

A0	29/08/2017	CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	Juan Manuel Martínez	Gabriel Martínez	Primera Emisión	A	
Rev .	Fecha	Elaborado por nombre/firma	Revisado por nombre/firma	Aceptado por nombre/firma	Descripción	Estado	
<div style="text-align: center;">  <p><b>ENERGIA</b> de Bogotá</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>PROYECTO</b>  <b>“CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV LA</b>  <b>REFORMA - SAN FERNANDO”</b></p>							
<p style="text-align: center;"><b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO</p> </div>							
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 134</b>	<b>A0</b>

## ÍNDICE

	Pág.
2 Descripción del proyecto.....	10
2.1 Localización .....	10
2.1.1 Localización político administrativa.....	10
2.1.2 Localización geográfica .....	13
2.1.3 Área de influencia.....	13
2.1.3.1 Área de influencia indirecta (AII) .....	15
2.1.3.2 Área de influencia directa (AID) .....	15
2.2 Características del Proyecto.....	16
2.2.1 Etapas y actividades del proyecto .....	17
2.2.1.1 Etapa Pre-constructiva – Actividades preliminares.....	18
2.2.1.1.1 información a la comunidad.....	18
2.2.1.1.2 Gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbres.....	18
2.2.1.1.3 Contratación y capacitación de personal .....	18
2.2.1.1.4 Levantamiento Topográfico - Replanteo de construcción .....	19
2.2.1.2 Etapa Constructiva.....	19
2.2.1.2.1 Adecuación de la sub estación la Reforma.....	19
2.2.1.2.2 Instalación de la línea eléctrica.....	20
2.2.1.3 Etapa Operativa y de Mantenimiento de la línea eléctrica.....	26
2.2.1.4 Etapa Desmantelamiento de la línea eléctrica .....	28
2.2.1.4.1 Desenergización de la línea de transmisión .....	28
2.2.1.4.2 Desmontaje de los conductores .....	28
2.2.1.4.3 Desmonte de perfiles metálicos (torre) .....	28
2.2.1.4.4 Excavación y demolición de obras de concreto .....	28
2.2.1.4.5 Disposición de material de escombros .....	28
2.2.1.4.6 Recuperación de área .....	29
2.2.1.4.7 Limpieza final de áreas ocupadas y disposición de residuos .....	29
2.2.1.4.8 Cierre de compromisos sociales en el área .....	29
2.2.2 Requerimientos de recursos naturales, económicos, sociales, culturales y de personal.....	29
2.2.3 Duración estimada de las obras y cronograma de actividades .....	30
2.2.4 Costos .....	32
2.2.5 Estructura organizacional .....	32
2.2.6 Descripción del Trazado línea eléctrica La Reforma – San Fernando.....	35
2.2.6.1 Consideraciones para la definición del trazado .....	35
2.2.6.2 Selección de ruta, perfil topográfico, geología y suelos.....	35
2.2.6.3 Descripción del Trazado de la línea eléctrica.....	36
2.2.6.3.1 Subestación La Reforma – sitio de salida.....	36
2.2.6.3.2 Descripción Corredor línea eléctrica.....	43
2.2.6.3.3 Descripción del trazado .....	46
2.2.6.3.4 Subestación San Fernando .....	47

2.2.7	Descripción de cruces especiales.....	51
2.2.7.1	Cruces sobre cuerpos de agua sin intervención del cauce.....	52
2.2.7.2	Cruces sobre cuerpos de agua con intervención (Ocupaciones de cauce) 52	
2.2.7.2.1	Cruces con intervención sobre el Río Guayuriba.....	53
2.2.7.2.1.1	Geología regional del sitio de cruce.....	53
2.2.7.2.1.2	Descripción general de la dinámica del río .....	55
2.2.7.2.2	Modelo de sedimentación del sector de cruce .....	67
2.2.7.2.3	Cruces con intervención sobre el Río Acacias.....	69
2.2.7.2.4	Geología regional del sitio de cruce.....	71
2.2.7.2.5	Análisis multitemporal del sector de cruce en el río Acacias.....	71
2.2.8	Generalidades de líneas de transmisión .....	80
2.2.9	Parámetros de diseño para la línea de transmisión eléctrica La Reforma – San Fernando .....	80
2.2.9.1	Parámetros de diseño a considerar .....	80
2.2.9.2	Demanda de energía y potencia .....	81
2.2.9.3	Selección estructuras de soporte en la línea.....	81
2.2.9.4	Fundaciones o cimentaciones.....	84
2.2.9.5	Conductores .....	86
2.2.9.6	Aisladores .....	87
2.2.9.7	Cable de guarda .....	88
2.2.10	Obras transitorias - Plaza o patio de tendido .....	88
2.2.11	Obras de protección especiales.....	94
2.2.12	Vías existentes - accesos al proyecto.....	97
2.2.12.1	Evaluación y análisis de información.....	97
2.2.12.2	Vías de acceso y medios de transporte en toda el área de influencia.....	97
2.2.12.2.1	RUTA NACIONAL 40 Vía Bogotá – Villavicencio.....	98
2.2.12.2.2	RUTA NACIONAL 65 Vía Villavicencio – Acacias .....	98
2.2.12.3	Condición actual de las vías del área de estudio.....	98
2.2.12.3.1	Vía 1.....	100
2.2.12.3.2	Vía 2.....	100
2.2.12.3.3	Vía 3.....	103
2.2.12.3.4	Vía 4.....	103
2.2.12.3.5	Vía 5.....	103
2.2.12.3.6	Vía 6.....	103
2.2.12.3.7	Vía 7.....	108
2.2.12.3.8	Vía 8.....	108
2.2.12.3.9	Vía 9.....	108
2.2.12.3.10	Vía 10.....	108
2.2.12.3.11	Vía 11.....	108
2.2.12.3.12	Vía 12.....	114
2.2.12.3.13	Vía 13.....	114
2.2.12.3.14	Vía 14.....	114
2.2.12.3.15	Vía 15.....	114
2.2.13	Vías a adecuar .....	119

2.2.14	Vías a construir.....	119
2.2.15	Cruce con zonas urbanas .....	120
2.2.16	Infraestructura y servicios interceptados .....	120
2.2.16.1	Infraestructura petrolera .....	120
2.2.16.2	Proyectos lineales .....	120
2.2.16.2.1	Ductos .....	120
2.2.16.2.2	Proyectos eléctricos .....	124
2.2.16.2.3	Proyectos viales .....	124
2.2.16.2.4	Proyectos mineros.....	124
2.2.17	Estimación de mano de obra requerida .....	127
2.2.18	Maquinaria y equipo .....	128
2.2.19	Materiales de construcción .....	128
2.2.20	Estimativo de recursos naturales .....	131
2.2.20.1	Aguas superficiales .....	131
2.2.20.2	Aguas subterráneas .....	133
2.2.20.3	Vertimientos .....	133
2.2.20.4	Ocupación de cauces.....	133
2.2.20.5	Aprovechamiento forestal.....	134



## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1 Municipios que conforman el área de influencia indirecta y veredas que conforman el área de influencia directa .....	11
Tabla 2-2 Características técnicas generales del proyecto .....	17
Tabla 2-3 Etapa y actividades de la línea eléctrica 230 kV.....	17
Tabla 2-4 Actividades de inspección .....	26
Tabla 2-5 Actividades mantenimiento preventivo .....	27
Tabla 2-6 Recursos naturales requeridos para la línea eléctrica .....	29
Tabla 2-7 Cronograma general de actividades.....	31
Tabla 2-8 Presupuesto general.....	32
Tabla 2-9 Localización de la subestación La Reforma 230kV .....	37
Tabla 2-10 Área de intervención dentro de la subestación La Reforma 230 kV .....	37
Tabla 2-11 Características del sistema eléctrico de la subestación la reforma 230kV.....	40
Tabla 2-12 Personal requerido para adecuación en la subestación la reforma .....	43
Tabla 2-13 Descripción fisiográfica del corredor .....	47
Tabla 2-14 Localización de la subestación san fernando .....	47
Tabla 2-15 Resumen descripción del cruce especial rio Guayuriba .....	61
Tabla 2-16 Resumen descripción del cruce especial rio Acacias .....	69
Tabla 2-17 Relación de estructuras para la línea eléctrica.....	81
Tabla 2-18 Cimentación por estructura de las líneas de transmisión eléctrica .....	86
Tabla 2-19 Plazas de tendido .....	92
Tabla 2-20 Caracterización de torres que requieren obras de protección .....	94
Tabla 2-21 Vías que dan acceso a cada sitio de torre.....	100
Tabla 2-22 Estado de las vías de acceso.....	119
Tabla 2-23 Infraestructura asociada al área del proyecto.....	120
Tabla 2-24 Proyectos transporte .....	121
Tabla 2-25 Proyectos eléctricos cruzados por la línea eléctrica .....	124
Tabla 2-26 Vías cruzadas por la línea eléctrica.....	124
Tabla 2-27 Proyectos mineros que se superponen con línea de eléctrica.....	125
Tabla 2-28 Frente de trabajo tipo .....	127
Tabla 2-29 Frente de trabajo tipo .....	127
Tabla 2-30 Mano de obra requerida para la construcción de la línea .....	127
Tabla 2-31 Maquinaria y equipo para la construcción y montaje de la línea eléctrica .....	128
Tabla 2-32 Cantidades de obra.....	129
Tabla 2-33 Sitios y franjas propuestas para la captación de aguas superficiales .....	132
Tabla 2-34 Volumen de agua para uso industrial .....	133
Tabla 2-35 Cruces de corrientes principales para la línea eléctrica.....	133

Tabla 2-36	Volumen de aprovechamiento forestal solicitado .....	134
------------	--	-----

## LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 2-1	Localización general del proyecto ..... 11
Imagen 2-2	Localización político administrativa del proyecto ..... 12
Imagen 2-3	Sectores línea La Reforma- San Fernando ..... 14
Imagen 2-4	Estructura general Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá EEB..... 33
Imagen 2-5	Organigrama de la dirección de desarrollo sostenible de la EEB ..... 34
Imagen 2-6	Ubicación geográfica de la subestación La Reforma..... 38
Imagen 2-7	Detalle de la ubicación geográfica de la actividad en la subestación La Reforma 230kV ..... 39
Imagen 2-8	Isométrico de la subestación la reforma 230kV (en color ubicación de las obras a realizar, en tono gris la estructura existente)..... 41
Imagen 2-9	Esquema de fundación en concreto a construir. plano indicativo ..... 41
Imagen 2-10	Zona temporal a utilizar durante la ejecución de obras ..... 42
Imagen 2-11	Perfil característico del trazado para la línea..... 49
Imagen 2-12	Ubicación geográfica de la subestación San Fernando..... 50
Imagen 2-13	Esquema conexión de torre terminal a pórtico en la subestación San Fernando ..... 51
Imagen 2-14	Cruce sobre cuerpo de agua sin intervención ..... 52
Imagen 2-15	Cruce sobre cuerpo de agua con intervención ..... 53
Imagen 2-16	Vista general cruce río Guayuriba ..... 54
Imagen 2-17	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1965 ..... 56
Imagen 2-18	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1976 ..... 57
Imagen 2-19	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1989 ..... 58
Imagen 2-20	Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 2015 ..... 59
Imagen 2-21	Superposición del cauce del río Guayuriba entre el año 1965 y el año 2015..... 60
Imagen 2-22	Vista general cruce del rio Guayuriba..... 62
Imagen 2-23	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 38 ..... 62
Imagen 2-24	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 39 ..... 63
Imagen 2-25	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 40 ..... 64
Imagen 2-26	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 41 ..... 65
Imagen 2-27	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 42 ..... 66
Imagen 2-28	Registro google-earth del sector contiguo a la torre 43 ..... 67
Imagen 2-29	Clasificación de cauces aluviales (schumm, 1981)..... 68
Imagen 2-30	Vista general cruce del rio Acacias ..... 70
Imagen 2-31	Detalle del cauce del río Acacias en el año 1980 (línea de vuelo c-1949-35-80/s30392)..... 73
Imagen 2-32	Detalle del cauce del río Acacias en el año 1987 (línea de vuelo c-2323-38-87/s34457)..... 75

Imagen 2-33	Detalle del cauce del río Acacias en el año 1997 (línea de vuelo c-2627-46-97/s37789).....	77
Imagen 2-34	Detalle del cauce del río Acacias en el año 2015.....	78
Imagen 2-35	Análisis multitemporal del sitio de cruce en el río acacias entre el año 1980 y 2015.....	79
Imagen 2-36	Estructura básica para la línea eléctrica (torres) .....	83
Imagen 2-37	Cimentación típico parrilla.....	84
Imagen 2-38	Cimentación típico pilote .....	85
Imagen 2-39	Cimentación típico zapata.....	86
Imagen 2-40	Estructura general de los conductores .....	87
Imagen 2-41	Características generales de las cadenas de aisladores en vidrio o porcelana.....	88
Imagen 2-42	Características generales de los aisladores poliméricos .....	88
Imagen 2-43	Patio de tendido.....	89
Imagen 2-44	Localización plazas de tendido a lo largo de la línea eléctrica.....	93
Imagen 2-45	Vista general vía – Villavicencio- Acacias .....	98
Imagen 2-46	Vías identificadas para el acceso al trazado de la línea eléctrica .....	99
Imagen 2-47	Características generales de la vía 1 .....	101
Imagen 2-48	Caracterización general de la vía 2.....	102
Imagen 2-49	Localización general de la vía 3 .....	104
Imagen 2-50	Localización general de la vía 4 .....	105
Imagen 2-51	Localización general de la vía 5 .....	106
Imagen 2-52	Localización general de la vía 6 .....	107
Imagen 2-53	Localización general de la vía 7 .....	109
Imagen 2-54	Localización general de la vía 8 .....	110
Imagen 2-55	Localización general de la vía 9.....	111
Imagen 2-56	Localización general de la vía 10 .....	112
Imagen 2-57	Localización general de la vía 11 .....	113
Imagen 2-58	Localización general de la vía 12 .....	115
Imagen 2-59	Localización general de la vía 13 .....	116
Imagen 2-60	Localización general de la vía 14 .....	117
Imagen 2-61	Localización general de la vía 15 .....	118
Imagen 2-62	Superposición línea eléctrica con bloques de hidrocarburos .....	122
Imagen 2-63	Superposición línea eléctrica con proyectos lineales.....	123
Imagen 2-64	Superposición línea eléctrica 230kV y proyectos mineros existentes en el área.....	126

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 2-1 Ubicación de la bahía para las adecuaciones en la subestación La Reforma 230kV. ....	37
Fotografía 2-2 Panorámica registro fotográfico editado, representativo del sector 1 – la reforma - Caño Vijagual.....	44
Fotografía 2-3 Mosaico compuesto de registro fotográfico e imagen satelital, representativo de sector 2 – Cruce Bijagual Las Mercedes.....	45
Fotografía 2-4 Mosaico compuesto de imagen satelital, representativo de localización de sector 3 – Las Mercedes-San Fernando. ....	46
Fotografía 2-5 Detalle de carretes de cable conductor y de guarda.....	90
Fotografía 2-6 Detalle de poleas para cable conductor y de guarda.....	90
Fotografía 2-7 Detalle de malacate para tendido de cable conductor y de guarda .....	91

## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se presenta la descripción detallada para la Construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando, ubicadas en el municipio de Villavicencio y Castilla La Nueva respectivamente, el proyecto también cruza la zona rural del municipio de Acacias en el departamento del Meta.

Las actividades requeridas para la conexión al Sistema de Transmisión Nacional (STN), en la Subestación La Reforma 230 kV, consiste en completar el diámetro existente (D0) construyendo 1/3 de diámetro para una bahía de línea, con la instalación de los equipos de patio y de control, protección y comunicaciones requeridos para la correcta operación de la conexión.

Dentro de este apartado se describen las características técnicas, procedimientos y tecnologías que se emplearan durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto. De igual manera, se relacionan los requerimientos de mano de obra, materiales, maquinaria y equipos típicos necesarios para el desarrollo de cada una de las actividades del proyecto en mención.

La descripción del proyecto se basa en lo solicitado en los términos de referencia para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental para tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV – LI-TER-1-01, expedidos en el año 2006 por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS).

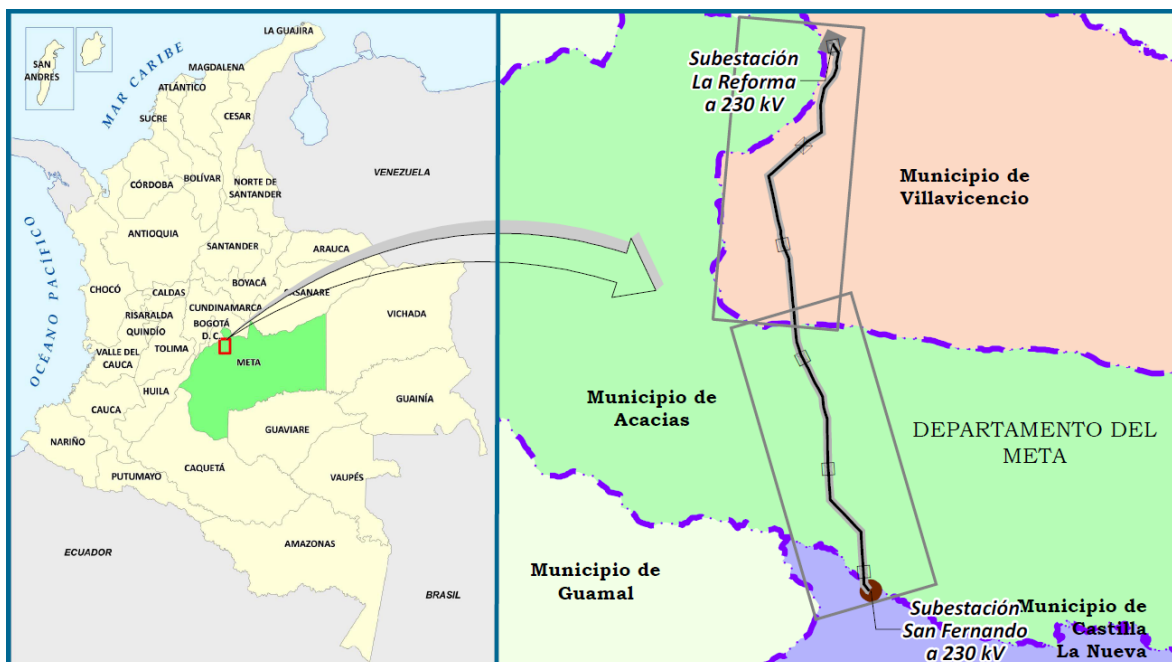
### 2.1 Localización

El área donde se construirá el proyecto de la Línea de Transmisión Eléctrica de 230 kV La Reforma – San Fernando, se encuentra localizado entre los municipios de Villavicencio, pasando por Acacias y llegando a Castilla La Nueva, transcurre por una franja que agrupa el entalle de la vertiente oriental y piedemonte de la Cordillera Oriental, así como la zona plana (conformada por terrazas) que marcan el inicio o borde occidental de la planicie que conforma la cuenca de los Llanos Orientales (**Imagen 2-1**).

#### 2.1.1 Localización político administrativa

El trazado de la Línea de Transmisión Eléctrica, se localizará al noroccidente del departamento del Meta, pasando por la zona rural de los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva, interceptando 17 veredas, (9 de Villavicencio, 7 de Acacias y 1 de Castilla La Nueva, **Tabla 2-1** y la **Imagen 2-2**), El área del proyecto se encuentra en jurisdicción de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del área de Manejo Especial La Macarena (CORMACARENA).

**Imagen 2-1 Localización general del proyecto**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

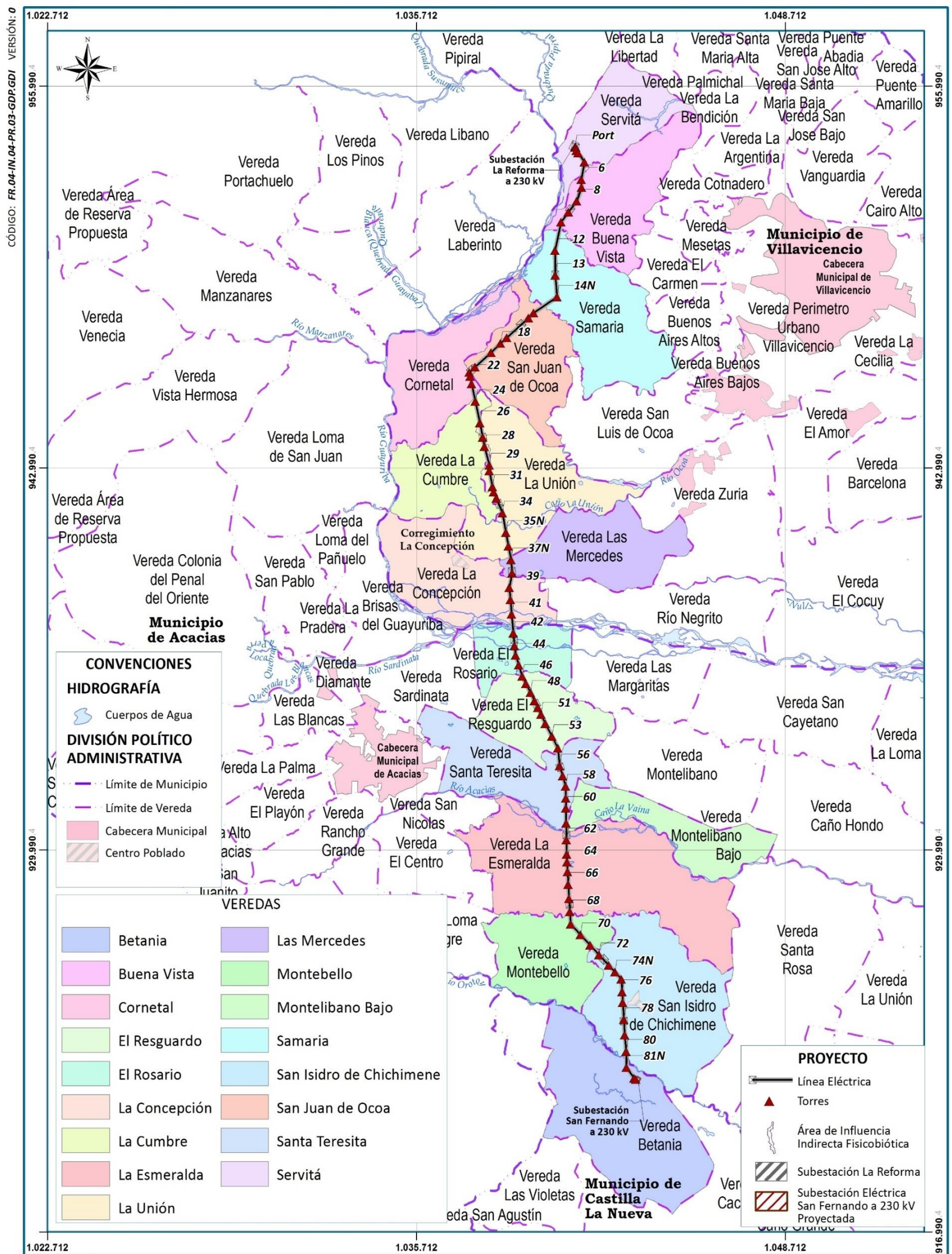
**Tabla 2-1 Municipios que conforman el área de influencia indirecta y veredas que conforman el área de influencia directa**

Departamento	Municipio		Vereda	
Meta	1	Villavicencio	1	Servitá
			2	Buena Vista
			3	Samaria
			4	San Juan de Ocoa
			5	La Cumbre
			6	La Unión
			7	Cornetal
			8	Las Mercedes
			9	La Concepción
Meta	2	Acacias	1	El Rosario
			2	El Resguardo
			3	Santa Teresita
			4	Montelíbano Bajo
			5	La Esmeralda
			6	Montebello
			7	San Isidro de Chichimene
	3	Castilla la Nueva	1	Betania
<b>Total veredas</b>			<b>17</b>	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



Imagen 2-2 Localización político administrativa del proyecto



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.  
Nota: La Imagen fue capturada a escala 1:25.000 y se presenta a una escala visible para el documento



### 2.1.2 Localización geográfica

El corredor de la línea de transmisión se encuentra contenido entre el flanco oriental de la Cordillera Oriental y el piedemonte llanero, abarcando dos grandes provincias fisiográficas, como lo son la vertiente oriental de la Cordillera Oriental y 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. Teniendo en cuenta las características del área por la que transcurre el trazado de la línea eléctrica, se identificaron tres (3) sectores con claras diferencias enunciados de la siguiente manera, los cuales se muestran en la **Imagen 2-3**

- Sector 1: La Reforma – Sector Vijagual;
- Sector 2: Sector Vijagual – Sector Las Mercedes;
- Sector 3: Sector Las Mercedes – San Fernando.

Hidrológicamente, el área se encuentra en las grandes cuencas de los ríos Metica, Guayuriba, Guatiquia y río Negro, destacándose los ríos Acacias, Negrito, Ocoa, Orotoy, Caño Colorado, Caño Carbón, caño Pescado como grandes fuentes hídricas por las que pasará la línea eléctrica.

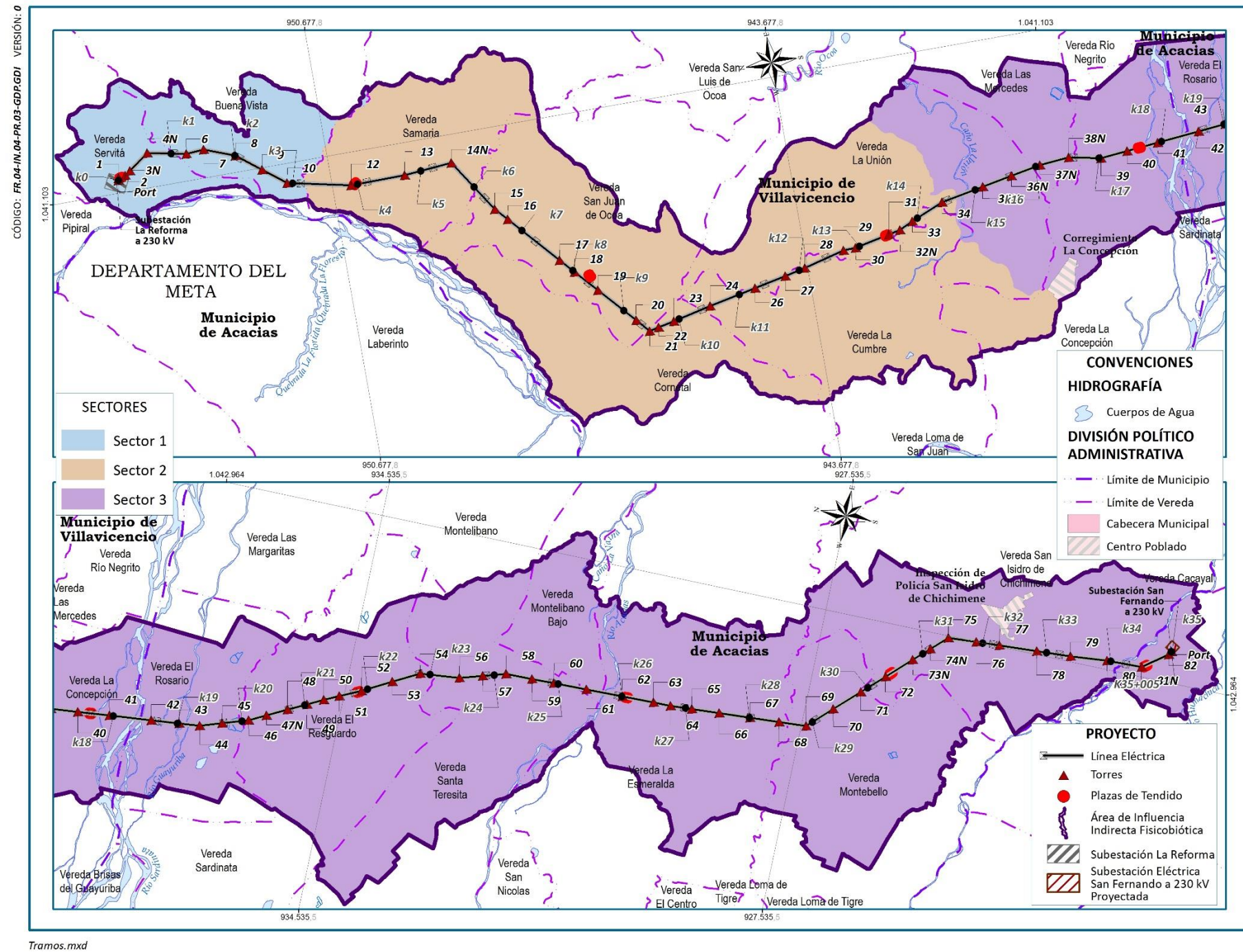
El área de se enmarca en la región biogeográfica de la Orinoquía, la cual se encuentra en un piso térmico cálido con alturas inferiores a los 1.000 m.s.n.m., donde las temperaturas medias son superiores a 24°C. El régimen pluviométrico en la Orinoquía es monomodal, con un período de lluvias máximas a mediados del año (mayo y junio) los cuales llueve alrededor de 20 días/mes, seguido de uno de menores lluvias a finales y a comienzos de año (diciembre a marzo) en los cuales llueve un promedio de 1 a 4 días.

