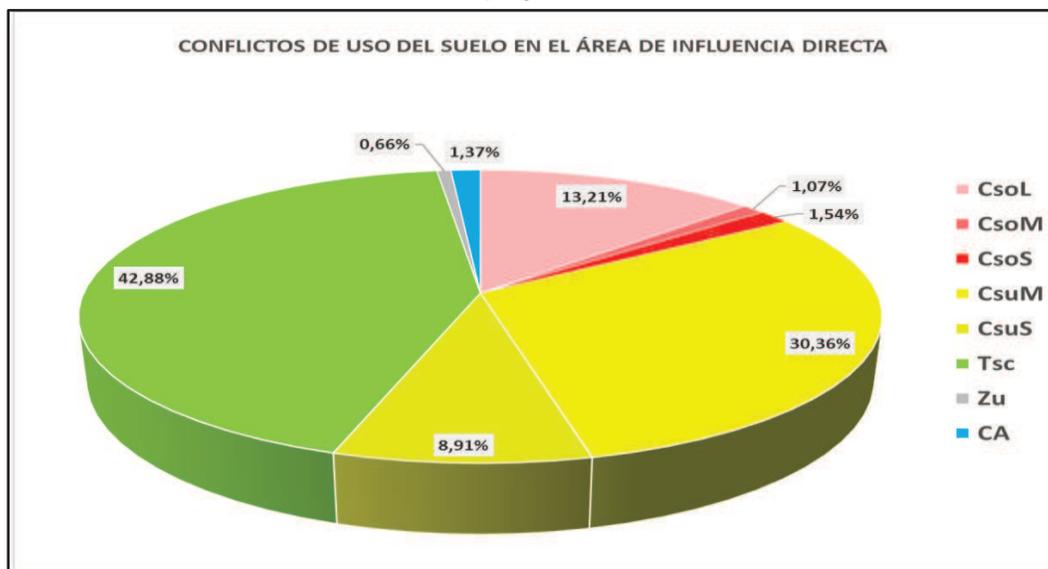
En la **Tabla 3.2-60** y en la **Imagen 3.2-43** e **Imagen 3.2-44** se muestra el porcentaje de las áreas con los respectivos conflictos de uso del suelo identificados dentro del área de influencia físico biótica de la línea de transmisión y posterior a esta se presentan los conflictos de uso de suelo presentados dentro del área de influencia directa.

**Imagen 3.2-43** Distribución de conflictos de uso del suelo en el área de influencia físico biótica del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 3.2-44** Distribución de conflictos de uso del suelo en el área de influencia directa del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

De acuerdo con la estimación de los conflictos de uso de los suelos identificados en el área de influencia físico biótica de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma – San Fernando, se concluye lo siguiente:

El 35.79% del área está representada por tierras sin conflicto o uso adecuado, caracterizadas porque el agroecosistema dominante guarda correspondencia con la vocación actual de uso principal o con un uso compatible. Esta categoría se presenta en todas las clases agrológicas.

Del mismo modo, en las tierras que presentan conflicto por subutilización, predomina el grado moderado (35,76%) y posteriormente severo (9.01%), con ausencia del grado ligero. Este conflicto se presenta pues en estas áreas actualmente se produce un desaprovechamiento de la potencialidad de estas.

En las tierras donde se encuentran conflictos por sobreutilización, se encuentra con grado severo con el 1.37%, moderado con el 0.24% y ligera con el 13.48% del AIFB. Esta clase de conflictos caracterizan tierras donde los usos actuales predominantes hacen un aprovechamiento intenso de la base natural de recursos, sobrepasando su capacidad natural productiva, siendo incompatibles con la vocación de uso principal y los usos compatibles recomendados para la zona, con graves riesgos de tipo ecológico y social<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) – Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Capítulo IV. Bogotá, D. C., 2002.

**Tabla 3.2-60 Leyenda del mapa de conflicto de uso del suelo en el área del proyecto**

CONFLICTOS DE USO DEL SUELO*	SÍMBOLO	OCUPACIÓN EN EL AI FÍSICO - BIÓTICA		ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA	
		ÁREA (ha)	ÁREA %	ÁREA (ha)	ÁREA %
<b>Conflicto por sobreutilización ligera:</b> Corresponde a las tierras en las que el uso actual, están próximas a la capacidad de uso de tierras, manifestando una ligera inconsistencia, evidenciando un nivel de explotación del recurso por encima del recomendado, con el consiguiente deterioro progresivo por el incremento de procesos erosivos, la disminución de la fertilidad natural y el deterioro de la flora y la fauna asociada; aspectos que de no ser atendidos promoverán alteraciones mayores en el largo plazo.	CsoL	1.337,27	13,48	14,53	13,63
<b>Conflicto por sobreutilización moderada:</b> Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por encima de la capacidad de uso de las tierras, afectando medianamente su producción sustentable, disminuyendo la productividad y la capacidad de regeneración de los suelos; adicionalmente, este conflicto se refleja en la pérdida de la flora nativa y por consiguiente en la disminución de los hábitats de fauna, promoviendo en un mediano plazo alteraciones mayores.	CsoM	23,34	0,24	1,13	1,06
<b>Conflicto por sobreutilización severa:</b> Identifica las tierras que presentan usos actuales inadecuados totalmente contrarios a la capacidad de uso de las tierras, sobrepasando la capacidad de soporte del medio natural en un grado severo; presentan graves riesgos de tipo ecológico y social, que evidencian en algunos sectores la degradación avanzada no solo de los suelos sino de los recursos naturales asociados, como son el agua, la flora y la fauna, afectando el balance natural y la estabilidad de los ecosistemas.	CsoS	135,57	1,37	1,63	1,53
<b>Conflicto por subutilización moderada:</b> Se establece en las tierras en las cuales el uso actual se encuentra de forma moderada por debajo de la capacidad de uso de las tierras, afectando los niveles de productividad de los suelos medianamente un uso inadecuado del recurso; aunque no hay pérdida del recurso como tal, si se evidencian factores de uso inadecuado del recurso.	CsuM	3.551,00	35,79	32,19	30,21
<b>Conflicto por subutilización severa:</b> Tierras donde el agroecosistema dominante o uso actual se encuentra muy por debajo a su capacidad o vocación de uso principal, razón por la cual no cumple con la razón social y económica establecida por la Constitución Nacional, cuyo fin es satisfacer las necesidades básicas de la población.	CsuS	893,63	9,01	9,45	8,87
<b>Tierras sin conflicto de uso o uso adecuado:</b> Hace referencia a las tierras en que los usos actuales guardan total concordancia respecto de la capacidad de uso de las tierras, sin presentar el recurso suelo deterioro de significancia, permitiendo mantener las actividades productivas o desarrollar nuevas, sin deteriorar la base natural de los recursos	Tsc	3.580,66	36,09	45,48	42,68
<b>Tierras sin uso agropecuario:</b> Hace referencia a zonas urbanas donde no se registran usos agropecuarios	Zu	260,36	2,62	0,70	0,66
<b>Cuerpos de agua:</b> Ríos; Lagunas, lagos y ciénagas naturales; y Laguna artificial y Jagüey	CA	139,09	1,40	1,46	1,37
<b>TOTAL</b>		<b>9.920,93</b>	<b>100</b>	<b>106,56</b>	<b>100</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017