### 2.1.3 Área de influencia

La determinación de las áreas de influencia, están referidas al entorno físico, biótico, social y cultural donde se puedan manifestar los impactos causados por la realización de las actividades consideradas para la construcción, operación - mantenimiento y desmantelamiento final de la línea de transmisión eléctrica La Reforma - San Fernando 230 kV. Con base en lo anterior, se identifica un área de influencia directa y otra indirecta, la primera corresponde a los sitios que serán intervenidos para la realización de las actividades específicas del proyecto como lo son la servidumbre, plazas de tendido y también los sitios de ocupación de cauce y captación de aguas superficiales.

El área de influencia indirecta en el caso de los medios físico y biótico, corresponde a las zonas donde los impactos pueden llegar a trascender por el desarrollo de cualquiera de las actividades ejecutadas durante la construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento del proyecto; para el componente social los impactos podrán trascender hasta la unidad territorial que para este caso serán los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva.

Imagen 2-3 Sectores línea La Reforma- San Fernando



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017  
Nota: La Imagen fue capturada a escala 1:25.000 y se presenta a una escala visible para el documento

#### 2.1.3.1 Área de influencia indirecta (AII)

La definición del área de influencia indirecta (AII) se presenta en dos partes, una para los componentes físico - biótico y otra para el componente socioeconómico, teniendo en cuenta los siguientes aspectos relevantes, a saber:

- Primero que el proyecto está enmarcado 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, en jurisdicción de los municipios de Villavicencio y Acacias (Departamento del Meta).
- Que, en el contexto regional, el área se ubica sobre el piso isomegatérmico de los llanos orientales, de la región cisandina (Hernández et al, 1990), caracterizada por presentar relieve plano, cubierto por sabanas naturales atravesadas por selvas de galería y que son continuos con los llanos de la Orinoquia venezolana. De acuerdo con las unidades biogeográficas de Colombia (Hernández et al., 1990), el área pertenece a las provincias biogeográficas NorAndina y Orinoquia, también se presentan dos distritos biogeográficos, uno en cada provincia, en el sector sur el Distrito Piedemonte Meta de la provincia de la Orinoquia y en el sector norte el Distrito Este Cordillera Oriental de la provincia NorAndina.
- Las unidades territoriales donde se localiza las comunidades a los cuales los impactos generados durante el desarrollo de las actividades constructivas y operativas de la línea de transmisión pueden generar impactos. Para el proyecto corresponde a los Municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva (departamento del Meta), donde los impactos se asocian al uso de la infraestructura vial intermunicipal, la demanda y oferta de bienes y servicios que serán adquiridos a lo largo del proyecto, y de forma especial porque el proyecto interactúa con las organizaciones sociales y el aparato institucional del Estado, que tienen jurisdicción en estos territorios.

La descripción detallada de cada uno de los aspectos antes mencionados se presenta en el capítulo 3 (numeral 3.1 Área de Influencia).

#### 2.1.3.2 Área de influencia directa (AID)

Para efectos del proyecto de construcción de la Línea de Transmisión Eléctrica, se estableció como área de influencia directa aquella que requiere de la intervención en algún componente por cualquiera de las actividades del proyecto y que son descritas en el capítulo 3 del presente documento. A continuación, se resumen los criterios tenidos en cuenta para la definición del área de influencia directa para cada uno de los medios.

- **Área de influencia directa del medio físico**

Para la definición del área de influencia directa del medio físico del proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- Franja de servidumbre de 30 metros, donde se realizarán las actividades de localización y replanteo de torres, actividades de excavación, concreto y armado de estructura,

tendido de puesta a tierra entre otras actividades. También se tiene en cuenta los sitios provisionales como las áreas para plazas de tendido.

- La presencia de puntos de agua, a saber: pozos profundos en una franja de 100 metros a cada lado del derecho de vía de la línea de transmisión, aljibes en una franja de 30 metros a cada lado del derecho de vía de la línea de transmisión).
- Drenajes donde se realizarán las ocupaciones de cauce y las captaciones de aguas superficiales.
- **Área de influencia del medio biótico**

Como criterios para la definición del área de influencia directa del medio biótico, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- Unidades de cobertura de la tierra que serán intervenidas durante la adecuación de los sitios donde se construirá cada una de la infraestructura requerida para el desarrollo del proyecto.
- Tipos de ecosistemas presentes, que serán intervenidos por las actividades de construcción y operación del proyecto de transporte.

- **Área de influencia directa del medio socioeconómico**

Desde el punto de vista socioeconómico, el área de influencia directa de tipo local corresponde a las 17 veredas que atraviesa el proyecto y la directa puntual a cada uno de los predios que serán intervenidos, dentro del derecho de vía, así como los predios que serán utilizados para las actividades complementarias (plazas de tendido).

## 2.2 Características del Proyecto

La construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación del Sistema Interconectado Nacional "La Reforma" y la subestación "San Fernando" ubicada en los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva en el departamento del Meta, surge como parte del Plan Integral de Energía Eléctrica de la Gerencia Central (GEC) de ECOPETROL S.A, que busca asegurar el suministro de energía eléctrica con una capacidad total de 265 MW en el año 2025, y dar la confiabilidad del sistema de transmisión para el desarrollo de los campos de producción directa de crudos pesados de la Superintendencia Castilla–Chichimene.

La construcción de la línea se realizará con recursos propios de la Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá y tiene como fin el conectar las actividades de ECOPETROL al Sistema de Transmisión Nacional; con la entrada en funcionamiento de esta línea eléctrica, se espera beneficiar técnicamente la confiabilidad del servicio del Sistema de Transmisión Regional, en la medida en que se libera carga de la Electrificadora del Meta S.A (EMSA) y se puede mejorar la continuidad y calidad del servicio.

La línea eléctrica tendrá una longitud de 35 km y sus principales características técnicas se resumen en la **Tabla 2-2**.



**Tabla 2-2 Características técnicas generales del proyecto**

N°	Características	Descripción
1	Inicio de línea de transmisión	Subestación La Reforma
2	Longitud de la línea de transmisión de energía eléctrica	35.005,028 metros = 35,00 kilómetros
3	Llegada de línea de transmisión	Subestación San Fernando
4	Número de torres	78 torres y 2 pórticos (uno en subestación La reforma y el otro en la subestación San Fernando)
5	Altura de torre	De 38 a 45 metros
6	Servidumbre línea de transmisión	30 metros (15 a cada lado del eje de la línea)
7	Circuito	Sencillo de 230 kV
8	Material	Acero de alta resistencia
9	Plazas de tendido	9
10	Numero de veredas por las que circula el proyecto	17 veredas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 en Villavicencio</li> <li>• 7 en Acacías</li> <li>• 1 en Castilla La Nueva</li> </ul>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 2.2.1 Etapas y actividades del proyecto

En términos generales, el proyecto se compone de cuatro etapas (**Tabla 2-3**); en cada una de la cuales se determinaron actividades en las cuales se establece la secuencia para la ejecución del proyecto.

**Tabla 2-3 Etapa y actividades de la línea eléctrica 230 kV**

#	Etapas	Sub Etapa	Actividad
1	Pre-constructiva	Actividades preliminares	Información a la comunidad
			Gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbres
			Contratación y capacitación de personal
			Levantamiento topográfico – Replanteo de construcción
2	Constructiva	Adecuación de la sub estación La Reforma	Construcción de cimentaciones para interruptor de potencia
			Montaje de la estructura de soporte para interruptor de potencia
			Construcción caseta de relés donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones
		Instalación de la línea eléctrica	Localización y replanteo
			Adecuación de accesos
			Adecuación de zonas de uso temporal (Instalaciones provisionales y almacenamiento de materiales)
			Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal
			Captación de agua superficial
			Ocupación de cauces (cuerpos de agua)
			Remoción de cobertura vegetal
			Excavación para cimentación de torres
			Cimentación, relleno y compactación de materiales
			Montaje y vestida de estructuras
			Tendido y tensionado de los cables
			Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas
			Energización de la línea

#	Etapas	Sub Etapa	Actividad
3	Operativa y de Mantenimiento	Operación y Mantenimiento de la línea eléctrica	Transmisión de energía eléctrica
			Recorridos de inspección en la siguiente infraestructura: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Franja de servidumbre y base de la estructura.</li> <li>- En las estructuras (torres).</li> <li>- En la cadena de aisladores</li> <li>- Conductores</li> <li>- Cables de guardia y puesta a tierra</li> </ul>
			Mantenimiento preventivo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electromecánico</li> <li>- Control de estabilidad de sitios de torre</li> <li>- Mantenimiento zona de servidumbre</li> </ul>
			Control de la vegetación en la servidumbre
4	Desmantelamiento	Desmantelamiento de la línea eléctrica	Desmonte de equipo electromecánico y obras civiles
			Reconformación y recuperación de áreas intervenidas
			Cierre de compromisos sociales en el área

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 2.2.1.1 Etapa Pre-constructiva – Actividades preliminares

### 2.2.1.1.1 información a la comunidad

Consiste en las actividades de relacionamiento previo con los pobladores del área por donde pasará la línea eléctrica, el relacionamiento va dirigido a las autoridades de los municipios, veredas y los propietarios de los predios que serán intervenidos por cualquiera de las actividades que se realicen durante el desarrollo del proyecto. El área de Responsabilidad Social de EEB determinará las estrategias relacionadas con el manejo de la comunidad e interacción con la misma teniendo en cuenta lo estipulado en el capítulo 7 del presente documento (Plan de manejo Ambiental) en donde se adjunta las fichas de manejo en donde se encuentran los lineamientos que se tendrán en la etapa preconstructiva.

### 2.2.1.1.2 Gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbres

Actividades propias de la EEB previas al inicio de la etapa de construcción de la línea, en las cuales se realiza el proceso de negociación de servidumbre a lo largo del eje de la línea, considerando el ancho establecido de 30 m, relacionado con la tensión de la línea planteada de 230 kV. Adicional al ancho de seguridad de la línea, se negociarán los sitios donde se ubicarán las plazas de tendido y se establecerá los accesos que serán utilizados para cada sitio de torre.

### 2.2.1.1.3 Contratación y capacitación de personal

Proceso de selección y contratación de la mano de obra calificada y no calificada, mediante mecanismos de postulación, selección y contratación. Este proceso incluye también la capacitación a todos los trabajadores del proyecto (mano de obra calificada y no calificada) al momento de la contratación, de tal forma que los trabajadores desarrollen competencias y habilidades de protección hacia el medio socio ambiental, reduciendo la probabilidad de

ocurrencia de incidentes y accidentes. Esta actividad inicia en esta etapa, sin embargo, se desarrollará a lo largo de todas las etapas del proyecto y contará con un seguimiento a partir de lo que se disponga en el Plan de Manejo Ambiental, Plan de Contingencia, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional, políticas y programas de la EEB y todas aquellas disposiciones legales vigentes en los ámbitos nacional, regional y municipal.

#### *2.2.1.1.4 Levantamiento Topográfico - Replanteo de construcción*

Esta fase consiste en plasmar sobre el terreno el eje en planta del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica de acuerdo con los planos planta – perfil, elaborados durante la etapa de diseño de la línea.

El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante la fase de diseño, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georeferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto.

Adicionalmente, al eje del proyecto durante el replanteo se debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de logra correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

#### 2.2.1.2 Etapa Constructiva

Dentro de la etapa constructiva se incluyen las actividades que se desarrollarán en la subestación La Reforma y cada una de las acciones necesarias para la construcción de la línea eléctrica, las cuales se describen a continuación:

##### *2.2.1.2.1 Adecuación de la sub estación la Reforma*

Las obras correspondientes a la adecuación se realizarán dentro del patio de conexiones de la Subestación La Reforma 230 kV, existente, en un área que actualmente ya cuenta con la plataforma conformada, con la malla de puesta a tierra, con los filtros y drenajes construidos, es decir el espacio a utilizar ya se encuentra completamente adecuado por la actividad de transmisión de energía eléctrica, sin que sea necesario utilizar áreas adicionales. Las obras que se requieren realizar en la Subestación La Reforma 230kV, y que hacen parte del alcance del presente estudio de impacto ambiental, son las siguientes:

- Construcción de las cimentaciones para el interruptor de potencia.
- Montaje de la estructura para el soporte del interruptor de potencia
- Construcción de una caseta de relés, en donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones.

- **Construcción de cimentaciones para interruptor de potencia**

La cimentación es una de las actividades previas para la instalación de los equipos entendiendo que la cimentación forma parte estructural de la subestación debido a que es la encargada de transmitir las cargas de la estructura al terreno. Los interruptores de potencia son el elemento central de las subestaciones, estos equipos mecánicos de maniobra son los que permiten interrumpir y cerrar los circuitos eléctricos (corrientes de trabajo y corrientes de fuga) y en estado cerrado, conducen la corriente nominal.

Las cimentaciones serán construidas en concreto de resistencia a la compresión 21 MPa reforzado con barras de acero corrugado con límite de fluencia de 420 MPa; serán fundidas en sitio a una profundidad de desplante de 1.5 metros e irán apoyadas sobre una capa de 5 centímetros de concreto de solado (14 Mpa).

- **Montaje de la estructura para el soporte del interruptor de potencia**

La estructura de soporte de los interruptores de potencia que son una serie de elementos metálicos se ancla a la cimentación y el montaje se realiza con ayuda de un camión grúa, una vez se instale la estructura de soporte se monta el interruptor y el cableado.

- **Construcción caseta de relés donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones**

La caseta de control es un compartimiento en donde se instalan los relés (reguladores), tableros de control de i) protección y comunicación, ii) interrupción iii) protección de salida de línea, iv) registro de fallas y v) medidas.

Estos equipos constan de mandos de comunicación, sistemas de posicionamiento global, dispositivos de control redundante, dispositivos de corte, medición entre otros, los cuales permiten integrar las conexiones del sistema de automatización de la subestación con el fin de realizar supervisión de las señales y enviar registros al centro de control.

#### *2.2.1.2.2 Instalación de la línea eléctrica*

- **Localización y replanteo**

Esta fase corresponde a plasmar sobre el terreno el eje en planta del trazado definitivo para la construcción de la línea eléctrica de acuerdo con los planos planta – perfil, elaborados durante el diseño de la línea.

El replanteo del eje del corredor se realiza con equipos de topografía, que toman como amarre o base del trabajo las referencias topográficas instaladas en campo durante la fase de diseño, las cuales generalmente son mojones en concreto debidamente georeferenciados con coordenadas y cotas reales, colocados en sitios estratégicos próximos al trazado e identificados en los planos de diseño del proyecto.

Adicionalmente, al eje del proyecto el replanteo debe identificar y señalar adecuadamente (estacas o banderolas) los sitios definidos para la ubicación de cada torre y el área a ocupar por cada una, datos que deben estar referenciados con coordenadas y cotas obtenidas de



los planos de diseño de la línea. En esta etapa y si es necesario se podrá optimizar localmente la ruta y la ubicación de los sitios de torre, en procura siempre de logra correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño.

- **Adecuación de accesos**

Las vías de acceso al corredor son las identificadas durante la fase de diseño de la línea, las cuales se muestran y presentan sus condiciones actuales en el numeral 2.2.13 (Vías a adecuar), del presente capítulo. De tal manera que en esa etapa se realizarán las labores de adecuación necesarias para permitir el acceso de maquinaria, equipo, herramienta y personal necesarios para las labores de construcción.

La adecuación de las vías de acceso (carreteables) y caminos peatonales, será la estrictamente necesaria para permitir el tránsito de vehículos pesados en periodos de tiempo cortos y el mejoramiento de los caminos peatonales para permitir el paso de personal y mulas con las cargas necesarias para el armado de las torres.

Para la elaboración del Estudio se ejecutó recorrido de toda la línea y su corredor para la determinación de la vías del sector y las que dan acceso a la Línea de Transmisión Eléctrica, estableciendo tramos en los que no existen acceso y dando soluciones de accesibilidad para sitios de torre, plazas de tendido y centros de acopio y en general para el desarrollo de todas las actividades de la construcción y donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes medios de locomoción; incluyendo carreteras, caminos carreteables, caminos para mulas, de ser necesario en sitios especiales helicopuerto, etc. Se da prioridad al uso de accesos peatonales (caminos de herradura) y carreteras existentes, con el fin de causar el menor impacto posible.

No se construirá ningún tipo de vía, ni se realizará ninguna modificación a las ya existentes, sólo se efectuará el mejoramiento que se requiera para garantizar el acceso al área. Como accesos principales al trazado se utilizarán las vías existentes en la región, a través de las cuales se podrá llegar a los centros de acopio de materiales y oficinas en toda clase de vehículos. Desde las vías principales de acceso se derivan carreteables, trochas de acceso a fincas, senderos peatonales y caminos que serán utilizados para la distribución de los materiales de construcción, equipos y herramientas necesarias para los trabajos locales sobre cada sector de la línea, estos accesos temporales serán definidos directamente con cada uno de los propietarios de los predios y se realizará la inspección previa a la realización de las actividades constructivas.

- **Adecuación de zonas de uso temporal (instalaciones provisionales y almacenamiento de materiales)**

Durante esta fase se seleccionan los sitios en donde se instalarán oficinas de campo, así como los lotes adecuados para el almacenamiento de materiales (Pacios de acopio), y las áreas de trabajo temporal durante la etapa de construcción.

Teniendo en cuenta la longitud de la línea eléctrica y su relativa cercanía a los centros poblados de los municipios de Acacías, Villavicencio y Castilla La Nueva, no se proyecta tener sitios temporales para campamentos, si se aprovechará la oferta de servicios que

existen en el área, para establecer los sitios de acopio de materiales de construcción y áreas para oficinas y coordinación del proyecto.

Adicionalmente, a lo largo del trazado y cerca del corredor de la línea se establecen sitios en donde es posible el acceso mediante vehículos, o cercanos a la servidumbre de la línea eléctrica, para la localización de bodegas de materiales, equipos y zonas de oficinas para la coordinación diaria de las actividades de construcción que tendrán actividad durante el día.

- **Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal**

Consiste en el traslado de los materiales necesarios para la construcción de las estructuras desde los sitios de acopio generales, hasta la zona de ubicación final de la torre, a través de las vías de acceso inicialmente adecuadas para tal fin. El transporte se realiza utilizando todos los medios posibles considerados en la planeación del proyecto, es decir, vehículos en los sectores donde haya acceso directo y transporte o traslado manual en los sectores donde por la ubicación de la torre solamente puede accederse mediante caminos peatonales.

Para el transporte de los materiales de cada torre deben estar estos previamente clasificados y numerados de acuerdo con cada torre.

En el sitio de montaje de cada torre se adecúa preliminarmente una zona de acopio temporal de dichos materiales.

- **Captación de agua superficial**

La captación de agua se utiliza principalmente para la preparación del concreto el cual será usado en la cimentación, pero parte de este recurso se emplea en la humectación de vías y en el riego para zonas revegetalizadas como taludes. Para la mezcla en sitio de concreto se realizará en los sectores donde el acceso de maquinaria no sea posible, o las cantidades sean tan pequeñas que no amerite pedir el concreto preparado.

- **Ocupación de cauces (cuerpos de agua)**

Corresponde a la intervención del cauce por la construcción de estructuras para el montaje de torres de energía permanentes, esta intervención implica el tránsito e instalación temporal de la maquinaria requerida para la construcción de cimentación en el lecho del cuerpo de agua.

Para el proyecto se requerirá intervenir el cauce del Río Guayuriba que separa la vereda La Concepción en Villavicencio y la vereda El Rosario en Acacias, esta ocupación de cauce plantea la intervención desde las dos orillas del río, teniendo en cuenta el ancho de este cuerpo de agua y el riesgo de socavaciones del terreno por los niveles máximos de inundación existentes en el río Guayuriba. También se intervendrá el cauce del río Acacias, donde se propone la construcción de una torre en la margen derecha del cauce.

- **Remoción cobertura vegetal**

Las labores de construcción en cada uno de los sitios de ubicación de las torres inician una vez esté definido y adecuadamente demarcado por el replanteo topográfico, el área necesaria para las diferentes actividades de excavación, acopio y manejo de materiales. La limpieza, remoción del material vegetal y el descapote se realizan sobre esta zona previamente demarcada. Los materiales obtenidos de estas labores se deben disponer de manera adecuada, en proximidades de la excavación de tal forma que no se mezclen con los materiales de corte y puedan ser utilizados posteriormente para labores de revegetalización del área intervenida. Para esta actividad se deberá consultar los programas de manejo ambiental del medio físico contempladas en el Plan de Manejo Ambiental.

- **Excavación para cimentación de torres**

La excavación se realiza sobre el área previamente demarcada de acuerdo con los planos de diseño de la línea. Esta labor puede realizarse a mano o con maquinaria, dependiendo del tipo de materiales presente; sin embargo, el terminado final en el fondo de la excavación debe ser manual. El material procedente de la excavación apto para el relleno de la misma una vez construida la cimentación de la torre se separa y se acumula al lado de la excavación utilizando trinchos en madera para la retención de los mismos. El resto de material, en especial los suelos orgánicos, se almacenan para reutilizarlos en la empedradización de la excavación.

- **Cimentación, relleno y compactación de materiales**

En todos los casos, las torres se montan sobre cimentaciones construidas por debajo de la superficie del terreno (con una profundidad promedio de 2m), para lo cual se utiliza generalmente concreto reforzado ó parrilla metálica.

La definición del tipo de cimentación para cada estructura de la línea se realiza durante la etapa de diseño del proyecto, para lo cual se analizan las características de los materiales de fundación de las torres y se establecen las generalidades y detalles específicos de la cimentación para cada estructura de soporte de la línea.

El suministro de concreto se hará por medio de camiones, en los sitios a los cuales haya acceso directo de equipo, para el transporte de la mezcla previamente preparada. En los sectores que no hay acceso directo de camiones para el transporte de concreto, la mezcla se preparará en sitio con la utilización de herramienta y maquinaria menor.

Una vez terminadas las obras de cimentación se procede al relleno de la excavación realizada, utilizando los materiales adecuados procedentes de la misma excavación. Para la conformación del relleno debe proveerse de agregados pétreos, finos y gruesos, los cuales deberán adquirirse en las fuentes de materiales de la zona autorizadas por la respectiva autoridad ambiental.

- **Montaje y vestida de estructuras**

Dentro de esta actividad se incluye las siguientes acciones:

*Transporte y montaje de torres:* Una vez construidas las cimentaciones, se procederá al montaje de las estructuras metálicas, actividad que se realizará con la utilización de herramientas menores y con mano de obra calificada. Cada torre está compuesta por una cantidad de piezas de menor tamaño que serán ensambladas en terreno. Con base en la clase de acceso y modalidad de transporte requeridos en cada sitio de torre para el acarreo adecuado de los materiales y equipos se organiza el programa de transporte.

Se transportan desde el patio de acopio o almacén hasta el sitio de montaje todos los elementos constructivos requeridos para el montaje de la torre: superestructuras, extensiones de cuerpo, patas, ángulos de espera, parrillas, pernos, tuercas normales y de seguridad, arandelas, escalera de pernos, dispositivos antiescalatorios, señales, etc., y los elementos necesarios para la instalación de las suspensiones y amarres de los conductores y de los cables de guarda.

*Ensamblaje e izado de torres:* En el sitio de torre se realiza un pre-armado de estructuras, en el cual se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Luego se realiza el montaje de estructuras iniciando por los ángulos de espera que han de quedar embebidos en concreto, se soportan en la posición apropiada, por medio de una plantilla de acero articulada rígida u otro medio adecuado que permita su instalación dentro de las tolerancias especificadas.

Las torres deben ser erguidas por el método de “erección floja” con excepción de los paneles del conjunto inferior de la torre, que deben ser empernados y ajustados inmediatamente, después del ensamblaje y nivelación. Las diagonales principales deben ser empernadas en forma floja hasta que se realice el ajuste final de la torre.

Al final de cada cruceta se instala una cadena de aisladores con sus respectivos herrajes y en cada cruceta se pone una polea para el tendido de conductores y cable de guardia. Se arman todas las partes componentes de los ensamblajes, se instalan todos los pasadores necesarios para completar las cadenas de aisladores y verificar que cada ensamblaje este correctamente instalado.

Una vez terminado el levantamiento de cada estructura y antes de la instalación de los conductores e hilos de guarda, es necesario medir la resistencia del terreno en los sitios de colocación de las estructuras, de tal manera que se verifiquen los valores medidos en la etapa de diseño que son básicos para implementar las conexiones necesarias, Sí en las mediciones efectuadas se obtienen valores de resistencia mayores que el que indiquen los planos, se instalarán conexiones a tierra adicionales para bajar la resistencia a tierra en la forma establecida en los planos.

- **Tendido y tensionado de los cables**

Previo a la intervención del área se requiere el despeje de aquella vegetación presente en la franja de servidumbre que interfiera con la construcción u operación de la línea de transmisión, de forma que permita las labores de tendido del conductor y cable de guarda y no genere acercamientos (romper la distancia de seguridad) durante la etapa operativa, hecho que depende del tipo y altura de la vegetación.

La trocha de despeje de vegetación está ubicada dentro de la franja de servidumbre y su ancho depende del tipo de vegetación, alto y ancho de copa, topografía del terreno, distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo.

**Tendido del conductor y cables guías:** Una vez terminado el montaje de las estructuras, se iniciará la instalación del conductor. Esta actividad se realizará de manera aérea, sin la necesidad de hacer arrastre de cables, para lo cual se elegirán puntos dentro de la franja de seguridad, en lo posible entre estructuras de anclaje, que permitan la instalación del equipo con tramos de tendido lo más extenso posible (5 - 10 Km aproximadamente). En estos puntos se instalarán los principales equipos que se requieren para el tendido: porta carrete, carretes con conductor, malacate, frenos y equipo auxiliar.

Las plazas de tendido corresponden a los sitios, fuera o dentro de la franja de servidumbre de la línea, aptas para el almacenamiento del material y la ubicación del equipo necesario para el tendido de los conductores y cables de guarda. Los lugares para la instalación del freno y del malacate, serán limpiados y nivelados si es necesario, para permitir la ubicación de los carretes, enrolladores y bobinas de cable piloto según corresponda.

En aquellos sectores donde la línea cruza con obras como carreteras, caminos; etc., se considera probable colocar portales de protección confeccionados con postes de madera.

El procedimiento de tendido será el siguiente:

- Se instalarán las cadenas de aisladores, las cuales en sus extremos tendrán poleas por donde pasará el conductor.
- Instaladas las cadenas, se pasará un cable guía por las poleas, desde el malacate al freno, donde se une al conductor.
- Se tenderá el cable de guardia y el conductor por medio de un malacate. Con el freno se controlará la tensión del cable de guardia y del conductor, de modo que este último vaya a una distancia segura del suelo. Una vez que el conductor se haya tendido entre dos estructuras de anclaje, se procederá a tensarlo para su altura definitiva.
- Finalmente, se fijarán mecánicamente los conductores a las cadenas de suspensión y de anclaje. Luego, se instalarán los accesorios tales como amortiguadores de vibración en los cables, balizas en los cruces del río y protecciones anti escalamiento.
- **Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas**

Esta actividad consiste en el retiro de materiales pétreos de las áreas circundantes a las torres y la colocación del material de excavación y descapote sobre zonas aledañas de forma tal que se integre con el paisaje y no genere montículos de material desprovistos de cobertura vegetal.

- **Energización de la línea**

La operación de la línea de transmisión "energización" es la puesta en marcha del sistema, esta puede realizarse en dos circunstancias, la primera cuando se pone en funcionamiento inicial al sistema y la segunda cuando hay un disparo de la línea (interrupción del flujo).

Esta actividad se realiza desde los tableros de control automatizados ubicados en la subestación.

### 2.2.1.3 Etapas Operativa y de Mantenimiento de la línea eléctrica

- **Transmisión de energía eléctrica**

Es la puesta en marcha del sistema, esta se realiza cuando se pone en funcionamiento inicial la línea de transmisión. Una vez terminadas las actividades de construcción y montaje de la línea de transmisión se deberá hacer la conexión de la línea en las subestaciones correspondientes.

- **Recorridos de inspección**

El mantenimiento de la línea de transmisión está a cargo de los “linieros”, los cuales realizan reconocimientos visuales de campo para verificar el estado de los componentes de la línea de transmisión: torres, conductores, cables, polos a tierra etc. Con base en estos reconocimientos visuales se realizan programas de limpieza, reparaciones y mantenimiento, estos recorridos deberán realizarse por lo menos cada 3 meses. En la **Tabla 2-4** se relacionan las actividades de inspección que normalmente se realizarán durante la operación de la línea de transmisión a 230 kV.

**Tabla 2-4                      Actividades de inspección**

UBICACIÓN	ACTIVIDADES DE INSPECCIÓN
En la franja de servidumbre y base de la estructura	El tipo de vegetación a desbrozar.
	El estado de cunetas de coronación y drenaje.
	El estado de los caminos de acceso.
	El estado del suelo (estabilidad del terreno).
	La existencia de construcciones o cruces bajo la línea y comunicar a los propietarios del peligro.
	Posibles acercamientos de Vegetación a la línea.
En las estructuras (torres)	Verificación de Conexiones de puesta a tierra.
	Verificación del estado de las bases de las torres.
	Verificación de verticalidad y estado de las torres.
	Verificación de posibles deformaciones en los componentes de las estructuras o faltantes, si es que los hubiere.
	Verificación del estado de las placas de numeración, peligros, señalización de circuitos o secuencia.
	Verificación del estado de la pintura de señalización y numeración.
En la cadena de aisladores	Si hay rotura y/o contaminación en la cadena de “Aisladores”.
	Verificación del estado de “Herrajes” (oxidación) y/o faltantes.
	Verificación de la perpendicularidad en el sentido de la línea, en el caso de estructuras de suspensión.
En los conductores	Verificación de ajustes en las grapas de retención y suspensión.
	Verificación de estado de las varillas preformadas.
	Verificación de estado y número de amortiguadores.
	Verificación de distancia de seguridad de la línea con respecto al suelo, vías, viviendas, árboles etc.
	Verificación de ausencia de corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños.
En los cables de guardia y puesta a tierra	Verificación de ajuste de puentes y aterrizajes.
	Verificación de estado, número de amortiguadores y de varillas preformadas.
	Verificación de existencia de corrosión, hilos rotos y/o elementos extraños.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



## • Mantenimiento preventivo

Es el tipo de mantenimiento que se lo implanta con la finalidad de mantener los estándares de calidad iniciales de la línea de transmisión. Los mantenimientos preventivos se dividen en tres grupos: Mantenimiento electromecánico, Control de estabilidad de sitios de torre y Mantenimiento zona de servidumbre.

- **Mantenimiento electromecánico:** Comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica propiamente dicha, entre las cuales se destacan las siguientes: Cambio o refuerzo de estructuras, o de algunos de sus elementos; pintura especialmente de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.
- **Control de estabilidad de sitios de torre:** Si del proceso de inspección de la línea, se detectan erosiones o derrumbe, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras. Estos trabajos son puntuales y los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.

En la **Tabla 2-5** se presentan algunas acciones a realizar durante el mantenimiento preventivo en la franja de servidumbre, las torres, cadena de aisladores y puesta a tierra.

**Tabla 2-5 Actividades mantenimiento preventivo**

UBICACIÓN	TIPO DE MANTENIMIENTO
En la franja de servidumbre	Desbroce de vegetación bajo la línea.
	Tala de árboles grandes cercanos, que amenazan a la línea.
En las estructuras (torres)	Verificación de su estado de compactación.
	Cambio de herrajes oxidados.
	Construcción, limpieza o readecuación de obras de drenaje
	Drenaje.
En la cadena de aisladores	Recalibración
Puestas a tierra	Medir Resistividad
	Mejorar la calidad de aterramiento en el caso necesario.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## • Control de la vegetación

Durante todo el período operativo en la franja de servidumbre se deben evitar y controlar los acercamientos y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida. Dado que el principal elemento de crecimiento dinámico dentro de la franja es la vegetación, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles, limpieza de los sitios de torres, etc., siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental durante la operación.

Por lo cual se realizará un control periódico sobre la vegetación de tipo arbustiva y arbórea que pueda crecer y afectar los conductores de la línea, de tal manera que durante la operación de la línea debe mantenerse un corredor abierto y limpio no solo de los árboles que estén debajo de la línea si no de aquellos que se encuentren en los costados de la misma y que por alguna razón puedan caerse y afectar los conductores y las torres.

#### 2.2.1.4 Etapa Desmantelamiento de la línea eléctrica

Para realizar las actividades de desmantelamiento y abandono de la línea se tendrá en cuenta la evaluación que se realice en su momento y se decida suspender la transmisión de energía, debido a la terminación del ciclo de vida del proyecto, que se estima en 20 años o más, realizando las siguientes actividades:

##### 2.2.1.4.1 *Desenergización de la línea de transmisión*

Antes del desmontaje de la línea de transmisión se deberá desenergizar la línea con la finalidad de evitar a cualquier tipo de electrocución durante las labores de desmontaje de los conductores.

##### 2.2.1.4.2 *Desmontaje de los conductores*

Los conductores y accesorios desmontados serán recogidos y entregados para usos compatibles a sus características y estado de conservación. En esta situación los conductores se recogerán controlando en todo momento el proceso de tense y enrolle de tal forma que puedan volverse a utilizar de forma óptima.

##### 2.2.1.4.3 *Desmonte de perfiles metálicos (torre)*

- Las estructuras serán desmontadas y trasladadas por la empresa autorizada para su disposición final.
- Los cimientos de las torres serán demolidos y trasladados por la firma autorizada para su disposición final.

##### 2.2.1.4.4 *Excavación y demolición de obras de concreto*

- Una vez finalizada el retiro de los conductores y estructuras metálicas de las torres, se procederá al picado de las cimentaciones, zapatas e infraestructura que queden sobre el terreno haciendo uso de taladros neumáticos.
- Los materiales producto de las demoliciones serán trasladados por la firma autorizada para su disposición final.

##### 2.2.1.4.5 *Disposición de material de escombros*

Los escombros originados en la demolición serán retirados del área de trabajo y los restos de material de construcción serán trasladados por la firma autorizada para su disposición final.



#### 2.2.1.4.6 Recuperación de área

Esta actividad se basa en la recuperación paisajística en la zona de servidumbre de la línea eléctrica de 230 kV, una vez se haya realizado el desmonte total de infraestructura, de esta manera se contempla realizar procesos de revitalización y empradización para efectuar la restauración del área. También se contempla la inspección y mantenimiento de las obras de control de erosión, geotécnicas y de manejo de aguas de escorrentía, con el fin de evitar procesos erosivos taludes de corte y relleno y las obras finales requeridas con el que garanticen la estabilidad permanente del área.

#### 2.2.1.4.7 Limpieza final de áreas ocupadas y disposición de residuos

Una vez se haya realizado el desmantelamiento y abandono se procede a realizar la limpieza de zonas. Los residuos sólidos generados durante el desmantelamiento se clasificarán y almacenarán temporalmente, de forma tal que el área intervenida quede totalmente limpia para la restauración final. La entrega de los residuos sólidos clasificados se realizará a proveedores autorizados que cuenten con las licencias y permisos de la autoridad ambiental competente para realizar la disposición final adecuada.

#### 2.2.1.4.8 Cierre de compromisos sociales en el área

Hace referencia al cumplimiento y finalización de compromisos y acuerdos establecidos con las comunidades del área de influencia al momento del abandono del proyecto.

### 2.2.2 Requerimientos de recursos naturales, económicos, sociales, culturales y de personal

El desarrollo de las actividades de construcción y operación de la línea eléctrica implicará el uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales, económicos y sociales de la zona, los cuales se relacionan dentro del **Capítulo 4. Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales**, no obstante, en la **Tabla 2-6** se presenta de forma resumida los recursos que se requerirán para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 2-6 Recursos naturales requeridos para la línea eléctrica**

No.	Recurso	Construcción	Operación
1	Agua superficial	El agua para consumo humano será adquirida en el mercado en envases plásticos retornables.	El agua para consumo humano será adquirida en el mercado en envases plásticos retornables.
		Captación para uso industrial en: <ul style="list-style-type: none"> <li>Caño Pescado</li> <li>Río Guayuriba</li> <li>Río Acacias</li> </ul>	No se requiere uso de este recurso para uso industrial
2	Agua subterránea	No se requiere uso de este recurso	No se requiere uso de este recurso
3	Vertimiento	No se realizará vertimiento de agua residual industrial ni de agua residual doméstica, de generarse esta será entregada a terceros certificados para su transporte, tratamiento y disposición final.	No se realizará vertimiento de agua residual industrial ni de agua residual doméstica, de generarse esta será entregada a terceros certificados para su transporte, tratamiento y disposición final

No.	Recurso	Construcción	Operación
4	Ocupación de cauces	Instalación de torres en: <ul style="list-style-type: none"> <li>Río Guayuriba</li> <li>Río Acacias</li> </ul>	Mantenimiento de torres en: <ul style="list-style-type: none"> <li>Río Guayuriba</li> <li>Río Acacias</li> </ul>
5	Materiales de construcción	Materiales pétreos para: <ul style="list-style-type: none"> <li>Concreto en la cimentación de las torres (donde se requiera)</li> <li>Relleno en base de las torres</li> <li>Obras de estabilización geotécnica</li> <li>Adecuación de subestaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rellenos en áreas intervenidas por mantenimientos</li> <li>Obras de estabilización geotécnica (si se requiere)</li> </ul>
6	Aprovechamiento forestal	Tala y poda en los 30 metros de servidumbre donde sea necesario para la construcción de torres y tendido de la línea eléctrica	Poda en los 30 metros de servidumbre donde sea necesario aislamiento de la línea eléctrica
7	Emisiones atmosféricas	No se tendrán fuentes de emisiones atmosféricas	No se tendrán fuentes de emisiones atmosféricas
8	Residuos sólidos	Implementación del programa de gestión integral de residuos sólidos domésticos e industriales	Implementación del programa de gestión integral de residuos sólidos domésticos e industriales

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

En cuanto a la necesidad de recursos económicos, la totalidad de las actividades de construcción y operación a desarrollar en el área y que son objeto del presente Estudio de Impacto Ambiental, serán financiadas con recursos propios de la Empresa de Energía de Bogotá. Así mismo, en lo que se refiere a las posibles afectaciones de la infraestructura económica existente en la zona, las áreas más susceptibles de intervención por las actividades propias del proyecto corresponden, principalmente a cultivos, zonas ganaderas y zonas esparcimiento rural.

Con respecto a la necesidad de recursos sociales, el proyecto requerirá de los bienes y servicios que brinden los municipios localizados dentro del área de influencia, puesto que, las oficinas se instalarán en los centros poblados, así como los sitios donde se almacenarán los materiales y equipos. Con respecto a las vías de acceso, se utilizarán las existentes, las cuales serán empleadas para el transporte de personal, materiales, maquinaria y equipos; estas serán identificadas y descritas en los apartes subsiguientes del presente capítulo (numeral 2.2.12 Vías existentes – accesos al proyecto).

### 2.2.3 Duración estimada de las obras y cronograma de actividades

La duración de cada una de las obras a ejecutar dependerá de varios aspectos, pero principalmente del tipo de obra a desarrollar, su magnitud y la disponibilidad de recursos requeridos, tanto físicos, humanos como tecnológicos, entre otros. Es así como actividades tales como adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales, el ensamblaje de torres, montaje de aisladores, tendido y tensionado de cables la adecuación de accesos, ocupaciones de cauce, captación de agua, se ejecutarán únicamente en la etapa constructiva y de obras civiles del proyecto. En contraste con actividades como control de la vegetación e inspecciones periódicas que se realizarán de acuerdo a la programación que haya planeado durante la operación y mantenimiento de la línea eléctrica. En la **Tabla 2-7** se presenta el cronograma general para la construcción y operación de la línea eléctrica La reforma - San Fernando, donde se estima un tiempo de construcción de 12 meses y de operación de 20 años.

Tabla 2-7 Cronograma general de actividades

No.	Etapa	Sub Etapa	Actividad	MES												AÑO																			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	Pre-constructiva	Actividades preliminares	Información a la comunidad																																
			Gestión inmobiliaria y adquisición de servidumbres																																
			Contratación y capacitación de personal																																
			Levantamiento topográfico – Replanteo de construcción																																
2	Constructiva	Adecuación de la sub estación La Reforma	Construcción de cimentaciones para interruptor de potencia																																
			Montaje de la estructura de soporte para interruptor de potencia																																
			Construcción caseta de relés donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones																																
		Instalación de la línea eléctrica	Localización y replanteo																																
			Adecuación de accesos																																
			Adecuación de zonas de uso temporal (Instalaciones provisionales y almacenamiento de materiales)																																
			Movilización de maquinaria, materiales, equipos y personal																																
			Captación de agua superficial																																
			Ocupación de cauces (cuerpos de agua)																																
			Remoción de cobertura vegetal																																
			Excavación para cimentación de torres																																
			Cimentación, relleno y compactación de materiales																																
			Montaje y vestida de estructuras																																
			Tendido y tensionado de los cables																																
			Reconformación, revegetalización y limpieza final de áreas intervenidas																																
			Energización de la línea																																
3	Operativa y de Mantenimiento	Operación y Mantenimiento de la línea eléctrica	Transmisión de energía eléctrica																																
			Recorridos de inspección en la siguiente infraestructura:																																
			Franja de servidumbre y base de la estructura.																																
			En las estructuras (torres).																																
			En la cadena de aisladores																																
			Conductores																																
			Cables de guardia y puesta a tierra																																
			Mantenimiento preventivo:																																
			Electromecánico																																
			Control de estabilidad de sitios de torre																																
			Mantenimiento zona de servidumbre																																
			Control de la vegetación en la servidumbre																																
4	Desmantelamiento	Desmantelamiento de la línea eléctrica	Desmonte de equipo electromecánico y obras civiles																																
			Reconformación y recuperación de áreas intervenidas																																
			Cierre de compromisos sociales en el área																																

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.4 Costos

En la **Tabla 2-8** se presentan los costos aproximados para la construcción de la línea de transmisión eléctrica a 230 kV La Reforma – San Fernando.

**Tabla 2-8 Presupuesto general**

	Descripción	\$COP	\$USD
1	Adquisición de terrenos e inmuebles	N/A	
2	Obras civiles	5.268.586.380	
3	Adquisición y alquiler de maquinaria y equipo utilizado en las obras civiles		1.611.062
4	Constitución de servidumbres	5.697.546.369	
	<b>Totales parciales</b>	10.966.132.749	3.104.242.593
	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 14.070.375.342</b>	

Fuente: EMPRESA DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE BOGOTÁ., 2017.

## 2.2.5 Estructura organizacional

La Empresa de Energía de Bogotá (EEB) dentro de la estructura organizacional incluye la Dirección de Desarrollo Sostenible, mediante la cual se compromete a cumplir la política ambiental y a exigir su acatamiento en todos los niveles de la compañía y a sus contratistas. En la **Imagen 2-4** se muestra la estructura organizacional general de la EEB.

Dentro de su estructura, la EEB cuenta con un grupo directivo de coordinadores que hacen parte de la Dirección de Desarrollo Sostenible, con dos áreas bien definidas, una encarga de los aspectos sociales y otra de medio ambiente, las cuales serán las responsables de liderar los aspectos HSEQ durante la construcción de la línea. El organigrama de la Dirección de Desarrollo Sostenible de la EEB se muestra en la **Imagen 2-5**.

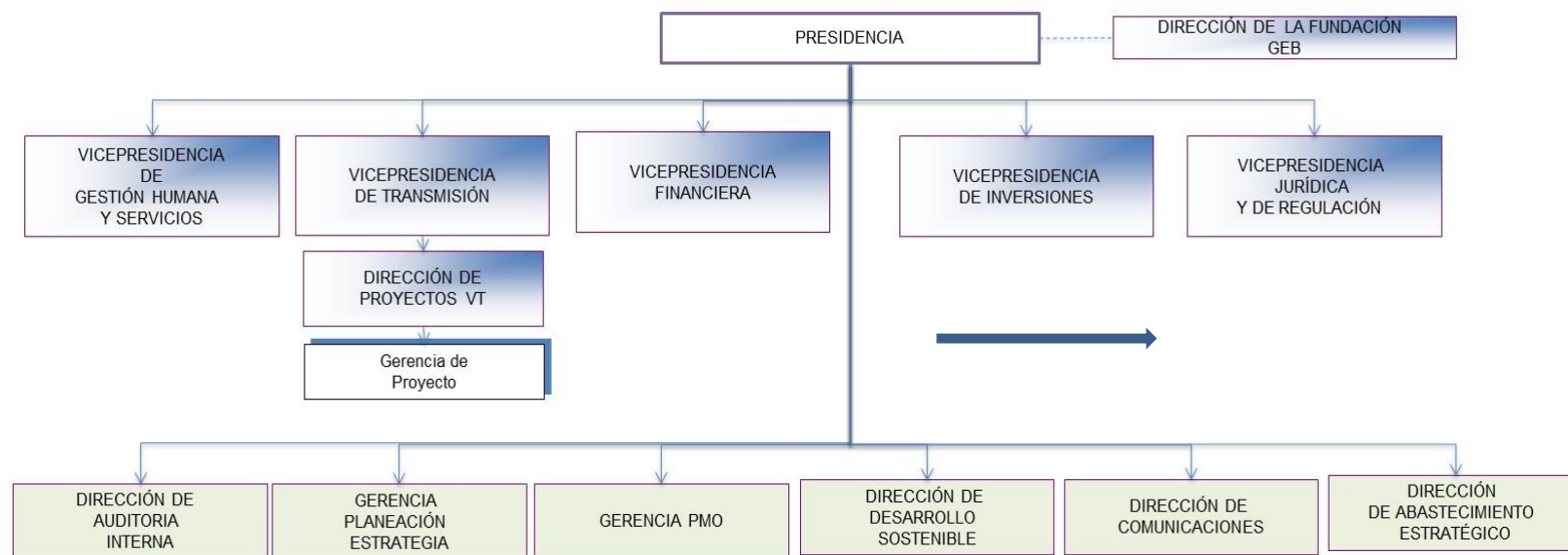
Adicionalmente, se contará con un equipo de interventoría de obra que cubrirán el tema HSE para el proyecto en la etapa constructiva. El contratista de construcción contará con un equipo de inspectores HSE por frente de obra que tendrán a su cargo el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental y de todas las obligaciones establecidas en la licencia ambiental del proyecto.

El Sistema Gerencial se enmarca en la Política de Salud Ocupacional y Medio Ambiente, la cual considera la protección y conservación del medio ambiente, así como la seguridad de sus empleados, de las personas vinculadas con las operaciones y de la comunidad en general, como parte esencial del desarrollo de sus actividades de construcción, operación y mantenimiento de la línea de Transmisión Eléctrica y tiene a cargo entre otras, las siguientes funciones:

- Garantizar el cumplimiento de todas las políticas, normas y procedimientos ambientales vigentes, tanto internos como externos; mediante la verificación directa o por intermedio de empresas especializadas en Interventoría Ambiental.
- Evaluar el desempeño de las medidas ambientales e introducir las modificaciones necesarias para su optimización.

**Imagen 2-4 Estructura general Empresa de Energía Eléctrica de Bogotá EEB**

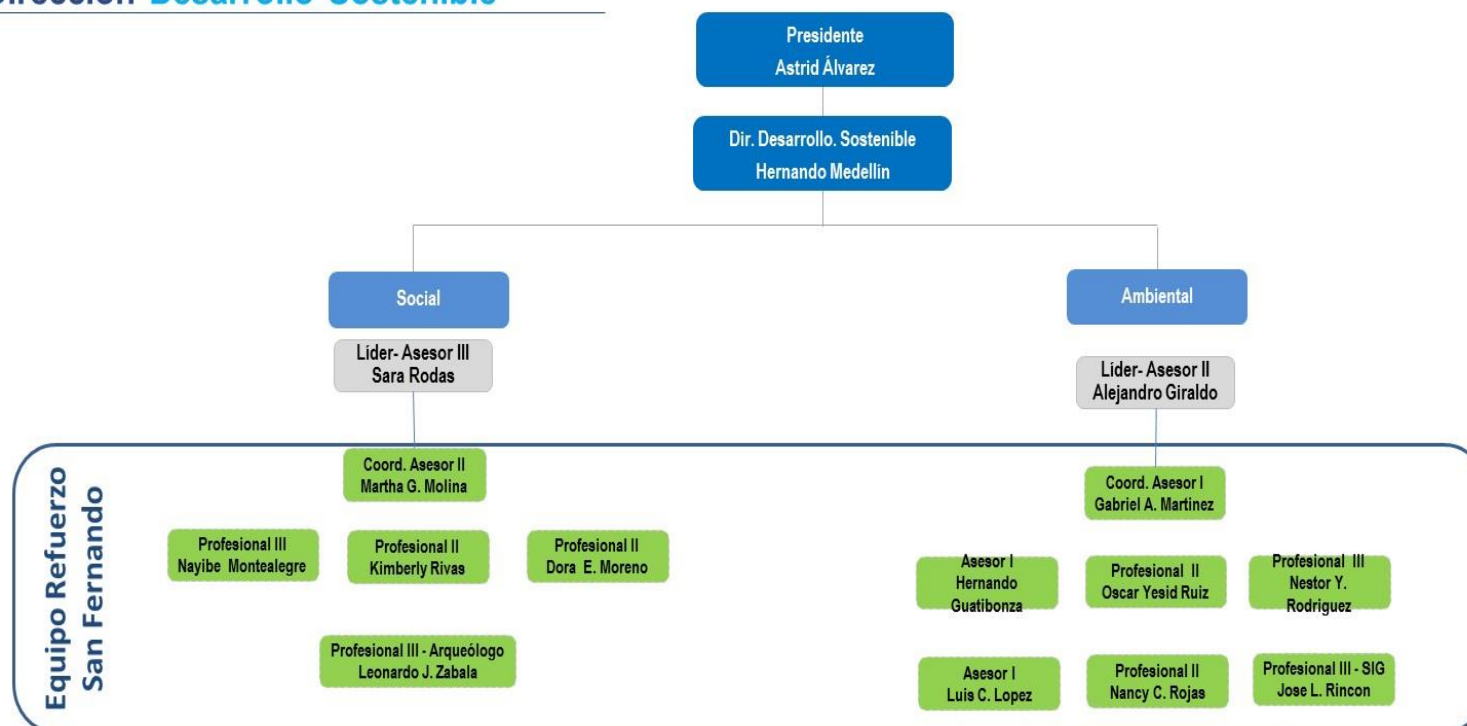
## Estructura General EEB



Fuente: Empresa de Energía de Bogotá, 2017

Imagen 2-5 Organigrama de la dirección de desarrollo sostenible de la EEB

## Dirección Desarrollo Sostenible



Fuente: Empresa de Energía de Bogotá, 2017

- Disponer los recursos necesarios para la ejecución de los programas de manejo ambiental y coordinar su acción con los demás estamentos de la organización y con las autoridades locales y regionales en el área del proyecto.
- Desarrollar las actividades de comunicación con las comunidades asentadas en el área de influencia directa e indirecta del proyecto, con el propósito de mantenerlas informadas acerca de las actividades del proyecto, así como fortalecer y orientar a las organizaciones comunitarias en sus responsabilidades con el medio ambiente.
- Representar a la organización ante las autoridades ambientales y mantenerlas informadas sobre el desarrollo ambiental del proyecto a través de informes, inspecciones de campo y mantenimiento de líneas de comunicación permanentes y expeditas para estos fines.

Durante la construcción y operación del Línea de Transmisión Eléctrica EEB con el apoyo de la interventoría y del contratista de construcción verificará la ejecución de las medidas de manejo, la operación y funcionamiento de los sistemas, y coordinará la elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental para conocimiento de las autoridades ambientales.

## **2.2.6 Descripción del Trazado línea eléctrica La Reforma – San Fernando**

Inicialmente se presenta los aspectos tenidos en cuenta para definir el trazado de la línea y posteriormente se incluye la descripción del trazado de la línea, desde su punto de salida en la subestación La reforma, hasta la llegada en la subestación San Fernando.

### **2.2.6.1 Consideraciones para la definición del trazado**

El planteamiento del corredor para conectar los dos sitios definidos como origen y destino de la línea eléctrica La Reforma – San Fernando, consideró aspectos generales del área y algunos requerimientos iniciales que definen direcciones preferenciales de los tramos de corredor para que éste reúna condiciones técnicas, económicas y ambientales aceptables para el proyecto. Dichos aspectos se resumen en:

- La localización geográfica de los sitios de inicio y final de la línea implican que la conexión más apropiada debe tener una dirección preferencial hacia el SE; desviaciones considerables de esta dirección implican mayor longitud de la línea y por consiguiente mayor costo y afectación.
- El punto de inicio y el destino final de la línea eléctrica proyectada están separados, en línea recta, una distancia aproximada de 35 Km.
- El corredor proyectado es el resultado de la evaluación y selección del mismo por parte de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante el Auto 4503 del 16 de septiembre de 2016.

### **2.2.6.2 Selección de ruta, perfil topográfico, geología y suelos**

Se realizó el Diagnostico Ambiental de Alternativas, el cual fue evaluado por la ANLA y mediante Auto 4503 del 16 de septiembre de 2016, estableció como la ruta más viable desde el punto de técnico, ambiental y sociocultural la alternativa 1, sobre éste trazado preliminar se efectuaron los ajustes necesarios para definir el trazado definitivo, para la cual se tuvo en cuenta las siguientes restricciones establecidas por los elementos ambientales,



sociales y los requerimientos técnicos, con el fin de asegurar la viabilidad en la construcción y operación de la Línea eléctrica:

- Zonas geológicamente inestables.
- Cañones profundos de pendientes muy altas.
- Zonas con suelos de muy baja capacidad portante aparente.
- Zonas restringidas por autoridades ambientales.
- Cruces forzados muy largos (ríos, líneas existentes).
- Presencia cercana de aeropuertos, aeródromos y helipuertos.
- Zonas urbanas
- Presencia de puntos de agua (manantiales): tratando siempre de mantener a cualquiera de estos sitios un alejamiento de 100m, de lo contrario establecer acciones para intervenir lo menos posible la franja de protección de los mismos.
- Cuerpos de agua lóticos (ríos caños y quebradas): se deberá ubicar las torres 30m alejadas de las márgenes.
- En el río Guayuriba, de acuerdo con lo establecidos en el POBT de Villavicencio, en la margen izquierda de todo su recorrido, un retiro de cien (100) metros, medido a partir de la cota máxima de inundación para un período de retorno de cincuenta (50) años.

#### 2.2.6.3 Descripción del Trazado de la línea eléctrica

El diseño del recorrido de la línea eléctrica inicia en la subestación La Reforma, atraviesa 17 unidades territoriales pertenecientes a los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva, posteriormente llega a la subestación San Fernando, es importante resaltar que dentro del trazado la línea eléctrica no se atraviesa áreas urbanas, los predios en donde se ubicó el trazado hacen parte de zonas rurales.

La línea de transmisión eléctrica tiene un conjunto de dispositivos empleados para transportar la energía eléctrica desde una fuente de generación o subestación intermedia a los centros de consumo. Una línea de transmisión hace parte de una red eléctrica conformada por centrales de generación, líneas de transmisión, líneas de distribución, subestaciones de potencia y subestaciones y redes de distribución. A continuación, se describen las características y adecuaciones a realizar de los sitios de salida y llegada de la línea eléctrica, así como las características del corredor de la línea.

##### 2.2.6.3.1 Subestación La Reforma – sitio de salida

La subestación se ubica en la vereda de Servitá, municipio de Villavicencio (Departamento del Meta), a un costado de la vía que comunica a Villavicencio y Bogotá. En la **Tabla 2-9** se presentan las coordenadas de la subestación que opera ISA y en la **Tabla 2-10** los vértices del polígono correspondiente de la subestación La Reforma (**Imagen 2-6**).

Las actividades requeridas para la conexión al Sistema de Transmisión Nacional (STN), en la Subestación La Reforma 230 kV, consiste en completar el diámetro existente construyendo 1/3 de diámetro para una bahía de línea, con la instalación de los equipos de control, protección y comunicaciones requeridos para la correcta operación de la conexión.



**Tabla 2-9 Localización de la subestación La Reforma 230kV**

Vértice	Coordenadas Magna Sirgas Origen Bogotá	
N°	Este	Norte
1	1.041.293,86	953.748,98
2	1.041.450,87	954.070,86
3	1.041.220,23	954.155,22
4	1.041.081,53	953.858,77

Tomado de PMA Conexión Subestación La Reforma, 2015

**Tabla 2-10 Área de intervención dentro de la subestación La Reforma 230 kV**

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá	
N°	Este	Norte
1	1.041.266,00	953.932,86
2	1.041.319,11	953.911,91
3	1.041.310,95	953.893,34
4	1.041.294,67	953.900,80
5	1.041.298,23	953.909,45
6	1.041.263,12	953.925,39

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Las obras correspondientes a la adecuación se realizarán dentro del patio de conexiones de la Subestación La Reforma 230 kV, existente, en un área que actualmente ya cuenta con la plataforma conformada, con la malla de puesta a tierra, con los filtros y drenajes construidos, es decir el espacio a utilizar ya se encuentra completamente adecuado por la actividad de transmisión de energía eléctrica, sin que sea necesario utilizar áreas adicionales a las actualmente autorizadas, como se muestra en la **Imagen 2-7** y en la **Fotografía 2-1**



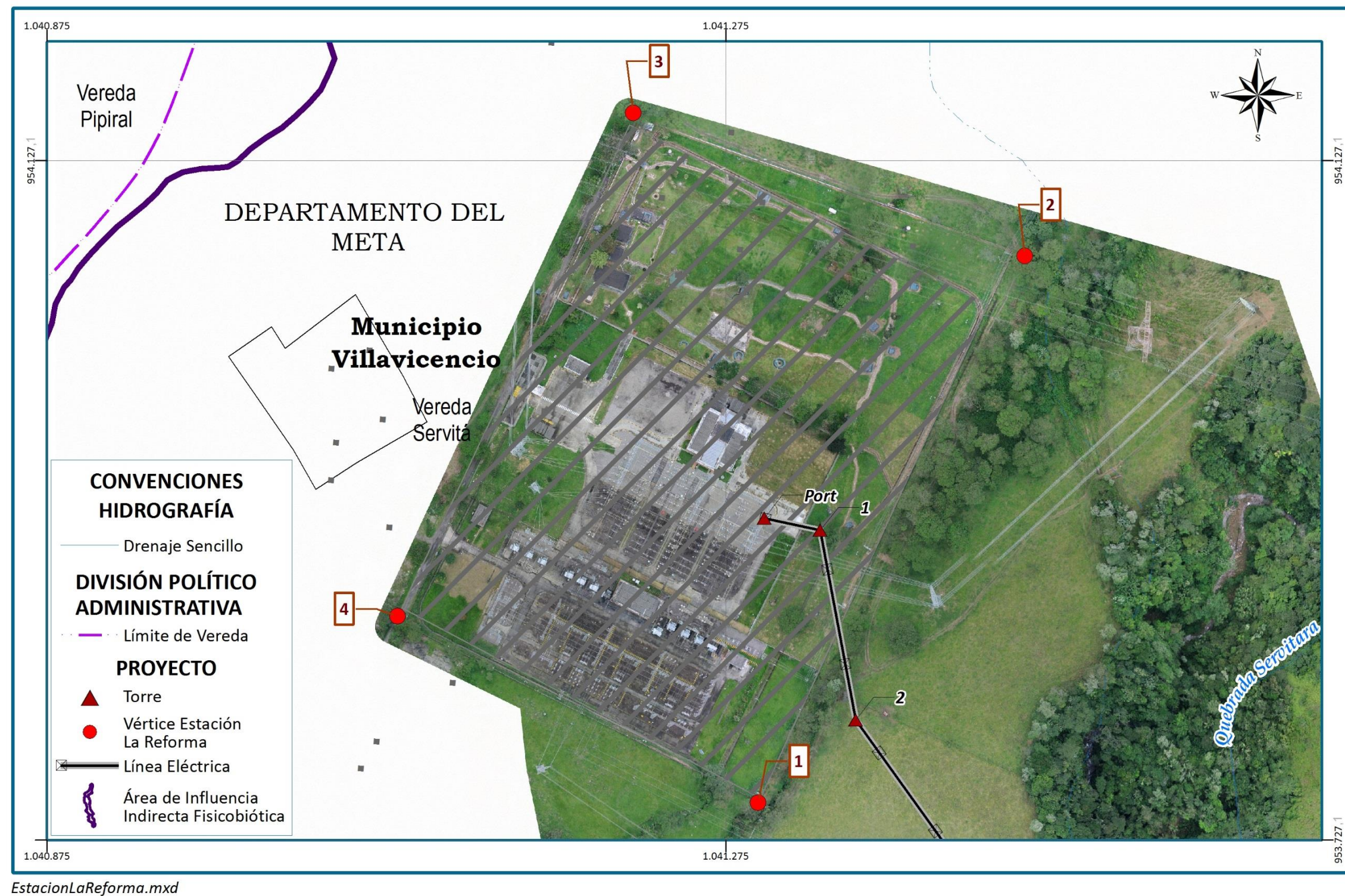
**Fotografía 2-1 Ubicación de la bahía para las adecuaciones en la subestación La Reforma 230kV.**

Fuente: EEB, 2017.

Las coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá de la zona dentro de la subestación La Reforma en la cual se realizarán las adecuaciones para la conexión eléctrica se relaciona en **Tabla 2-10**.



Imagen 2-6 Ubicación geográfica de la subestación La Reforma



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



Imagen 2-7 Detalle de la ubicación geográfica de la actividad en la subestación La Reforma 230kV



EstacionLaReformaInterna.mxd

Fuente: EEB, sobre imagen Lidar. 2017



## • Características del sistema eléctrico de la subestación La Reforma

Las características eléctricas básicas que regirán los diseños para la adecuación en la subestación la Reforma 230 kV se presentan en la **Tabla 2-11**

**Tabla 2-11 Características del sistema eléctrico de la subestación la reforma 230kV**

	CARACTERÍSTICA	UNIDAD	230 kV
1.	Tensión de operación del sistema	kV	230
2.	Frecuencia asignada	Hz	60
3.	Puesta a tierra		Sólido
4.	Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo (LIWL-BIL)	kV pico	1050
5.	Corriente asignada de cortocircuito para el equipo de subestación	kA	40
6.	Campo eléctrico máximo a 1m sobre el nivel del suelo. (Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas)	kV/m	8,3

Fuente: EEB, 2016

Las obras que se requieren realizar en la Subestación La Reforma 230kV son las siguientes:

- Construcción de las cimentaciones para los equipos de patio.
- Montaje de las estructuras para el soporte de los equipos de patio.
- Construcción de una caseta de relés, en donde estarán ubicados los tableros de control, protecciones y comunicaciones.

En la **Imagen 2-8** se observa el isométrico de la subestación La Reforma, donde en colores se presentan las estructuras y equipos nuevos requeridos dentro del patio de alta tensión existente en la subestación y en tono gris la infraestructura existente.

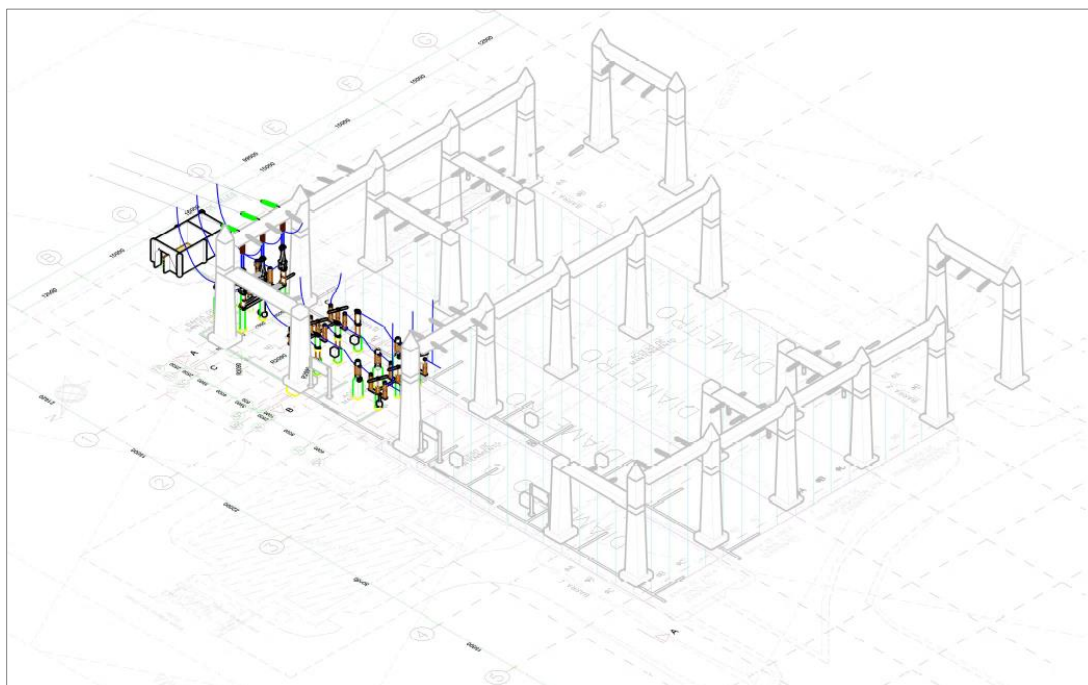
## • Descripción de los trabajos civiles en la Subestación La Reforma

Los trabajos civiles que se realizarán en la subestación La reforma comprenden la construcción de 21 cimentaciones para equipos de patio; estas cimentaciones serán tipo zapata y tendrán dimensiones aproximadas de 1,8 metros de ancho por 1,8 metros de largo con un espesor de 35 centímetros.

Las cimentaciones serán construidas en concreto de resistencia a la compresión 21 MPa reforzado con barras de acero corrugado con límite de fluencia de 420 MPa. Las cimentaciones serán fundidas in situ a una profundidad de desplante de 1,5 metros e irán apoyadas sobre una capa de 5 centímetros de concreto de solado (14 MPa). En la **Imagen 2-9** se presenta el esquema de la fundación en concreto a construir.

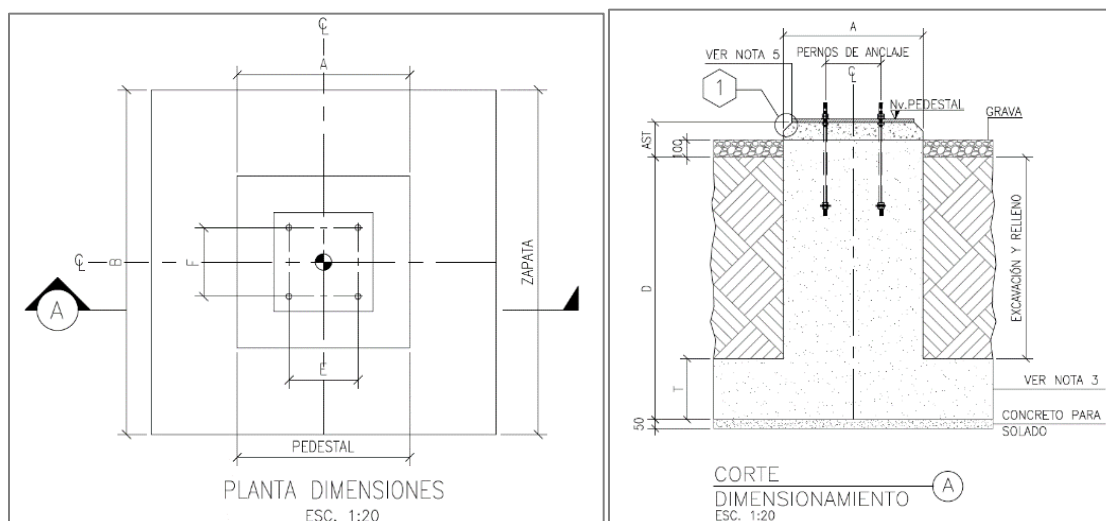
Las principales actividades a realizar consisten en: retiro y acopio de la grava existente en el patio; excavación manual para el desarrollo de las cimentaciones de los equipos, amarre e instalación de acero de refuerzo, encofrado de pedestales y cárcamo (se utilizará formaleta metálica), vaciado de concreto (el concreto será premezclado y se dispondrá de un receptor), Instalación de malla para puesta a tierra, relleno y compactación y construcción de tapas.

**Imagen 2-8** Isométrico de la subestación la reforma 230kV (en color ubicación de las obras a realizar, en tono gris la estructura existente)



Fuente: Fuente: EEB, 2016

**Imagen 2-9** Esquema de fundación en concreto a construir. plano indicativo

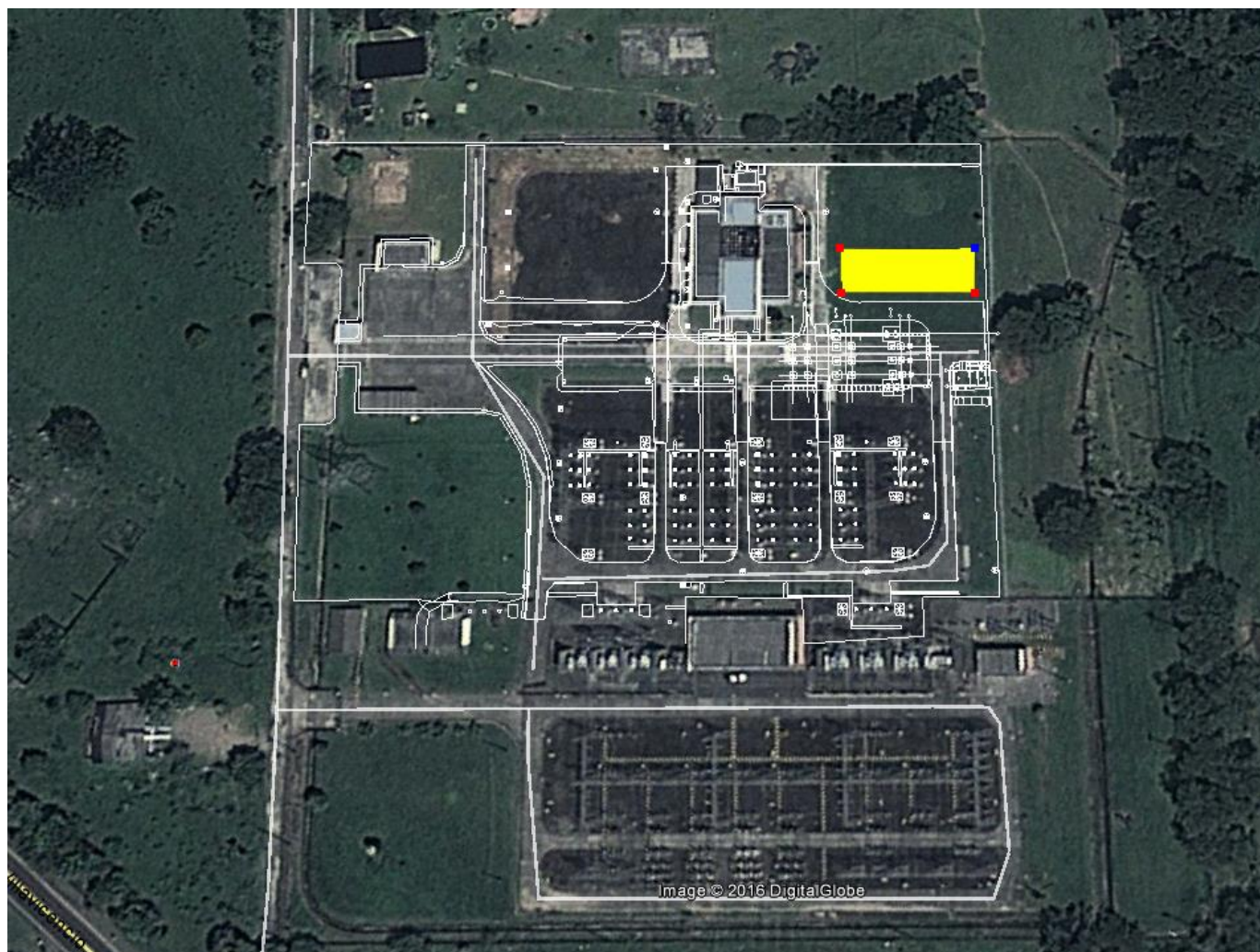


Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

- Zonas de disposición temporal**

Las zonas que se van a ocupar temporalmente para los trabajos en la Subestación La Reforma 230 kV se presentan en la **Imagen 2-10** Esta zona se dispondrá para el acopio de materiales y herramientas necesarias para la ejecución de las obras, de igual manera para el descargue de los equipos que se van a instalar.

**Imagen 2-10 Zona temporal a utilizar durante la ejecución de obras**



Fuente: EEB, sobre imagen de Google Earth. 2017.



- **Movimiento de tierras**

La cantidad de material producto de las excavaciones para las cimentaciones de los equipos de patios, cárcamos y caseta de relés. a excavar es de 70 m<sup>3</sup> incluido el factor de expansión, se dispondrá en la escombrera más cercana que es Bioagropecuaria del Llano S.A.ESP del municipio de Villavicencio, la cual cuenta con la aprobación ambiental y técnica del diseño emitida por CORMACARENA, a través de la Resolución PS.GJ.1.2.6.13.1519 de septiembre 12 de 2013, y el aval de la Alcaldía Municipal de Villavicencio. Se encuentra ubicada en el Parque Ecológico Reciclante, en el Kilómetro 18 de la vía a Caños Negros.

- **Personal necesario para la ejecución**

La cantidad de personal necesario para la ejecución de los trabajos en la Subestación La Reforma 230 kV se relaciona en la **Tabla 2-12**

**Tabla 2-12 Personal requerido para adecuación en la subestación La Reforma**

No.	Actividad	Personal	Observación
1	Obra civil	15	Obras para: cimentaciones, estructuras de soporte, cerramiento y cuarto de control.
2	Montaje electromecánico	15	incluye operador de camión grúa, aparejador, coordinador de trabajo en alturas
3	Administración	4	1 Ingeniero Residente, 1 Inspector HS, 1 Supervisor Civil, 1 Supervisor de montaje electromecánico.
	<b>Total</b>	<b>34</b>	

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.6.3.2 Descripción Corredor línea eléctrica

El corredor de la línea eléctrica que se plantea construir desde la sub estación La Reforma localizada en la vereda Servitá del municipio de Villavicencio hasta la sub estación San Fernando en la vereda Betania del municipio de Castilla la Nueva, sortea algunos sectores que se describen a continuación y los cuales forman parte de la consideración de diseño de las estructuras y distancias entre estas.

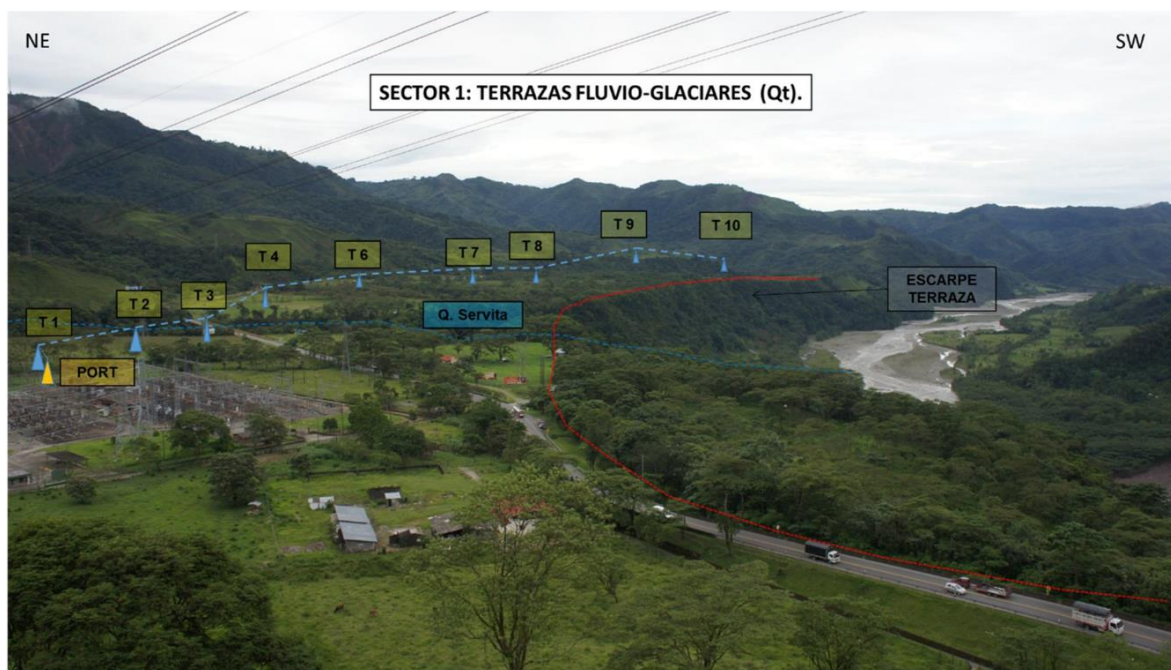
- **Sectores**

Regionalmente la franja en la que se desarrolla la línea de transmisión, de acuerdo con las características físicas, bióticas y sociales se puede dividir en tres (3) grandes sectores, los cuales se describen a continuación:

- **Sector 1: La Reforma – Cruce Vijagual**

En este sector se localiza la subestación La Reforma y las torres 1 a la 10 (**Fotografía 2-2**), se caracteriza por encontrarse sobre un terreno conformado por la depositación sucesiva de flujos torrenciales provenientes de diferentes cuencas afluentes del Río Negro – Guayuriba (Qt2), con dinámicas fluviales complejas y génesis litológica variable, donde los materiales se disponen de forma caótica en acumulaciones lenticulares, que están constituidos por fragmentos subredondeados de tamaños bloques, guijos, gránulos y clastos en una matriz areno-gravosa e intercalados con algunos niveles limo-arenosos,

cuyos flujos hiperconcentrados generan depósitos de gran espesor en morfologías planas y áreas de tamaño significativo, que se acumulan sobre los sectores más amplios de la cuenca, asociados a un tectonismo distensivos, en contraste con los sectores donde se limita la acumulación de este tipo de depósitos aterrazados, y un marcado control estructural.



**Fotografía 2-2** Panorámica registro fotográfico editado, representativo del sector 1 – La Reforma - Caño Vijagual.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

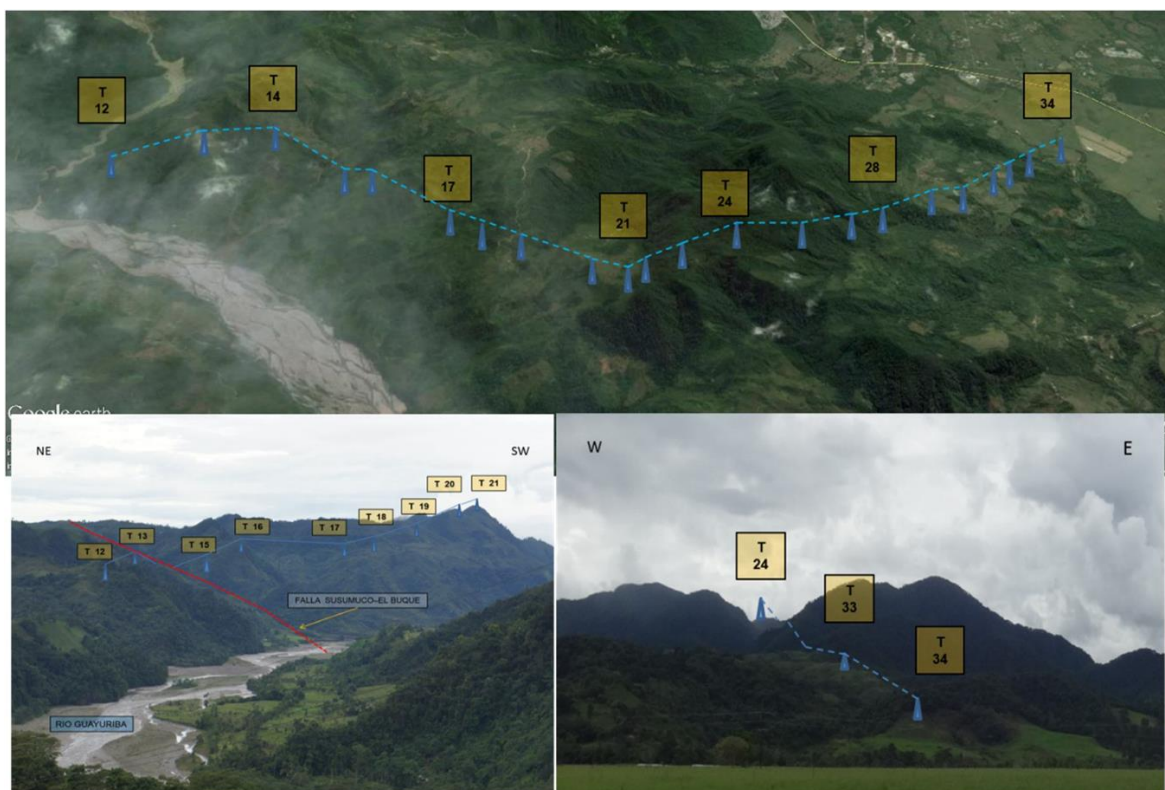
Con respecto a las condiciones de estabilidad que presentan las áreas donde se localizan las torres de la línea de transmisión eléctrica, no se presentan mayores inconvenientes de estabilidad (susceptibilidad baja a muy baja a presentar inestabilidad del terreno) a la más allá de los que se pudieran generar con respecto a la disgregación propia de los materiales conglomeráticos bajo efecto de las aguas de escorrentía sobre las laderas más escarpadas.

#### - **Sector 2: Cruce caño Vijagual – Sector Las Mercedes**

En este sector se localizan las torres 12 a 34 (**Fotografía 2-3**), que se caracterizan por encontrarse en un terreno generado como parte del resultado del levantamiento de la cordillera mediante esfuerzos compresivos que ocasionan replegamientos y fallo de las secuencias sedimentarias depositadas durante el mesozoico y el cenozoico (Formación Lutitas de Macanal – Kilm, Formación areniscas de Caqueza - Kic, Formación Fómeque – Kif, Formación Une – Kiu, Formación Chipaque – Ksc, Grupo palmichal – KPgp) y la posterior erosión a la que están sometidos estos materiales, donde la geomorfología presenta un modelado condicionado principalmente por el sistema estructural y en menor grado por la litología, generando geoformas con una topografía abrupta, pendientes fuertes, drenajes de cañones profundos y laderas escarpadas con alturas variables que están entre 1.200 m.s.n.m., y 500 m.s.n.m, condiciones que para el área donde se desarrolla el

corredor de la Línea de Transmisión San Fernando – La Reforma 230 kV, se encuentran restringido al tramo comprendido entre el caño Vijagual y el caño la Unión (vereda La Unión), demarcado principalmente por el cauce de las vertientes del Río Negro - Guayuriba, y el trazo de la Falla Villavicencio –Cola de Pato.

Con respecto a la estabilidad de las áreas aferentes donde se instalarán las torres de transmisión, dadas las condiciones morfológicas abruptas que presenta este sector generadas por factores, tales como: alto control estructural, la deficiente calidad geomecánica de los materiales y las extremas condiciones climáticas, que favorecen la degradación avanzada del terreno, el área de influencia directa del proyecto se considera susceptible a presentar susceptibilidad moderada a presentar eventos de inestabilidad.



**Fotografía 2-3 Mosaico compuesto de registro fotográfico e imagen satelital, representativo de sector 2 – Cruce Bijagual Las Mercedes.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

### - Sector 3: Sector Las Mercedes – San Fernando

En este sector se localizan las torres 35 a 82 y la subestación de San Fernando (**Fotografía 2-4**), se caracteriza por encontrarse sobre un terreno conformado por la depositación sucesiva de flujos torrenciales en forma de abanicos, terrazas y aportes de las partes más distales de los depósitos coluviales, generando depósitos aterrazados desarrollados sobre la sabana de los Llanos Orientales, los cuales se encuentran disectados por los cauces actuales de los ríos principales, en este caso Guayuriba, Acacias y Orotoy, sobre los que se han generado depósitos aluviales más recientes.



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, con alrededor de 20 Km lineales, sin que se presenten mayores inconvenientes de estabilidad (susceptibilidad muy baja a baja), con excepción de los cruces de los ríos principales, especialmente del Río Guayuriba, Acacias y Orotoy donde su dinámica fluvial y la amplitud de su cauce, no permiten garantizar la no afectación de las torres que sobre este se dispongan.



**Fotografía 2-4 Mosaico compuesto de imagen satelital, representativo de localización de sector 3 – Las Mercedes-San Fernando.**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.6.3.3 Descripción del trazado

El corredor establecido para la línea subestación la Reforma – San Fernando está caracterizado por un perfil longitudinal de morfología montañosa con geoformas de planicies aluviales y terrazas en el primer tramo de 3,03 km desde la subestación la Reforma hasta Caño Pescado, un siguiente tramo de 3,09 km, hasta el Caño Colorado con geoformas de filas y vigas, posteriormente un tramo de 7,34 km hasta Caño La Unión, donde se observan crestas, crestones y espinazos y un tramo final de 19,98 km hasta la subestación San Fernando donde el paisaje muestra un relieve constituido por abanicos y planicies aluviales sobre un sector levemente plano.

La descripción y principales características de cada uno de los sectores del trazado se muestran en la **Tabla 2-13** y el perfil característico del trazado proyectado se muestra en la **Imagen 2-11**.

**Tabla 2-13 Descripción fisiográfica del corredor**

Zona	Sector Inicio	Sector Fin	Longitud sobre Línea (Km)	Tipo de Relieve	Unidad Geológica - Litología
Z1	Subestación La Reforma	Caño Pescado	2,8	Planicie Aluvial - Terrazas	Depósitos de Terraza (Qt1)
Z2	Caño Pescado	Caño Colorado	4	Filas y Vigas	Lutitas y Lodolitas grises con intercalaciones de litoarenitas y esporádicos niveles de conglomerados; pertenecientes a la Formación Lutitas de Macanal (Kilm)
Z3	Caño Colorado	Caño La Unión	7,8	Crestas, Crestones y Espinazos	Arenitas cuarzosas, Arcillolitas pardas, lodolitas grises claras a oscuras, litoarenitas; pertenecientes a las Formaciones Fómeque (Kif), Une (Kiu), Chipaque (Ksc), Palmichal (Kpgp) y Arcillas del Limbo (Pgal)
Z4	Caño La Unión	Subestación San Fernando	20,4	Abanico y Planicie Aluvial	Depósitos de Terraza Bajas y Medias (Qt1 - Qt2), Depósitos Aluviales Antiguos (Qal), Subrecientes (Qal-2) y Cauce Activo (Qal-1)

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.6.3.4 Subestación San Fernando

La línea llegará a la subestación San Fernando, la cual se ubicará en la vereda de Betania, municipio de Castilla La Nueva (Departamento del Meta), aproximadamente a 3 km por la vía que de San Isidro de Chichimene, conduce a Castilla La Nueva. La Subestación San Fernando se encuentra en construcción y se aclaras que sus obras no se hacen parte del alcance del presente estudio de impacto ambiental.

En la **Tabla 2-14** se presentan las coordenadas de la subestación San Fernando a donde entregará la energía la línea objeto del presente estudio. En la **Imagen 2-12** se muestra los vértices del polígono correspondiente de la subestación San Fernando y en la **Imagen 2-13** se observa la forma en la que la línea de transmisión pasa de una torre de energía al pórtico de la subestación.

**Tabla 2-14 Localización de la subestación San Fernando**

Vértice	Coordenadas Datum Magna Sirgas Origen Bogotá	
Nº	Este	Norte
1	1.043.412,45	922.153,89
2	1.043.489,60	922.282,29
3	1.043.610,03	922.209,94
4	1.043.532,88	922.081,53

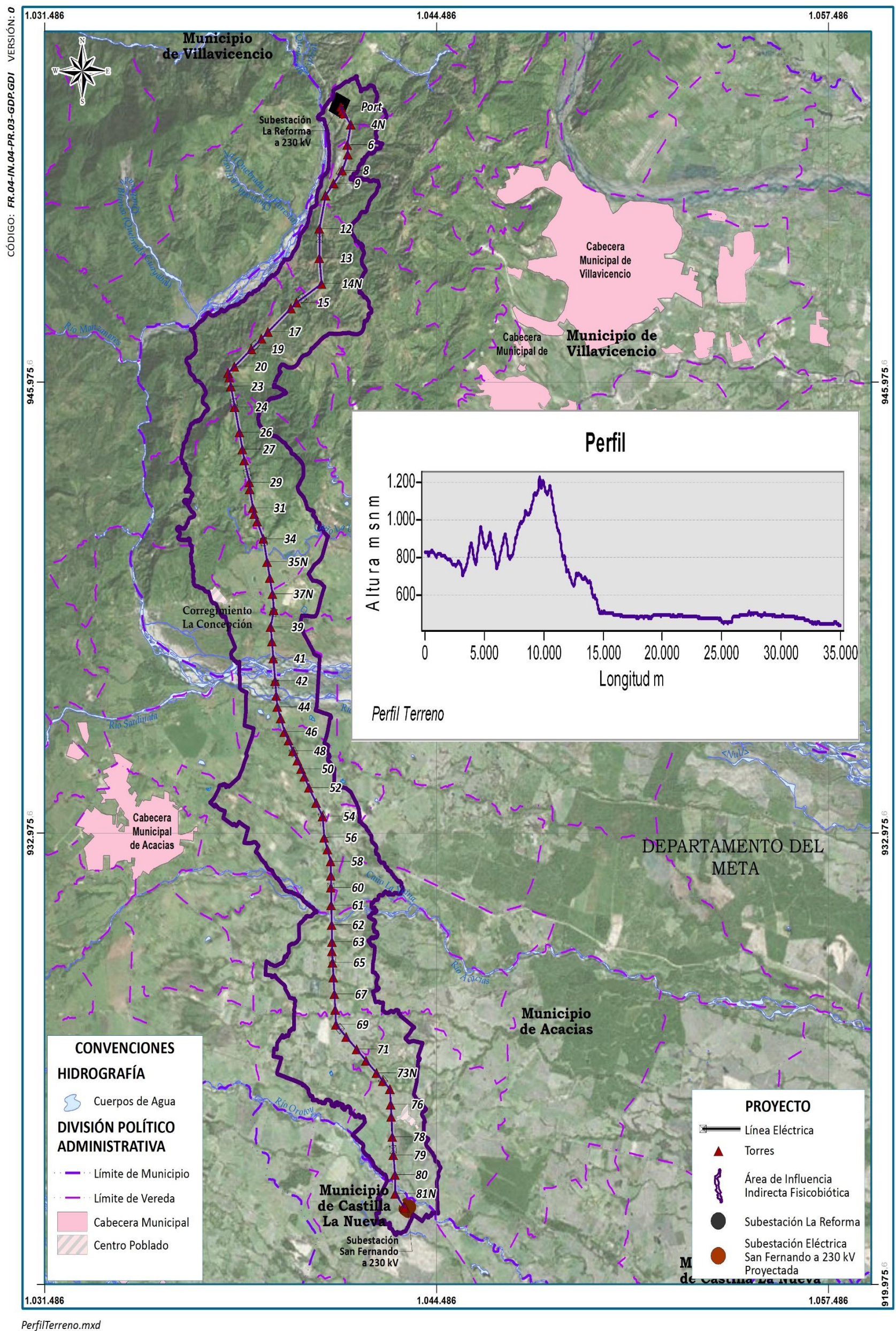
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

La Subestación San Fernando será de tipo convencional, conformada por:

- Portería
- Edificación de control
- Vías internas de la sub estación
- Sistemas de drenaje.
- Filtros.
- Cunetas
- Redes de acueducto y alcantarillado
- Sistemas de alumbrado externo y apantallamiento
- Malla de puesta a tierra,
- Cerramiento externos
- Sistemas centralizados de control, protección y comunicaciones
- Servicios auxiliares y supervisión de la sub estación.
- Patio de conexiones a 230 kV
- Caseta de control



Imagen 2-11 Perfil característico del trazado para la línea



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



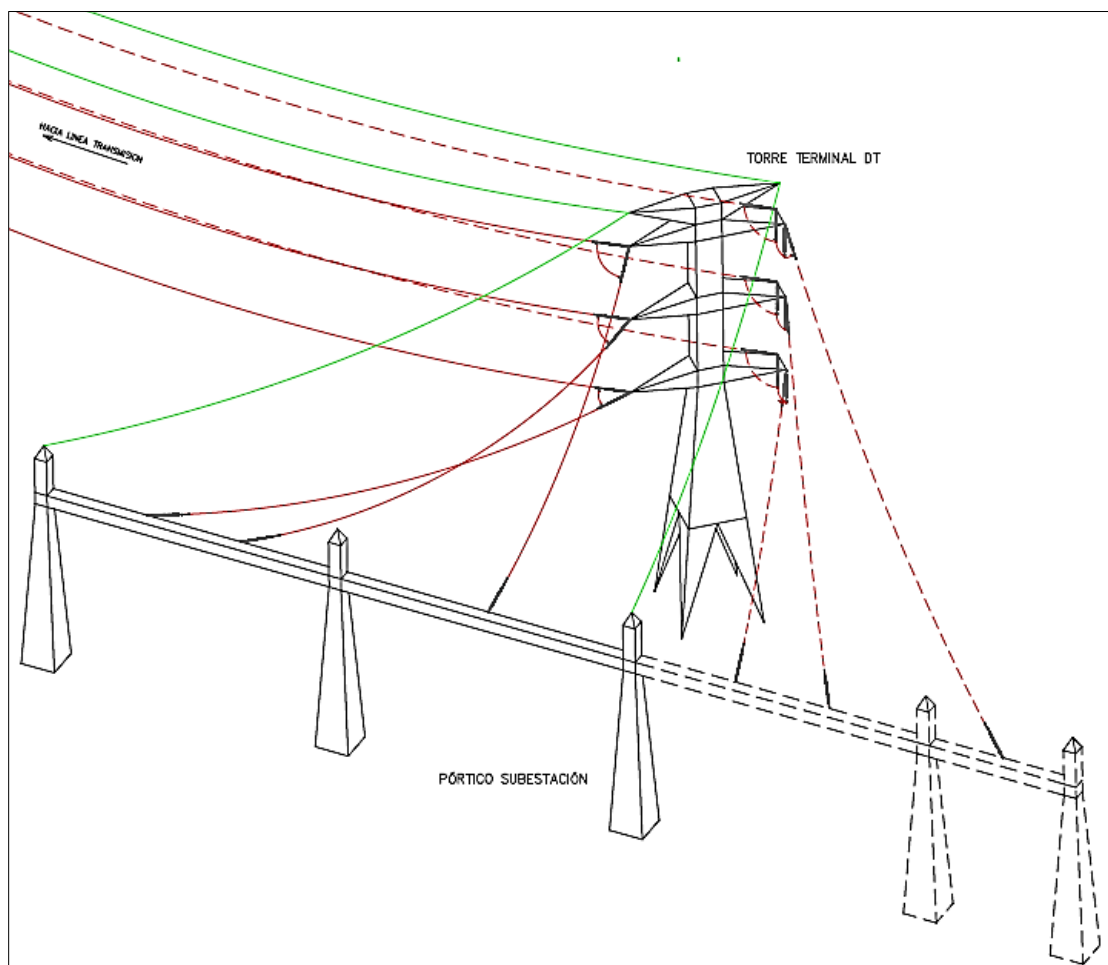
Imagen 2-12 Ubicación geográfica de la subestación San Fernando



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Imagen 2-13 Esquema conexión de torre terminal a pórtico en la subestación San Fernando**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

## 2.2.7 Descripción de cruces especiales

Uno de los aspectos de importancia a considerar en el trazado de una línea eléctrica corresponde al sitio en el cual se deben cruzar cauces de corrientes de agua principales.

Normalmente, para la selección de sitios de cruces de corrientes se buscan características tales como:

- Tramos rectos del cauce que aseguren la estabilidad de las márgenes y la permanencia del canal del río en el tiempo, con el fin de establecer sitios de colocación de estructuras en sectores estables en las márgenes del cauce, que brinden estabilidad a las estructuras durante la vida útil del proyecto.
- Sectores del cauce que registren el menor ancho posible, con el fin de tener longitudes de vano manejables.
- Características de resistencia y estabilidad de los materiales en las márgenes de tal manera que se obtenga una adecuada capacidad de soporte y se minimicen las deformaciones.
- Localización de estructuras en sectores donde se pueda acceder fácilmente con maquinaria, equipo y materiales necesarios para la construcción y mantenimiento.

Las implicaciones constructivas que conllevan los cruces de corrientes para el trazado de la Línea de Transmisión Eléctrica están reflejadas en los siguientes aspectos:

- Longitud del Vano: Para el paso de cada una de las corrientes se debe tener en cuenta la diferencia de altura entre las márgenes, el ancho de la corriente y la longitud efectiva del cruce, es decir la distancia entre las torres instaladas a cada margen.
- Características de las Torres: dependiendo del vano, se deberá establecer el tipo de torre que se debe construir, para garantizar la estabilidad de la obra y la permanencia de la misma en el tiempo.

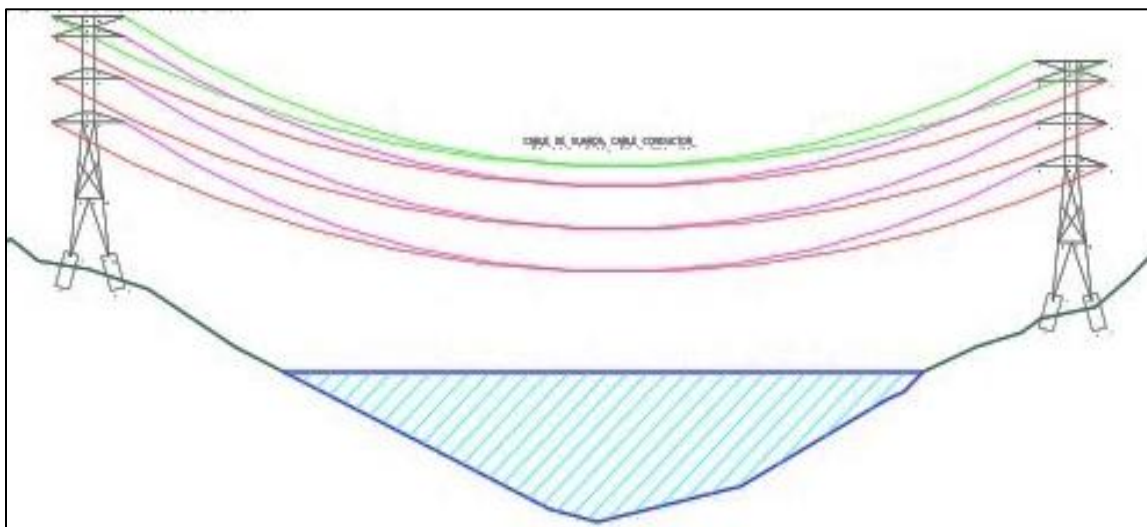
El proyecto cruzará corrientes de aguas secundarias y principales, los cruces de corrientes principales planteados con la línea eléctrica proyectada entre la subestación La Reforma y la subestación San Fernando son: Cruce sobre el río Guayuriba, Cruce sobre el río Acacias y cruce sobre el río Orotoy, la forma como se cruzará cada tipo de cuerpo de agua y las características de los principales cruces se presentan a continuación:

#### 2.2.7.1 Cruces sobre cuerpos de agua sin intervención del cauce

Para las corrientes de agua secundarias el proyecto plantea la construcción de una torre a cada lado del cauce fuera de la zona de inundación, de manera que el cuerpo de agua quede en la mitad de dos torres, para el proyecto la distancia entre torres esta entre 400 y

500 metros, garantizando que no se intervenga el cauce tal como se muestra en la **Imagen 2-14** este es el caso del río Orotoy entre otros.

**Imagen 2-14** Cruce sobre cuerpo de agua sin intervención

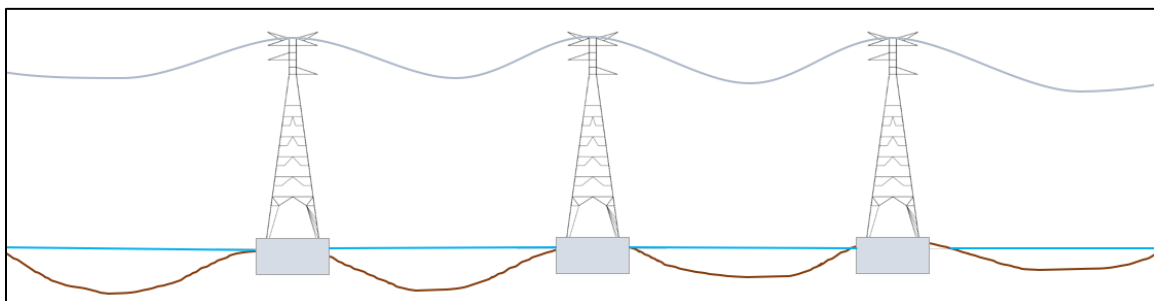


Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.7.2 Cruces sobre cuerpos de agua con intervención (Ocupaciones de cauce)

Para las corrientes de agua principales que poseen un ancho considerable (superiores a 500 metros) y que la condición de construir las torres fuera de la zona de inundación no se puede cumplir, y se requiere intervenir el cauce (ocupación de cauce), como se muestra en la **Imagen 2-15** se requiere la instalación de torres dentro del lecho del río o en la zona de inundación del cuerpo de agua; este es el caso de las torres a instalar en el río Guayuriba y el Río Acacías.

**Imagen 2-15 Cruce sobre cuerpo de agua con intervención**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### **2.2.7.2.1 Cruces con intervención sobre el Río Guayuriba**

La línea de transmisión eléctrica cruza el río Guayuriba a 1,70 km de la margen izquierda de la vía nacional que conduce de Villavicencio al municipio de Acacías, en la vereda la Concepción. Para el estudio del sitio de cruce del río se realizó un análisis morfodinámico donde se recopiló información secundaria de la zona, se hizo un análisis multitemporal de las fotografías aéreas disponibles, y se llevó a cabo una verificación en campo. En la

**Imagen 2-16** se observa la vista general del cruce sobre el río.

##### **2.2.7.2.1.1 Geología regional del sitio de cruce**

La cuenca del río Guayuriba tiene un área estimada de 760,4 km<sup>2</sup>, nace en la cordillera oriental para finalmente desembocar al río Metica. En la zona del estudio se encuentran diversas unidades geológicas, sin embargo, por su extensión predominan depósitos del Cuaternario, representados en terrazas, depósitos aluviales y depósitos de derrubio, los cuales están localizados en la parte baja de la cuenca y donde cruza la línea como se observa en el mapa de unidades geológicas de la cuenca.

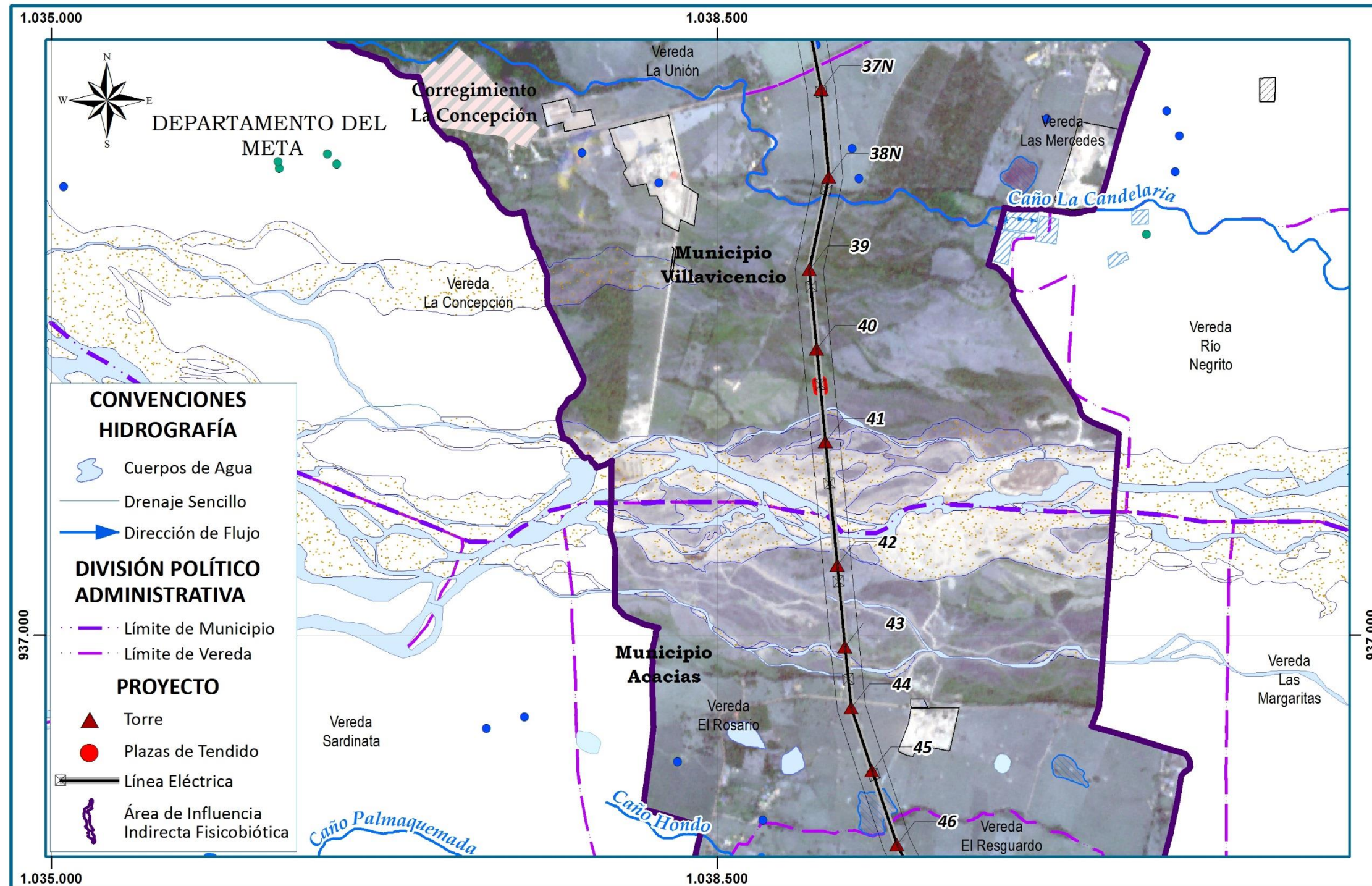
En la parte alta se encuentran unidades pertenecientes al Paleozoico, Cretáceo y Terciario, compuestos por diversos tipos de rocas tales como areniscas, calizas, lutitas, arcillas y conglomerados.

Estas características unidas a los procesos actuales de escurrimiento difuso, movimientos en masa y desprendimiento de rocas provocan una mayor degradación que la convierte en una cuenca erosionada.



El sector pertenece a una unidad de planicie aluvial de desborde, compuesta por formas aluviales de relieve plano y ondulado. Presenta un relieve ligeramente plano (menos del 3% del sector es susceptible a eventos de inundación periódicos o procesos de socavación lateral y de fondo).

Imagen 2-16 Vista general cruce río Guayuriba



EEB-SFDO-CT100614-L000-  
Capítulo 2 Descripción del Pr

CruceRíoGuayuriba.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDIA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

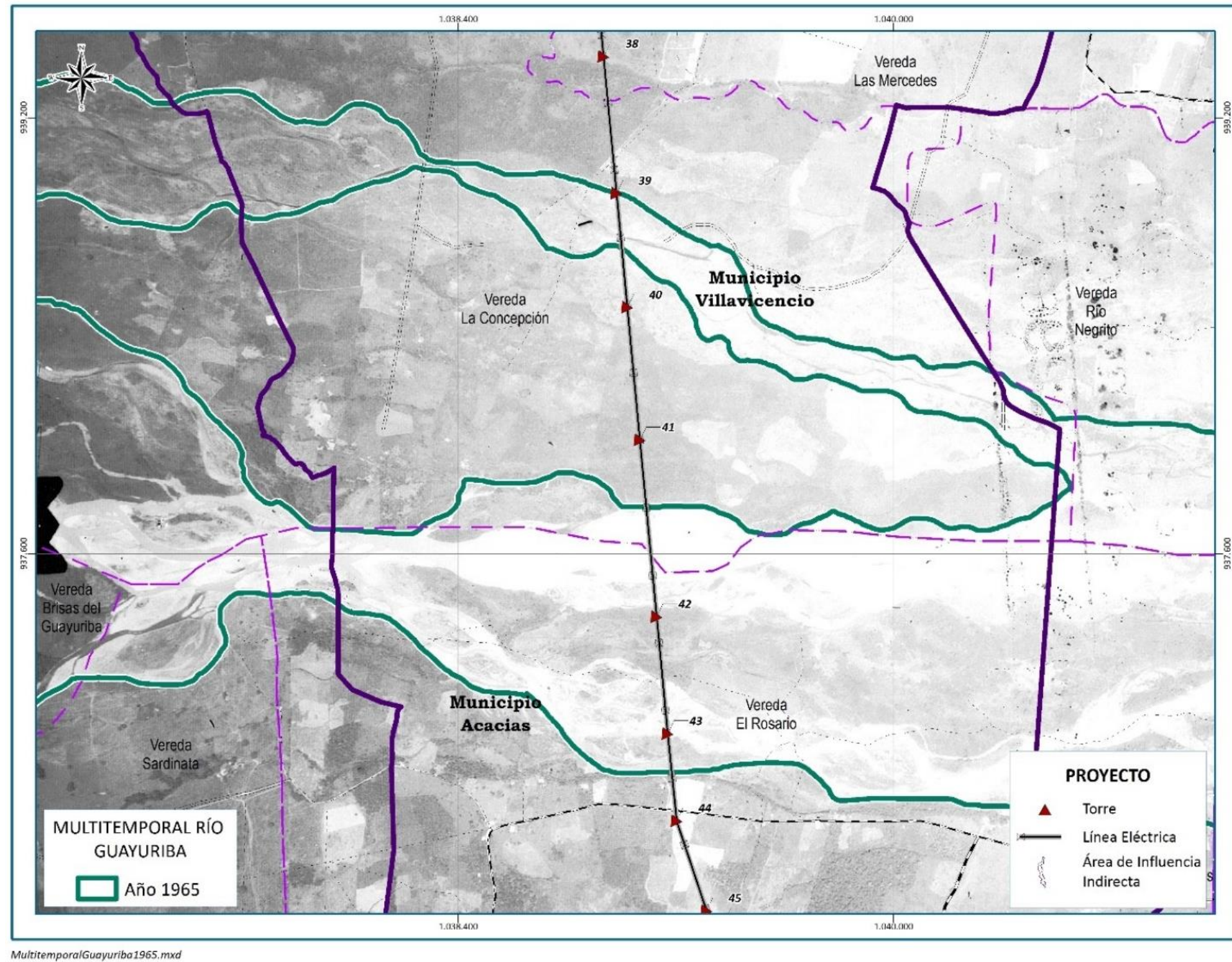
#### 2.2.7.2.1.2 Descripción general de la dinámica del río

El río Guayuriba en el sector de cruce se caracteriza por tener una gran capacidad de transporte de material de fondo y lateral, constituido por bloques espesos, cantos rodados, guijarros, gravas y arenas, dando lugar a grandes formaciones de depósitos aluviales en la zona del cruce de la línea. Con el fin de conocer la dinámica del río a través del tiempo, se realizó el análisis multitemporal, mediante la utilización de fotografías aéreas e imágenes de satélite desde el año 1965 hasta el año 2015. Para el año 1965 se utilizó la línea vuelo C-1155 a escala 1:35300 (Fotografías 049, 050 y 051), para el año 1976 se empleó la línea de vuelo C-1674 a escala de trabajo 1:29150 (fotografías 102, 103 y 104), para el año 1989 se encontró la línea de vuelo C-2370 a escala 1:33000 (fotografías 029, 030 y 031), finalmente para el año 2015 se utilizó 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. Identificándose de forma general el siguiente comportamiento del río:

- Para el año 1965 el río Guayuriba presentaba una canal principal de aproximadamente 880 metros en el sitio de cruce y un brazo o drenaje secundario que desemboca en el canal principal de flujo continuo en dirección aguas abajo unos kilómetros más adelante. Hacia el centro del canal principal se observa una isla aparentemente estable (**Imagen 2-17**).
- Para el año 1976 el río Guayuriba presentaba una canal principal de aproximadamente 1300 metros en el sitio de cruce y un brazo o drenaje secundario abandonado que se conecta con el canal principal en dirección aguas abajo unos kilómetros más adelante, este canal en mención no presenta un flujo de agua. Hacia el centro del canal principal ya no se observa la isla que en el año 1965 parecía aparentemente estable. Entre el año 1965 y el año 1976 el ancho del canal del cauce se amplió en 400 metros aproximadamente (**Imagen 2-18**).
- Para el año 1989 el río presentaba una canal principal de aproximadamente 1200 metros en el sitio de cruce y un brazo o drenaje secundario nuevamente activo y que presenta la bifurcación de su cauce en dirección aguas abajo. Hacia el centro del canal principal nuevamente se observa la formación de islas aparentemente estable con vegetación. El canal principal entre el año 1976 y el año 1989 aparentemente permaneció estable y se amplió unos cuantos metros hacia la margen izquierda (**Imagen 2-19**).
- Para el año 2015 el río Guayuriba presenta la migración de su cauce hacia la margen izquierda e igualmente presenta la disminución de su cauce, presentando un ancho aproximado de 1000 metros. Se observa el canal secundario nuevamente abandonado y no presenta flujo de agua. Hacia el centro del canal principal no se observa la formación de islas aparentemente estables (**Imagen 2-20**).
- De acuerdo con el análisis multitemporal de carácter regional entre el año 1965 y 2015, el río Guayuriba presenta un ancho máximo de canal de aproximadamente 1400 metros, se observa sobre la margen derecha un control litológico y/o estructural (escarpe de falla de aproximadamente 10 metros) y hoy por hoy la corriente de interés está recargado sobre la margen izquierda (**Imagen 2-21**).



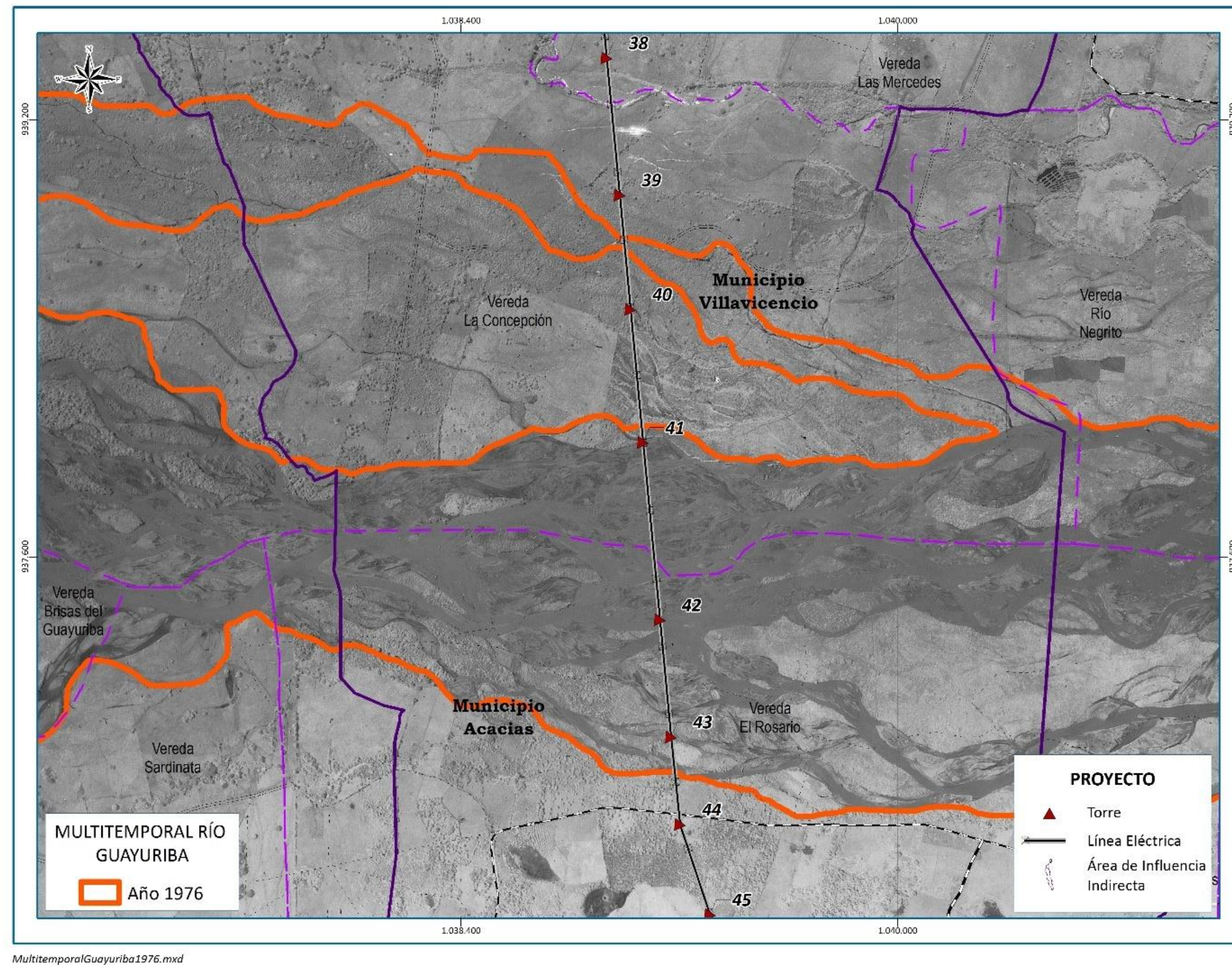
Imagen 2-17 Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1965



Fuente: (LÍNEA DE VUELO C-1155 A ESCALA 1:35300 (FOTOGRAFÍA 050)).



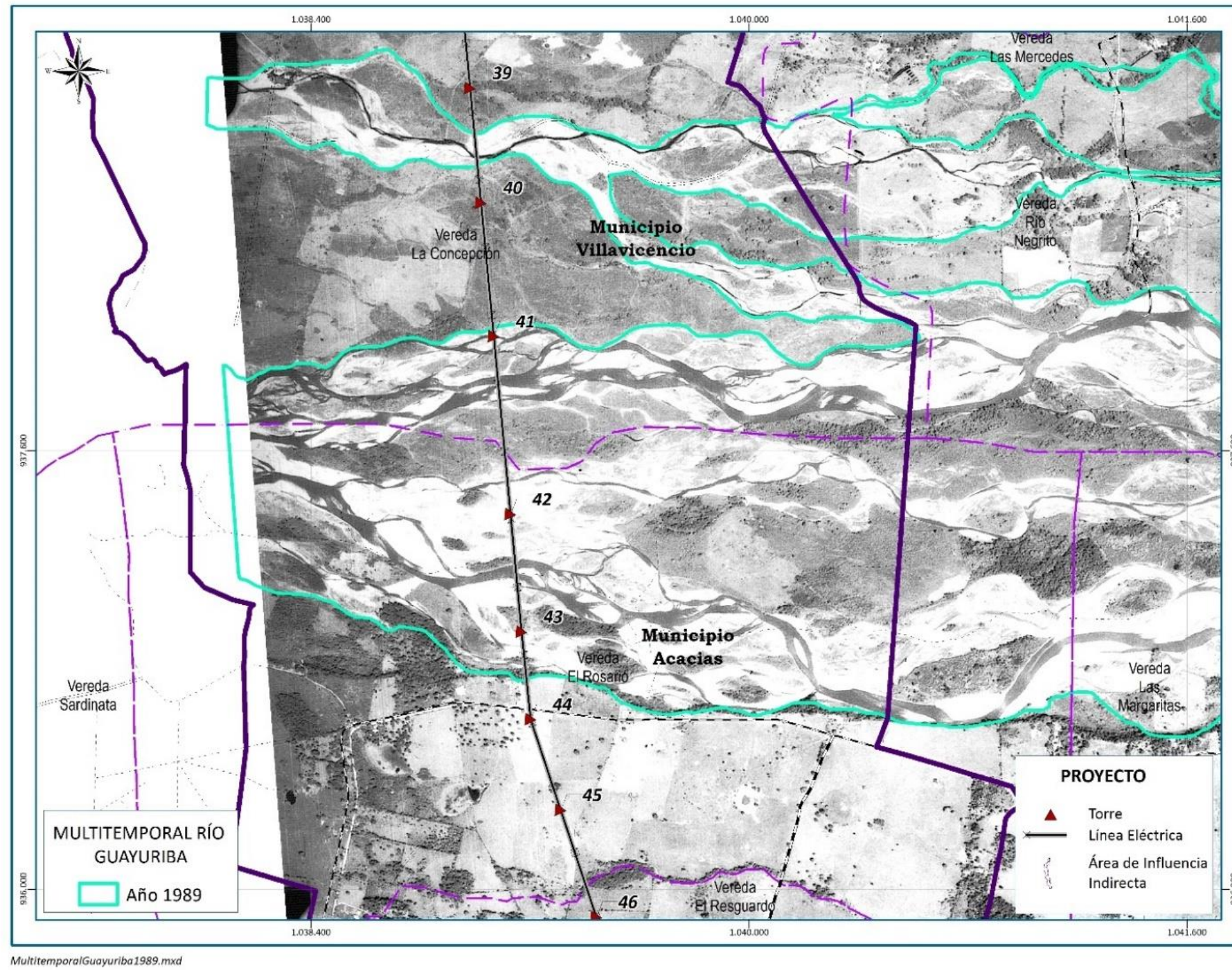
Imagen 2-18 Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1976



Fuente: (Línea de vuelo C-1674 a escala de trabajo 1:29150 (fotografía 103).



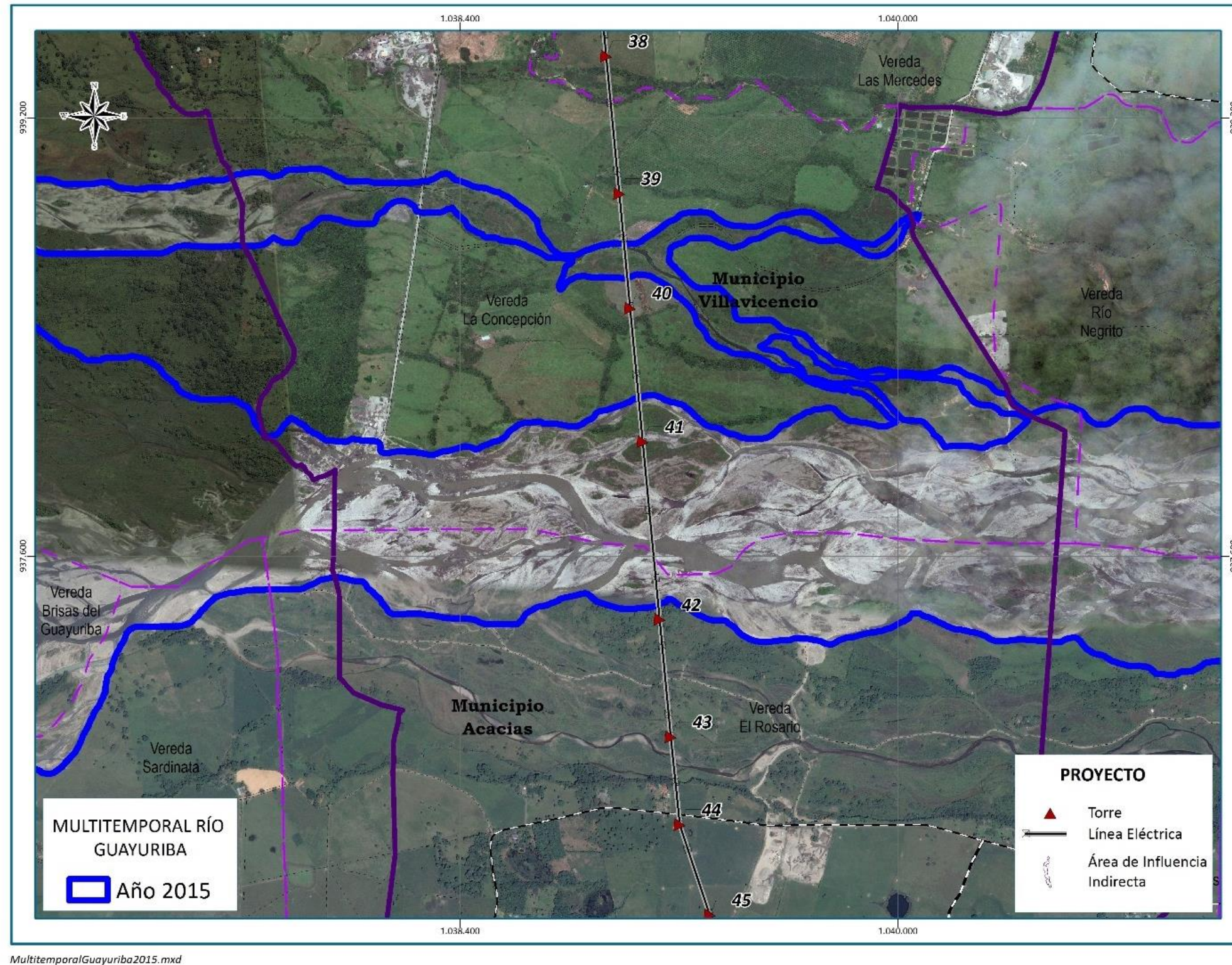
Imagen 2-19 Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 1989



Fuente: ( línea de vuelo C-2370 a escala 1:33000 (fotografía 030).



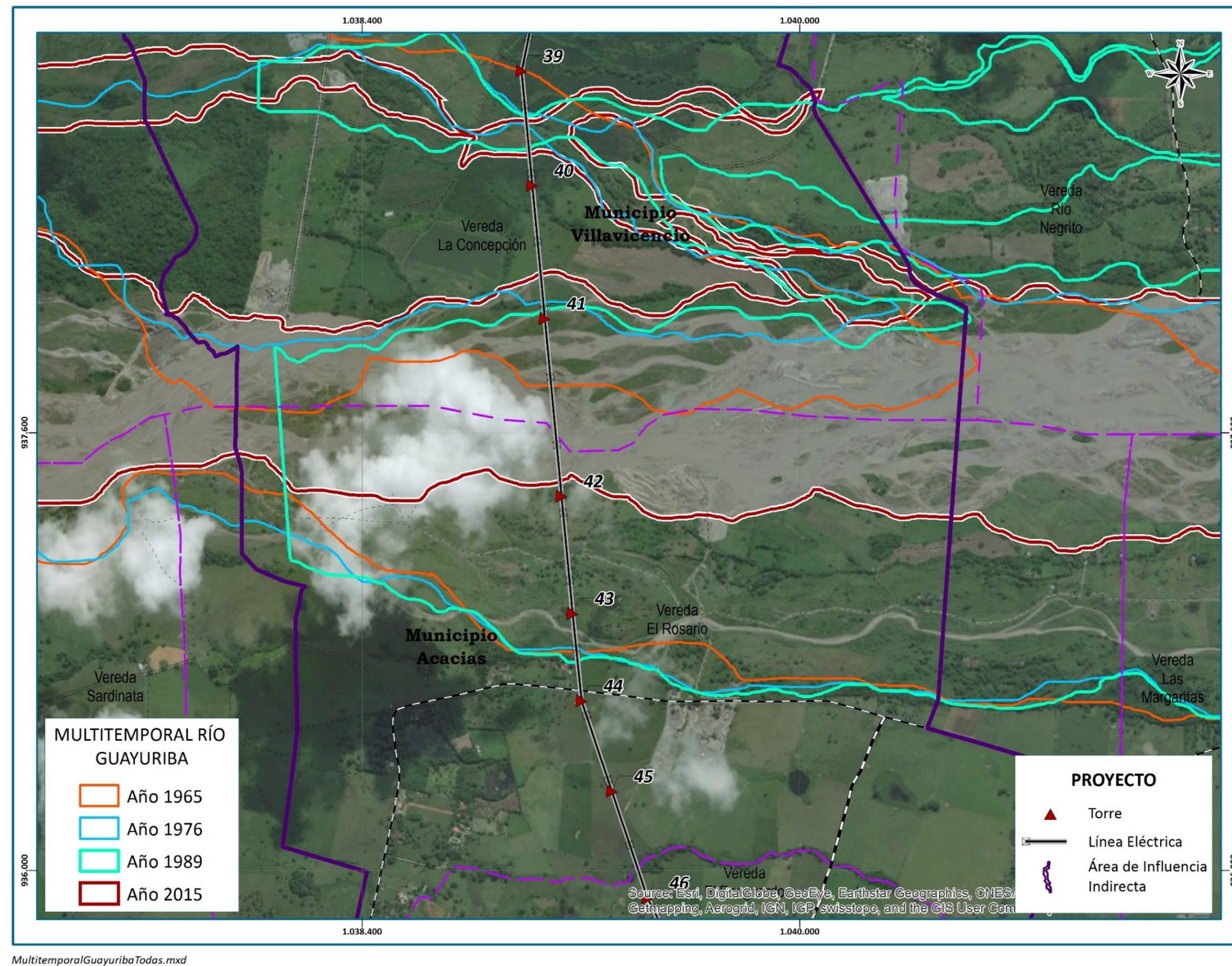
Imagen 2-20 Detalle del cauce del río Guayuriba en el año 2015



Fuente: Mosaico de imágenes Pleiades, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



**Imagen 2-21** Superposición del cauce del río Guayuriba entre el año 1965 y el año 2015.



Fuente: Mosaico de imágenes Pleiades, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

- **Conclusiones morfo dinámica del río**

Actualmente el sector seleccionado para el cruce proyectado sobre el río Guayuriba corresponde a un tramo recto donde la línea de transmisión cruza el canal del río Guayuriba.

Para el mes de agosto del 2016, y de forma puntual para cada sitio de torres se realizó un estudio geológico. A continuación, en la **Tabla 2-15** se presenta un resumen de los principales aspectos que definen el sitio de cruce:

**Tabla 2-15 Resumen descripción del cruce especial río Guayuriba**

TRAMO	CRUCE DEL RIO GUAYURIBA
DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	El cruce del río presenta en los puntos de torre vegetación media a alta, cercanos a la zona de extracción de material por parte de empresas mineras.
GEOMORFOLOGÍA	Se caracteriza por un relieve plano y ondulado, con zonas de erosión lateral y de fondo.
TIPO DE ROCA O SUELO	A lo largo del cruce se encuentran depósitos de origen aluvial, con sedimentos de grano fino en superficie, que se encuentra sobre gravas y cantos de roca con diámetros de 30 cm o más.
ASPECTOS GEOTÉCNICOS	El comportamiento ante el aumento de esfuerzos sobre este tipo de suelo aluvial es bueno a muy bueno. Se debe tener en cuenta en el diseño plantear una cimentación profunda.
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	Se debe tener en cuenta en la construcción de cimentaciones profundas la dificultad en la realización de la excavación, y posiblemente necesario el retiro o rompimiento de cantos y bloques que se encuentren en profundidad. Para intervenir el cauce se deberá adecuar el acceso sobre el margen izquierdo del río Guayuriba, para movilizar la maquinaria hasta el punto en donde se realizará la cimentación y la estructura de concreto sobre la cual se instalará la torre. Respecto al cruce del margen derecho en caso de ser necesario la intervención este será contemplado en el proceso constructivo. El área en donde se realizará la intervención del margen izquierdo del río Guayuriba, previo al inicio de los trabajos se requiere de la adecuación de una obra de protección, que garantice que ante una creciente del río el área de trabajo no se afectará por la fuerza del agua y permanecerá seca. Las obras de protección abarcarán un área de aproximadamente 30 por 30 metros (900 metros cuadrados), en donde la maquinaria a emplear en la cimentación pueda desplazarse por medio de una plataforma, para que al momento de construir el pedestal sobre el cual se instala la torre, se pueda conformar la estructura de concreto reforzado. Una vez se culmine el retiro de materiales y maquinaria de la zona de intervención se realizará el desmonte de la estructura de protección y se retirará la estructura de paso temporal, de manera que el flujo de agua que circula en épocas de lluvia no genere arrastre de material y altere la calidad fisicoquímica del agua.

Fuente: Ingeniería & Diseño Ingedisa S.A, 2016

Actualmente el sector seleccionado para el cruce proyectado sobre el río Guayuriba corresponde a un tramo recto, el máximo ancho del cauce fue registrado en el año 2016, en los últimos periodos entre el 2002 y 2012 el cauce se mantiene estable (**Imagen 2-22**).

Para el sector donde la línea de transmisión cruza el canal del río Guayuriba, para el mes de agosto del 2016, y de forma puntual para cada sitio de torre se tienen las siguientes condiciones, así:

- **Torre 38:** se encuentra rodeada por cauce de un caño independiente que discurre sobre su costado Oeste y luego cambia de dirección, para cruzar hacia el Este sobre su costado Sur, sin que se presenten cambios significativos en su dirección, el sitio de localización de la torre se considera estable (**Imagen 2-23**).

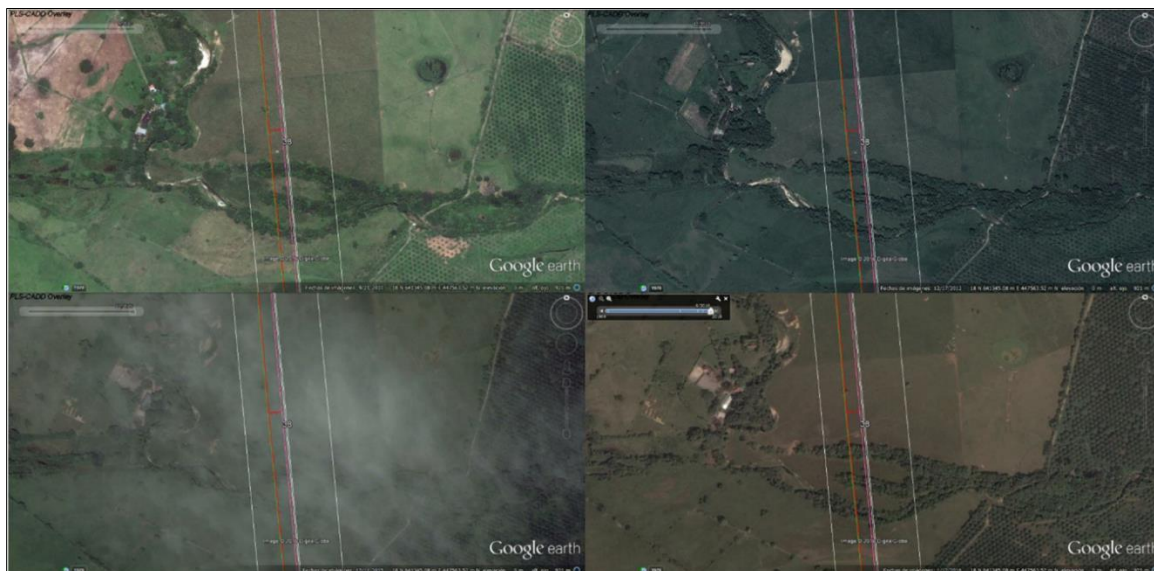


**Imagen 2-22 Vista general cruce del rio Guayuriba**



Fuente: Ingenieria & Diseño Ingedisa S.A 2017

**Imagen 2-23 Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 38**

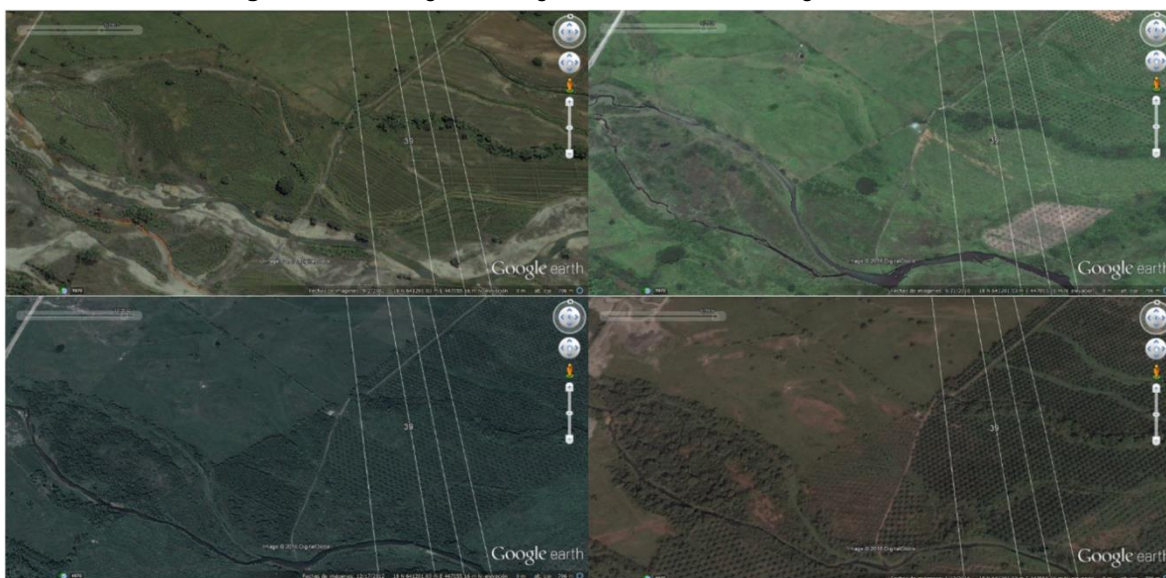


Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota: para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.

- **Torre 39:** en el sector donde ésta se encuentra se desarrollan cultivos de Palmas de Aceite, hacia su costado Norte se presenta una zona saturada clasificada como humedal, que se corresponde con una sección del canal abortado como parte del canal de avulsión del río Guayuriba que se habría sobre su margen izquierda, tal como ha quedado registrado en las imágenes de septiembre del 2002, el cual fue favorecido por la sobre- explotación minera que se desarrollaba en el sector del puente principal de la vía que conduce de Villavicencio a Acacias. El sitio de localización de la torre se considera estable (**Imagen 2-24**).

**Imagen 2-24** Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 39



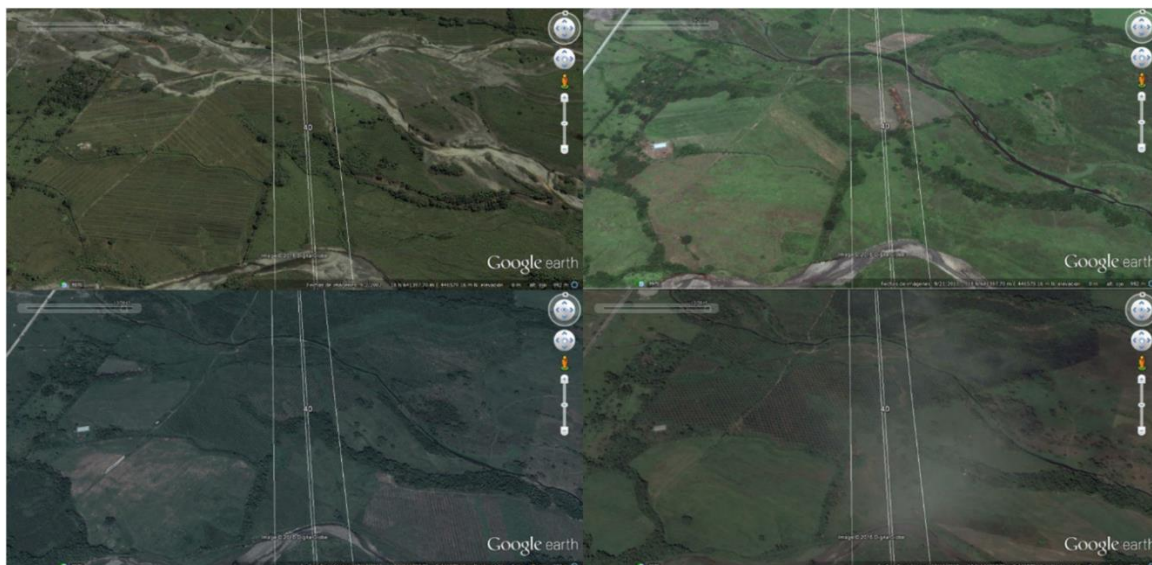
Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota: para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.

- **Torre 40:** en este sector se desarrollan cultivos de Palmas de Aceite, actualmente se presenta canal secundario aislado que discurre sobre su costado Norte a una distancia aproximada de 200 m, para el que se evidencian algunos rasgos de desborde, dado que se identifica la instalación de trinchos de contención de cauce, y al igual que en el caso de la torre 39, para el 2002 hacia parte del canal de avulsión del río Guayuriba sobre su margen izquierda, favorecido por la sobre-explotación minera desarrollada en el sector del puente principal de la vía que conduce de Villavicencio a Acacias, la zona se encuentra dentro del área de influencia del río, por lo que es susceptible a presentar eventos de inundación y/o socavación lateral, de igual forma presenta algún grado de vulnerabilidad con relación al hecho de reactivarse el volumen de explotación y la socavación del cauce principal en este sector (**Imagen 2-25**).



**Imagen 2-25 Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 40**



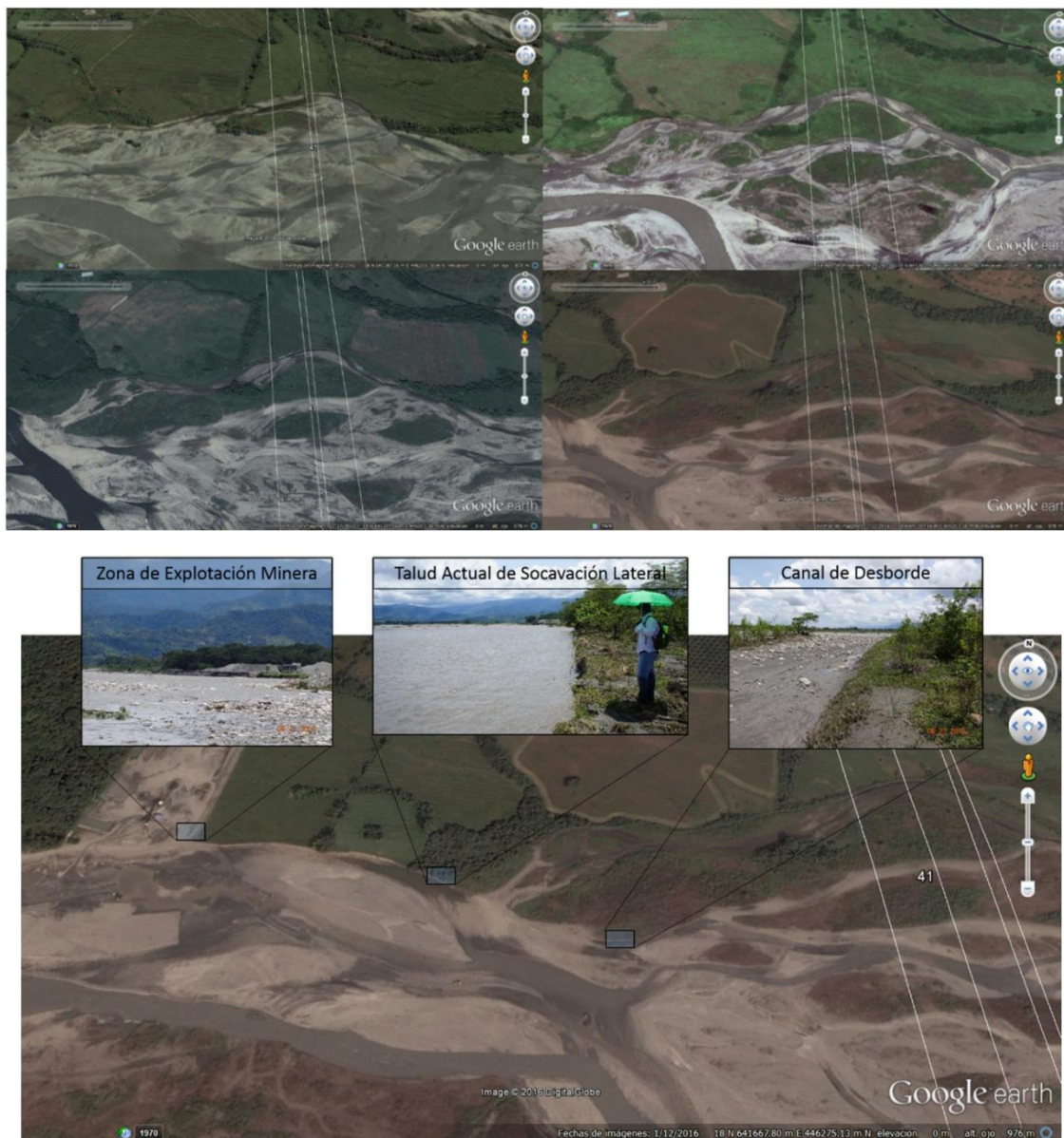
Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota, para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha.

- **Torre 41:** Presenta sobre una barra incluida en el cauce del río Guayuriba, rodeado por dos canales subordinarios, que se activan en las temporadas de mayor precipitación hacia la parte alta de la cuenca, y son favorecidos por la excavación generada en el sector contiguo aguas arriba (Murcia-Murcia), la cual se desarrolla mayormente en la época de verano como método de explotación consistente en la implementación de trampas de recarga del depósito, y al recuperarse el caudal, el flujo busca llenar el vacío generado por el tajo, generando una mayor cabeza hidráulica, lo que hace que el cauce se desborde hacia la margen izquierda y socave lateralmente la banca de ese costado; esta es una dinámica fluvial muy cambiante, propia de un drenaje meandrónico, razón por la cual no se puede garantizar la no afectación del punto de localización de la torre y sería necesario mantener una estructura profunda de cimentación. De acuerdo al diseño que se tiene previsto no se requerirán obras adicionales debido a que el diseño de las cimentaciones contempla resistir las fuerzas hidráulicas que el río, similar a como se realiza el diseño para las pilas de un puente (**Imagen 2-26**).
- **Torre 42:** De forma relevante se identifican procesos de degradación de banca y socavación lateral sobre el costado Norte, a pesar de tenerse la canal principal a una distancia de 200 m, sin embargo se presenta un canal secundario o subordinado que se desplaza sobre la margen derecha, socavando la banca, su reactivación se presenta asociada al incremento de las precipitaciones, y a labores mineras en el sector donde desemboca el río Sardinata, aproximadamente 500 m aguas arriba; y específicamente en el sector de la torre 42, la distancia al punto de socavación más cercano se estimó en 25 m para enero del 2016, sin embargo, para el momento de la revisión de campo, coincidente con un pico pluviométrico en la parte alta de la cuenca, presenta una distancia del orden de 10 m, al punto más externo de la base de la estructura, según

referencias topográficas en campo. Según esta condición, se hace inminente el empleo de cimentaciones profundas (**Imagen 2-27**).

**Imagen 2-26 Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 41**

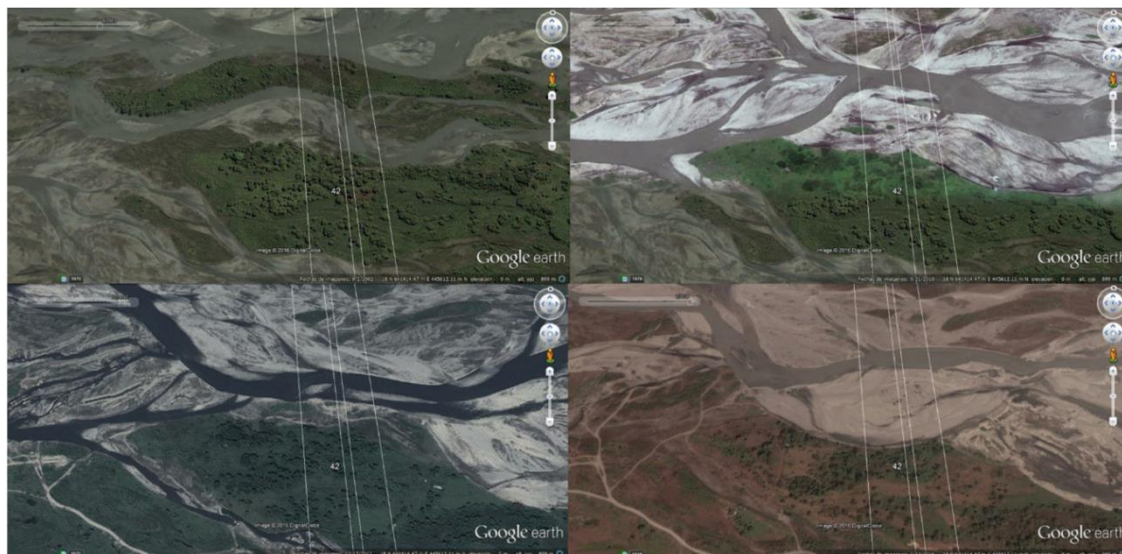


Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota: para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente, septiembre de 201, diciembre de 2012 y enero del 2016, abajo derecha.



**Imagen 2-27 Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 42**



Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



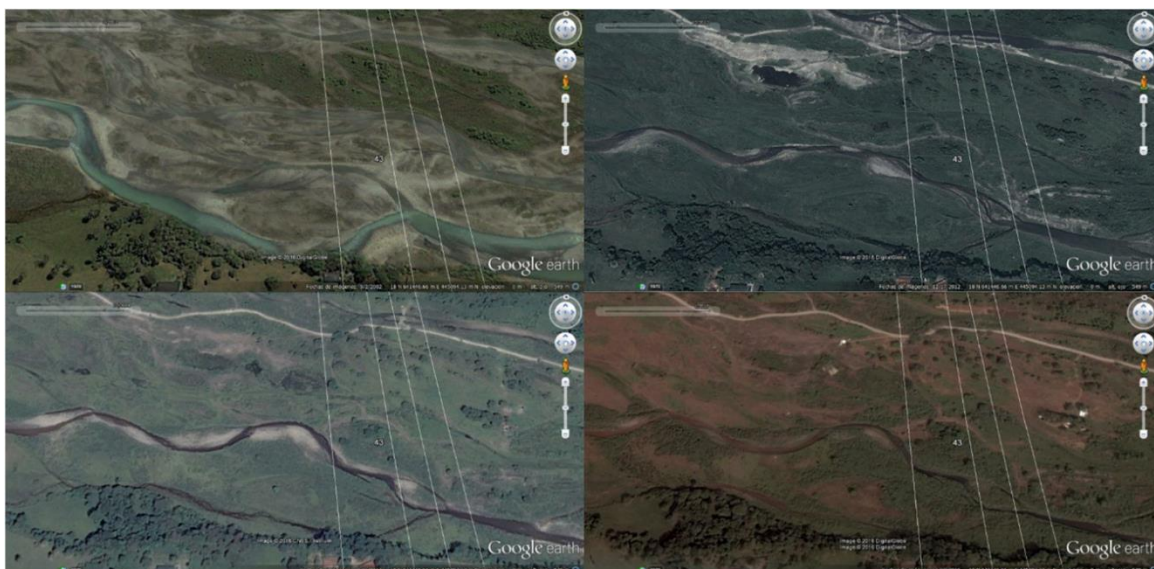
Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota: para enero del 2016 en mosaico con registro fotográfico de agosto de 2016.

- **Torre 43:** está localizada sobre el banco de arena del margen derecho del río Guayuriba, en un área significativamente amplia, presentándose el cauce a una distancia superior a los 600 m, sin embargo, esta se encuentra disectado por un cauce menor de tipo perenne que discurre sobre el costado sur de la torre, a unos 60 m de distancia, sin que se presenten problemas de estabilidad significativos, sin embargo, dado que en las imágenes de 2002 se evidencia un incremento en el caudal,

será importante disponer de cimentaciones profundas y obras de dissipación de caudal, muy especialmente en los puntos de desbordé del caño que disecta la banca (**Imagen 2-28**).

**Imagen 2-28 Registro Google-Earth del sector contiguo a la torre 43**



Fuente: Imagen Google, 2016, modificado por CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Nota: para septiembre de 2002 arriba izquierda, y consecutivamente diciembre 2012, diciembre 2015 y enero del 2016, abajo derecha

#### 2.2.7.2.2 Modelo de sedimentación del sector de cruce

La cuenca del río Guayuriba discurre sobre un valle intramontano asociado al remonte tectónico de la cordillera oriental, de compleja conformación litoestratigráfica y marcado control estructural, con presencia de gran variedad de materiales diferenciados por sus comportamientos geomecánicos y susceptibilidad ante los procesos erosivos, generando gran cantidad de aporte de sedimentos en una cuenca cerrada con morfología en V.

Estas condiciones propician una descarga constante de sedimentos en un ambiente torrencial, que se disipa al entrar en contacto con las planicies de sedimentación activa de los llanos orientales, depositando secuencias sucesivas de pulsos de flujos que se sobremontan entre ellos en un abanico aluvial, que a su vez sobre-excavan y re trabajan materiales en búsqueda de lechos rocosos, profundizándose y desplazándose hacia los costados, como parte de la dinámica fluvial que le indica su mismo caudal.

En un proceso de avulsión, dicha dinámica propicia la migración sistemática lateral de los canales, en el que el lecho ordinario del río Guayuriba va descargando materiales con granulometrías de bloques y clastos en una matriz de grava gruesa, que hacia los costados, en lechos de flujos menores y en canales donde han disminuido la cantidad de flujo, van

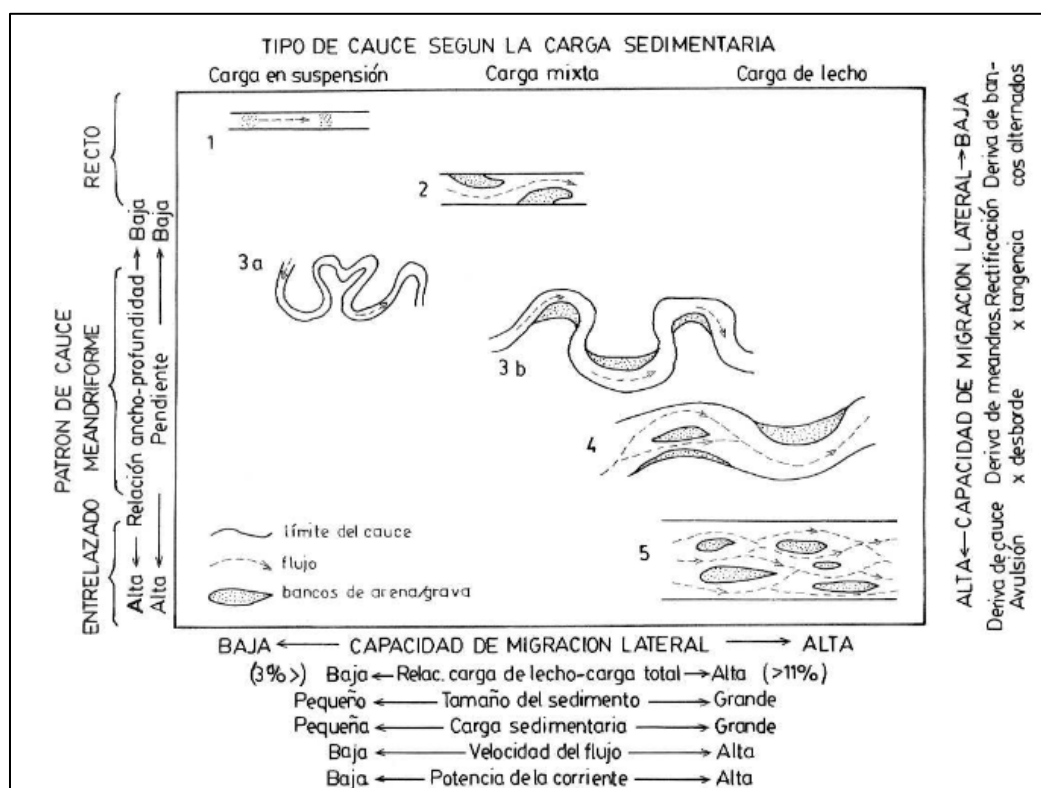
gradando en granulometría a gravas y arenas gruesas a medias, y para canales antiguos ya abortados y aislados se depositan materiales cada vez más finos.

De esta depositación diferencial, el perfil estratigráfico que se evidencia en los taludes de las terrazas se caracterizan por una gradación con predominancia de sedimentos de granulometrías gruesas a la base, que van disminuyendo con respecto a la energía de depositación y capacidad de carga de cada flujo, pasando a granulometrías medias, caracterizadas como areno limosos a limo arenosos en los que se identifican secuencias con estratificación cruzada, propias de flujos meandriformes, y niveles lodosos asociados a sectores de baja a nula energía con presencia de sedimentos precipitados al lecho del antiguo canal por decantación.

A partir de estos materiales localizados al techo de la secuencia se han desarrollado suelos residuales propios de ambientes fluviales que favorecen la generación de una leve cobertura vegetal que dan indicativos de la incidencia reciente de los flujos en ese sector.

Según la Clasificación de Cauces Aluviales (Schumm 1981), el sector donde se desarrolla la línea de transmisión se clasifica como Tipo 4 o 5, con un patrón de Cauce Meandriforme a entrelazado, con una relación Ancho/ profundidad alta, pendiente media, alta capacidad de migración lateral, con procesos de deriva de cauce por avulsión y desborde, con carga sedimentaria grande, velocidad de flujo alta y potencia de corriente alta (**Imagen 2-29**).

**Imagen 2-29 Clasificación de cauces aluviales (Schumm, 1981)**





Esta secuencia de sedimentación conforma bancos que constantemente son remodelados según la depositación diferencial de los materiales, en función de la capacidad de arrastre del cauce sobre esa línea de flujo, y la densidad y granulometría de los sedimentos, generando procesos secuenciales de depositación y denudación.

El mecanismo de erosión de las márgenes se genera de forma más acentuada sobre la margen cóncava de cauce, es decir, la parte externa de las curvas más marcadas, desarrollando procesos repetitivos de fricción del flujo, generando un esfuerzo cortante recostado sobre los laterales de las canales, favoreciendo el cizallamiento a la base de la secuencia y consecuente falla geotécnica de las bancas por volteo.

La degradación y desprendimiento sobre las márgenes de la banca en el río Guayuriba, se desarrolla cuando el material que conforma las terrazas antiguas y recientes, es afectado por la erosión y arrastrados acreción al ser por el flujo, y las tasas con que se genera se asocian a la interacción de una gran cantidad procesos hidráulicos, hidrológicos, hidrogeológicos y geomecánicos que controlan las condiciones geotécnicas del material como la cohesión, resistencia pico y presiones piezométricas actuantes sobre el depósito.

#### 2.2.7.2.3 Cruces con intervención sobre el Río Acacias

La línea eléctrica cruzará el río Acacias entre el K24+819 a K25+972, respetando la cota máxima de inundación (**Imagen 2-30**). De acuerdo con las características técnicas del proyecto, se propone la construcción de una torre dentro del cauce de este río. Las principales características del sitio de cruce se resumen en la **Tabla 2-16**.

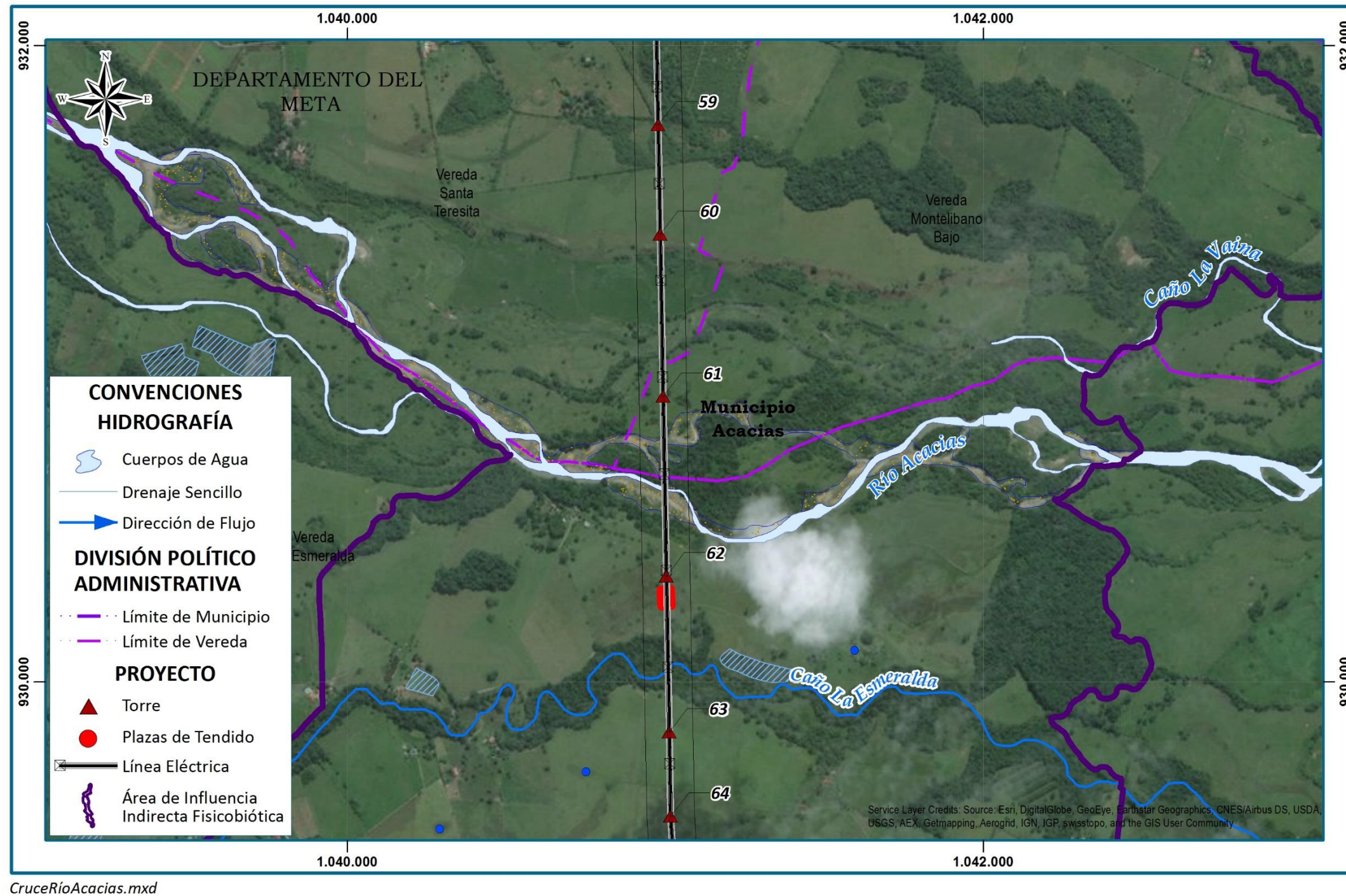
**Tabla 2-16 Resumen descripción del cruce especial río Acacias**

TRAMO	CRUCE DEL RIO ACACIAS
DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	Este cruce se asocia a la llanura del río acacias, un cambio significativo en su dinámica fluvial, al juntarse con otros afluentes y asociado al probable trazo del piedemonte llanero, sin que actualmente se evidencien inconvenientes con respecto a la estabilidad.
GEOMORFOLOGÍA	Este sector se caracteriza por la presencia de zonas bajas sobre las márgenes del río Acacias; además es un sector anegable en periodos de precipitaciones fuertes el cual está conformado por la Llanura y la presencia de Zurales. Desde el punto de vista geomorfológico este sector está compuesto por intercalación de Terrazas y Llanuras Aluviales.
TIPO DE ROCA O SUELO	Depósitos cuaternarios con gravas de diferente tamaño, embebidos en una matriz areno limosa.
ASPECTOS GEOTÉCNICOS	Esta zona mantiene altos niveles freáticos que implican la construcción de cimentaciones especiales para las torres.
ASPECTOS CONSTRUCTIVOS	El acceso de los materiales para la construcción de la línea se haría desde las vías existentes y por último se utilizarán los accesos a las fincas y los senderos existentes. Ya que este sector cuenta con vías terciarias en buenas condiciones que sirven de acceso a la localización de las torres.

Fuente: Ingeniería & Diseño Ingedisa S.A 2017



Imagen 2-30 Vista general cruce del río Acacias



CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### 2.2.7.2.4 Geología regional del sitio de cruce

La cuenca del Río Acacias, cuenta con un área de 93,000 ha, es una cuenca de la zona hidrográfica del Orinoco, de orden 4, donde sus tributarios principales son los ríos Orotoy, Acacias y el caño Chichimene como sus tributarios secundarios más importantes. La cuenca está compuesta por 13 subcuencas con áreas que van desde 244 Km<sup>2</sup> (subcuenca de drenajes directos al Río Acacias) a 3,5 Km<sup>2</sup> (subcuenca de drenaje S/N). La subcuenca del Caño Chichimene representa el 24% del área total de la cuenca y la subcuenca del Río Orotoy representa el 19.3 %<sup>1</sup>.

En el área de influencia donde se emplaza el proyecto, el río Acacias disecta depósitos del Cuaternario, entre los que encontramos: terrazas de origen fluvio glacial (Qt2), aluviales recientes y subrecientes (Qal y Qal1). Por su extensión, la terraza denominada Qt2, se encuentra afectada estructuralmente y entallada por la corriente de interés, creándose una morfología deprimida constituyéndose como una frontera natural hacia ambos márgenes y limitando su área de afectación. Esta terraza está constituida 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.

Dentro de la zona de influencia del río Acacias, se observa un depósito subreciente (Qal-1) constituido por una arena arcillosa de color rojiza, seguido por un depósito matriz soportado constituido por cantos, gravas y guijos, subredondeados a redondeados de composición polimictica. Localmente, el río dentro su cauce activo (Qal) está constituido por una arena arcillosa de color rojiza, seguido por un depósito matriz soportado constituido por cantos, gravas y guijos, subredondeados a redondeados.

#### 2.2.7.2.5 Análisis multitemporal del sector de cruce en el río Acacias

Para el análisis y evaluación integral regional del río Acacias durante los últimos 40 años, se ha contado con fotografías aéreas e imágenes de satélite desde el año 1980 hasta el año 2015. Para el año 1980 se utilizó la línea vuelo C-1980 a escala 1:33960 (Fotografía 174), para el año 1987 se empleó la línea de vuelo C-2323 a escala de trabajo 1:38400 (Fotografía 240), para el año 1997 se encontró la línea de vuelo C-2627 a escala 1:45700 (Fotografía 104), finalmente para el año 2014 y 2015 se utilizó una imagen Google y el 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.

En río Acacias está localizado geomorfológicamente en un paisaje de valle aluvial y dentro de él, dominado por dos tipos de relieve, el llamado plano de inundación (Vpi) y vallecitos

---

<sup>1</sup> Tomado de Plan de Ordenación y manejo de la cuenca del río Acacias - Pajure. Gestión Ambiental y Desarrollo UT, 2011

coluvio – aluviales (Vvca). Este tipo de paisaje está representado por una depresión morfológica de aproximadamente 870 metros, controlada estructuralmente por dos lineamientos de falla identificados en campo por la presencia de escarpes de pendiente cuasi-vertical de aproximadamente 15 metros de altura (color rojo), conformando lateralmente las denominadas terrazas de piedemonte (PMt).

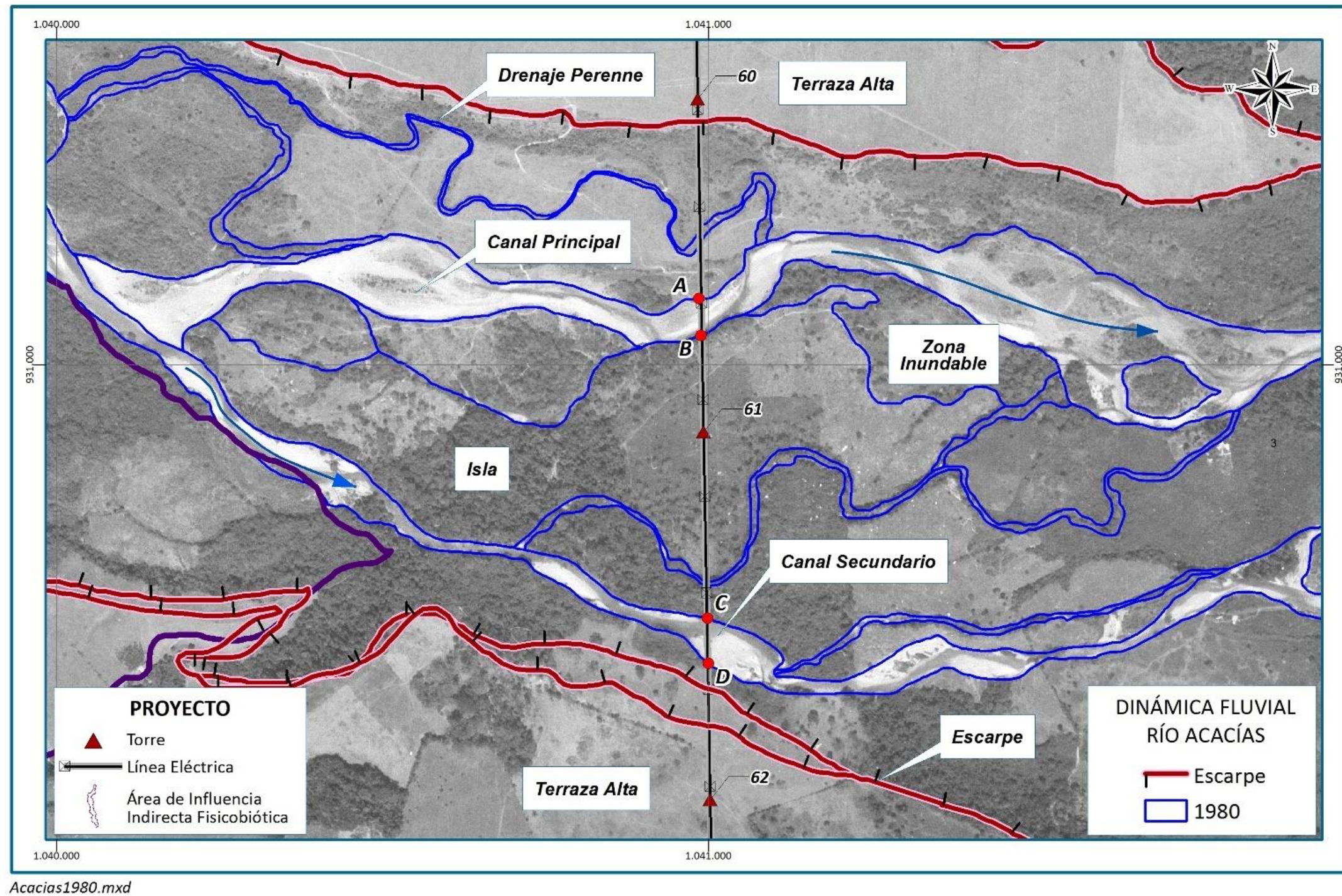
- Dentro de ese marco geomorfológico, **para el año 1980** (color azul) en el sitio de cruce el río Acacias presentaba un cauce principal (identificado con las letras A – B) de aproximadamente 55 metros de ancho (medido diagonalmente al canal principal), ancho que no se mantiene uniforme en dirección aguas arriba y abajo del sitio antes mencionado, adicionalmente presenta un canal secundario (identificado con las letras C – D) de aproximadamente 70 metros de ancho (medido diagonalmente al canal secundario), el cual se mantiene relativamente homogéneo en dirección aguas abajo del sitio antes mencionado. El canal principal se caracteriza por presentar barras laterales y un cauce activo continuo (**Imagen 2-31**).

Sobre la margen izquierda del canal principal y entre el canal principal y el canal secundario (entre los puntos B – C) se observa una red de drenajes de carácter sinuoso, continuo y de 10 metros de ancho aproximadamente. Entre los puntos B – C, se presenta una isla aparentemente estable cubierta por pastos arbolados, pastos limpios y bosque de galería/ripario, esta isla presenta un ancho aproximado de 435 metros, la cual es susceptible a inundarse en época de altas precipitaciones.

En cuanto a las condiciones donde se ubicará la Torre 61, esta se encuentra localizada en una isla aparentemente estable y a una distancia de 150 metros aproximadamente con respecto al punto B, localizado sobre la margen derecha del canal principal, mientras que presenta una distancia de 285 metros aproximadamente con respecto al punto C localizado en la margen izquierda del canal secundario. Finalmente, la Torre 60 está localizada en una terraza alta, geotécnicamente estable, de susceptibilidad baja a inundación y a 40 metros el escarpe de falla en el sector norte, mientras que la Torre 62 está localizada en una terraza alta, geotécnica estable, de baja susceptibilidad a la inundación y a 180 metros aproximadamente del escarpe de falla localizado en la parte sur del área de influencia.



Imagen 2-31 Detalle del cauce del río Acacias en el año 1980 (línea de vuelo c-1949-35-80/s30392).



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



Igualmente, entre el punto A (localizado en la margen izquierda del canal principal) y el escarpe de falla (localizado en la parte norte del área de influencia) se presenta una distancia aproximada de 271 metros y entre el punto D (localizado en la margen derecha del canal secundario) y el escarpe de falla (localizado en la parte sur del área de influencia) se observa una distancia de 90 metros aproximadamente.

- **Para el año 1987** (color amarillo), en el sitio de cruce sobre el río Acacias se observa que el canal principal migra hacia el sector sur y ahora el canal secundario que se identificaba con las letras C – D para el año 1980, pasa a ser el canal principal con un ancho de aproximadamente 66 metros (medido diagonalmente al canal principal), condición que tiene tendencia a no mantenerse con un cierto incremento en el ancho del río en dirección aguas abajo. El canal identificado con las letras A – B se presenta ahora como un canal abandonado de aproximadamente 114 metros de ancho, caracterizado por presentar en dirección aguas arriba y aguas abajo un ancho irregular (**Imagen 2-32**).

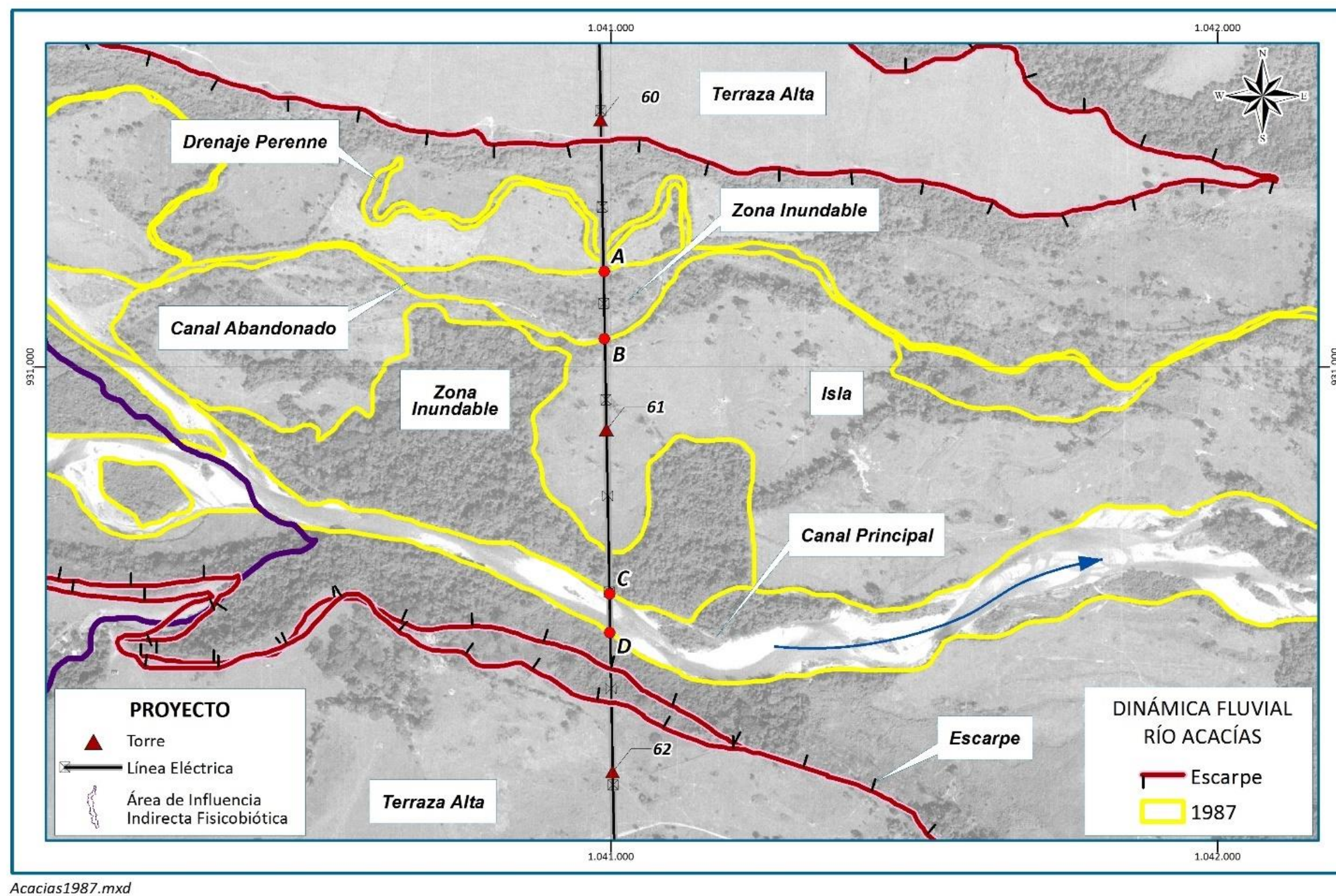
Entre los puntos B – C, se presenta una isla aparentemente estable cubierta por pastos arbolados, pastos limpios y bosque de galería/ripario, esta isla presenta un ancho aproximado de 420 metros, la cual es susceptible a inundarse en época de altas precipitaciones. La Torre 61 presenta una distancia de 150 metros aproximadamente con respecto al punto B localizado sobre la margen derecha del canal secundario o abandonado, mientras que presenta una distancia de 203 metros aproximadamente con respecto al punto C (localizado en la margen izquierda del canal principal).

Se presenta disminución en las áreas cubiertas por bosques de galería (Bgr) y aumento de las áreas cubiertas por pastos limpios y pastos arbolados (PI y Pa). Para este periodo de tiempo (año 1987) el río Acacias presenta un ancho de cauce de aproximadamente 600 metros aproximadamente.

- **Para el año 1997** (color magenta), el río en mención presenta una canal principal (C – D) de aproximadamente 121 metros de ancho en el sitio de cruce de la línea eléctrica y un canal o cauce secundario (A – B) de aproximadamente 81 metros de ancho. Entre los puntos B – C se sigue conservando la isla, pero su ancho se ve reducido a 391 metros aproximadamente, perdiendo aproximadamente 45 metros con respecto al año 1980, evidencias de la activación de un proceso de socavación lateral sobre ese sector (Punto C).

La Torre 61 presenta una distancia de 146 metros aproximadamente con respecto al punto B localizado sobre la margen derecha del canal secundario, mientras que presenta una distancia de 246 metros aproximadamente con respecto al punto C localizado en la margen izquierda del canal principal. Se evidencia tendencia a presentar socavación lateral en la margen izquierda (punto C) del canal principal.

Imagen 2-32 Detalle del cauce del río Acacias en el año 1987 (línea de vuelo c-2323-38-87/s34457).



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



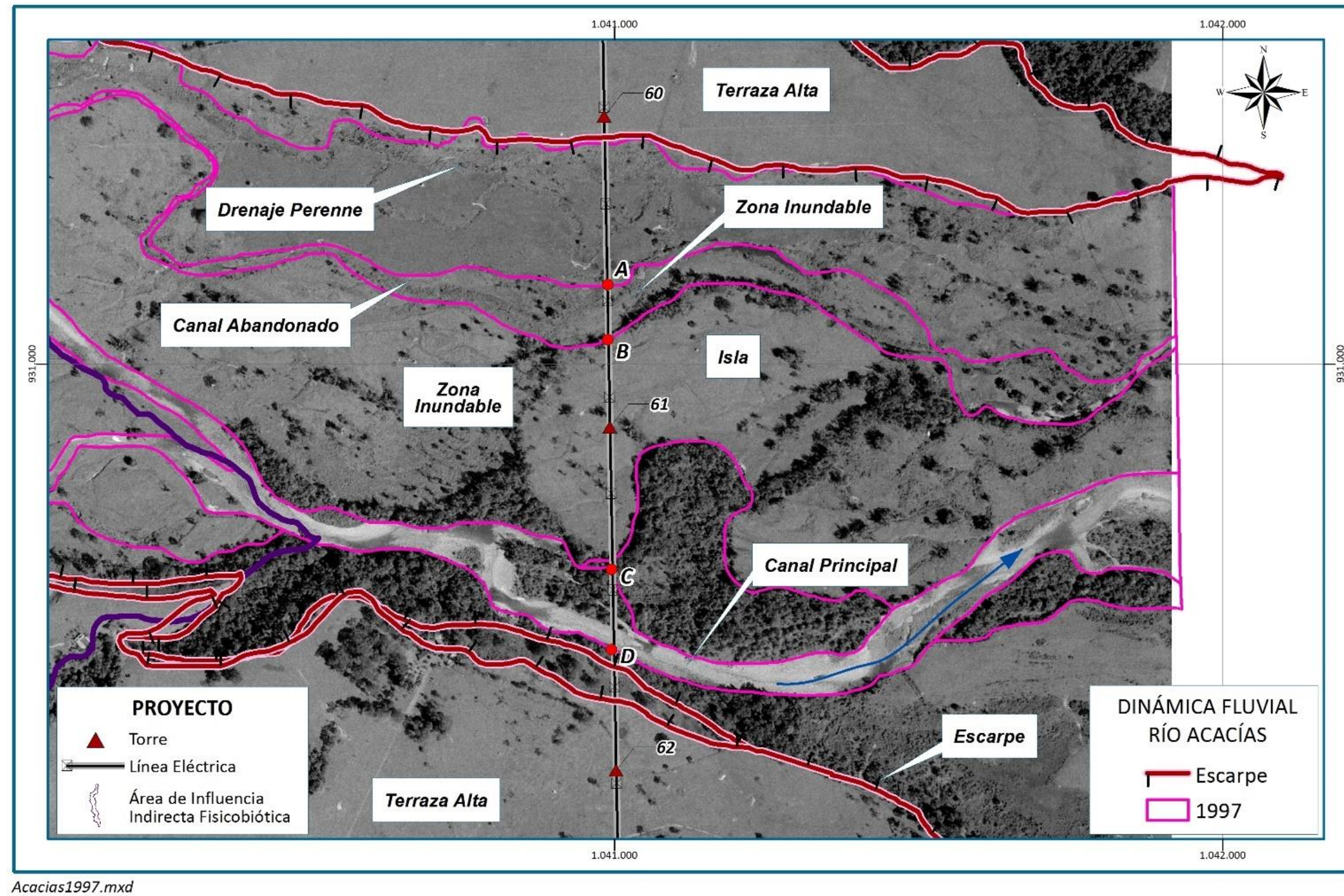
Se sigue presentando disminución en las áreas cubiertas por bosques de galería (Bgr) y aumento de las áreas cubiertas por pastos limpio y pastos arbolados (PI y Pa). Para este periodo de tiempo (año 1997) el río Acacias presenta un ancho de cauce de aproximadamente 600 metros aproximadamente. En la **Imagen 2-33** se presenta la representación gráfica del paisaje, tipos de relieve, canal principal y secundario, anchos de los cauces, islas, zonas inundables y dirección de flujo del río Acacias para el año 1997.

- **Para el año 2015** (color naranja), el río presenta una canal principal y activo (C – D) de aproximadamente 243 metros de ancho en el sitio de cruce de la línea eléctrica, lo cual evidencia un cambio en la dinámica del río y la ampliación de este canal casi en el doble de su ancho natural en comparación con los años anteriores (1980, 1987 y 1997). La isla que se presentaba aparentemente estable en el año 1997, ya no lo es y el canal único ahora presenta un brazo secundario que forma una segunda isla. Es si, como entre los puntos B – C se observa que la isla aparentemente estable no sigue conservando su ancho se ve reducido a 277 metros aproximadamente, perdiendo aproximadamente 114 metros con respecto al año 1997 (donde se presentaban un ancho de 391 metros), evidencias de la activación de un proceso de socavación lateral sobre ese sector (Punto C). Asimismo, se observa un canal o cauce secundario (A – B) de aproximadamente 55 metros de ancho, conservando cierta tendencia histórica este ancho en los últimos 35 años. Se sigue presentando disminución en las áreas cubiertas por bosques de galería (Bgr) y aumento de las áreas cubiertas por pastos limpio y pastos arbolados (PI y Pa). Para este periodo el río Acacias presenta un ancho de cauce de aproximadamente 600 metros aproximadamente En la **Imagen 2-34** se presenta la representación gráfica del paisaje, tipos de relieve, canal principal y secundario, anchos de los cauces, islas, zonas inundables y dirección de flujo del río acacias para el año 2015.

De acuerdo con el análisis multitemporal entre el año **1980 y 2015**, el río Acacias ha presentado variación importante en su cauce que ha generado que el cauce activo migre dentro de depresión morfológica que le imprime una franja de movilidad de aproximadamente 930 metros. Es si, como en la actualidad se observa que el cauce (la cual abarca la máxima cota de inundación del río) presenta un ancho de cauce de 630 metros aproximadamente (entre punto A y D) y se encuentra recargado hacia el costado sur (ver el punto denominado como D). Asimismo, se observa que la isla aparentemente estable localizada hacia el dentro del área (entre los puntos B y C) presentaba un ancho de entre 390 y 435 metros, hasta el año 1997. Situación que ha variado entre el año 1997 y el año 2015, donde se observa la formación de un canal alterno al canal principal y la reducción del ancho de la isla hasta llegar a un ancho promedio de 280 metros (es decir una reducción en su ancho de 100 metros aproximadamente), análisis que hace predecir un cambio en la dinámica del río y la activación de un proceso de socavación lateral sobre la margen izquierda del cauce activo que actualmente presenta el río Acacias.



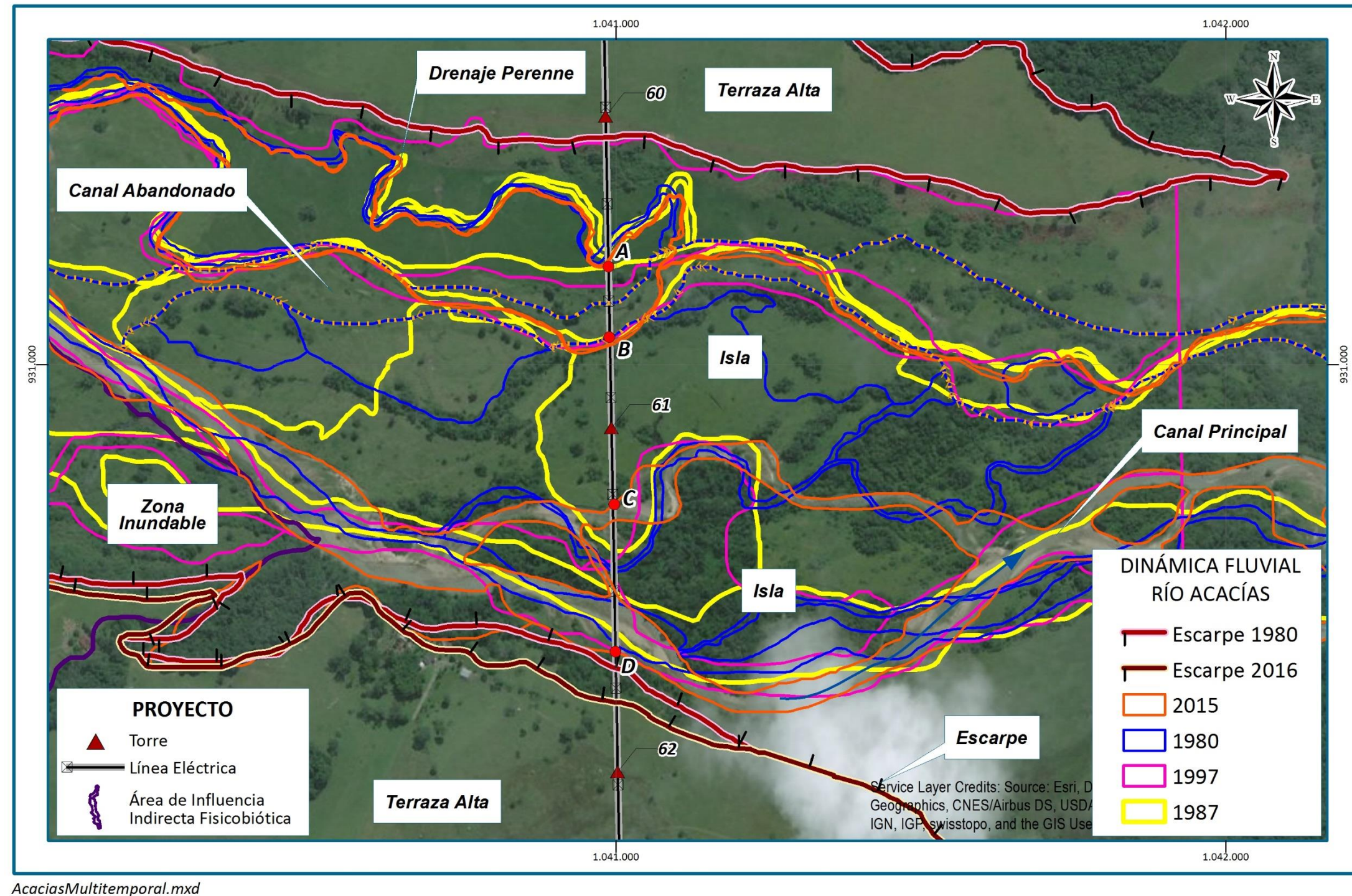
Imagen 2-33 Detalle del cauce del río Acacias en el año 1997 (línea de vuelo c-2627-46-97/s37789).



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



Imagen 2-34 Detalle del cauce del río Acacias en el año 2015

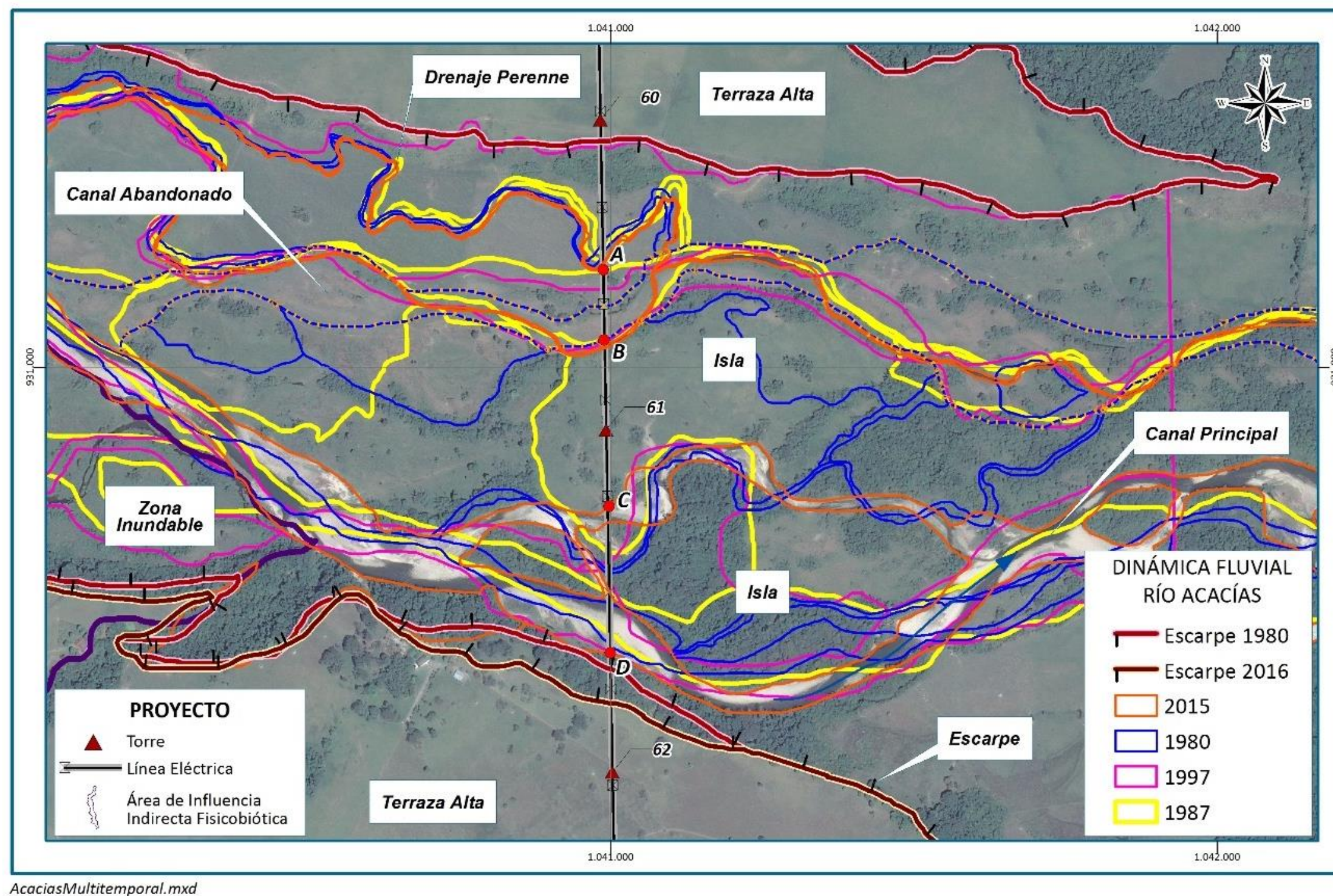


AcaciasMultitemporal.mxd

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



Imagen 2-35 Análisis multitemporal del sitio de cruce en el río acacias entre el año 1980 y 2015



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



La situación antes expuesta genera que la ubicación de la Torre 61 (localizada dentro de la isla identificada hacia el centro del área), se mantuviera estable para el punto B con una distancia de 150 metros y variable para el punto C, pasando de 285 metros en el año 1980 a 128 metros en el año 2015, con una pérdida de 150 metros entre el cauce activo y la ubicación de la torre. En conclusión y tomando como referencia el año 1980 y el año 2015, se observa que el río Acacias ha tenido una migración del canal principal en los últimos 40 años pasando, con un cauce total de 630 metros aproximadamente (distancia medida entre los A y D). En la **Imagen 2-35** se muestra la representación gráfica de la dinámica del río Acacias entre el año 1980 y el año 2015.

## 2.2.8 Generalidades de líneas de transmisión

Una línea de transmisión eléctrica es el conjunto de dispositivos empleados para transportar la energía eléctrica desde una fuente de generación o subestación intermedia a los centros de consumo. Una línea de transmisión hace parte de una red eléctrica conformada por centrales de generación, líneas de transmisión, líneas de distribución, subestaciones de potencia y subestaciones y redes de distribución.

Está conformada por conductores, aisladores, torres con sus cimentaciones y un cable de protección contra rayo conectado a tierra; este conjunto de elementos permita el transporte de energía eléctrica desde las plantas de generación hasta las subestaciones, la conexión entre subestaciones o entre generadoras. En Colombia las líneas de transmisión manejan niveles de tensión de 220-230 y 500 kV.

## 2.2.9 Parámetros de diseño para la línea de transmisión eléctrica La Reforma – San Fernando

A continuación, se presenta las condiciones básicas consideradas para el diseño, establecidos a partir de las normas o códigos aplicables; y otros determinados con base en de la información básica obtenida y en la propia experiencia del diseñador.

### 2.2.9.1 Parámetros de diseño a considerar

Los parámetros y criterios básicos para el diseño son los relacionados con los datos meteorológicos y ambientales; los datos de demanda y costo; los criterios y parámetros del sistema eléctrico, en particular los del STN y los criterios y parámetros propios de las distintas actividades. Para los propósitos del presente documento se ha considerado necesario clasificar las labores de diseño en las siguientes actividades.

- Operación de la Línea conectada al STN
- Definición del perfil topográfico virtual, geología y suelos generales
- Selección del Cable para las fases
- Selección del Cable de Guarda
- Estudio y selección de Aislamiento
- Selección de Herrajes

- Selección de las estructuras de soporte de la línea y sus cimentaciones
- Plantillado y optimización de la línea
- Calculo Mecánico de Cables

#### 2.2.9.2 Demanda de energía y potencia

En cumplimiento de la reglamentación vigente, en especial la resolución CREG 025 de 1995 (con las modificaciones y/o complementaciones realizadas entre otras, por las Resoluciones CREG 023 de 11 2001; 065, 073, 098 de 2000; 080, 081 y 083 de 1999; 058, 061 y 062 de 1995), por medio de la cual se establece el procedimiento de estudio y aprobación de conexiones al Sistema de Transmisión Nacional STN, la Unidad de Planeación Minero Energética UPME realizó evaluación de la solicitud realizada para la conexión de la subestación San Fernando 230 kV y Mediante radicado 20141500092361 de diciembre de 2014, la UPME emitió concepto de conexión San Fernando 230 kV a la subestación Reforma 230 kV indicando: “(...) *Considerando todo lo expuesto, la unidad da concepto de conexión para la demanda presentada en la Tabla 1, condicionada a la entrada de proyectos según lo indicado en esta misma tabla, mediante la conexión de la subestación San Fernando 230 kV a la subestación Reforma 230 kV por medio de circuito sencillo (...)*”.

#### 2.2.9.3 Selección estructuras de soporte en la línea

La línea de transmisión eléctrica será construida con base a estructuras metálicas en acero galvanizado, de tipo suspensión y retención de tipo auto portante, conformadas por perfiles y ángulos, vinculados directamente entre sí o a través de chapas o uniones, en la **Imagen 2-36** se muestra la silueta de la estructura clásica para esta la línea de transmisión eléctrica, la cual tendrá variaciones respecto a los ángulos y perfiles dependiendo las fuerzas de tensión que se calculan para cada torre, estas variaciones (tipo de torre) se relacionan en la **Tabla 2-17** donde también se muestran el numero designado para cada torre, las coordenadas de ubicación, la altura total de cada torre y la altura al conductor inferior.

**Tabla 2-17 Relación de estructuras para la línea eléctrica**

N°. estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Portico	0,00	831,47	1.041.297,42	953.916,50	Pórtico 1	NA	NA
Torre 1	33,73	830,44	1.041.330,42	953.909,52	DT cuerpo 5	31,99	41,54
Torre 2	147,50	830,07	1.041.351,25	953.797,67	B cuerpo 5	32,85	42,35
Torre 3N	247,49	830,59	1.041.409,65	953.716,51	A cuerpo 7	42,53	53,89
Torre 4N	634,84	849,08	1.041.635,82	953.402,04	C6	48,95	59,20
Torre 6	1.235,61	816,78	1.041.517,65	952.813,01	B cuerpo 4	25,00	34,50
Torre 7	1.511,15	811,24	1.041.536,30	952.538,10	B cuerpo 4	28,00	37,50
Torre 8	2.011,22	791,92	1.041.356,42	952.071,50	B cuerpo 6	37,00	46,50
Torre 9	2.477,11	761,99	1.041.070,96	951.703,31	AA cuerpo 7	44,16	55,52
Torre 10	2.914,15	775,08	1.040.803,18	951.357,91	C cuerpo 6	39,00	48,55
Torre 12	3.899,61	879,74	1.040.594,59	950.394,79	C cuerpo 6	34,42	43,97
Torre 13	4.744,74	963,74	1.040.601,80	949.549,69	B cuerpo 5	29,85	39,35
Torre 14N	5.486,47	945,07	1.040.665,92	948.810,73	D cuerpo 3	20,77	30,32
Torre 15	6.469,34	870,02	1.039.844,72	948.270,68	B cuerpo 3	20,35	29,85
Torre 16	6.722,43	925,63	1.039.655,78	948.102,29	B cuerpo 6	35,76	45,26

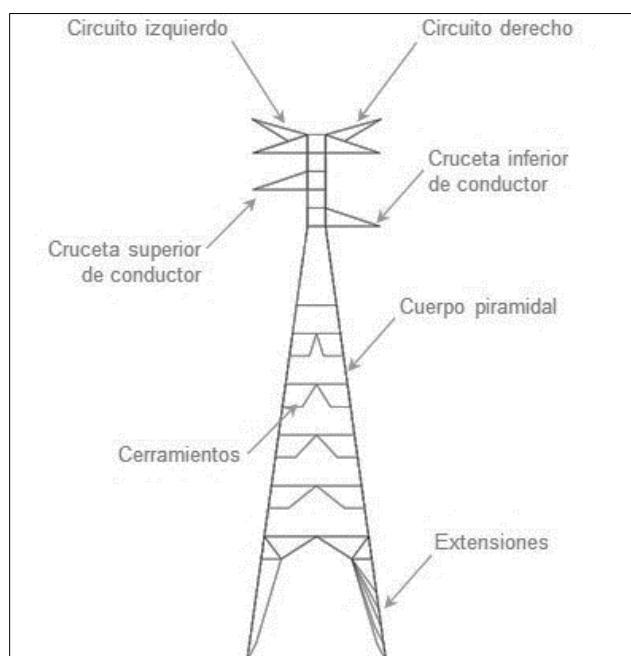
N°. estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Torre 17	7.742,05	917,31	1.038.894,59	947.423,90	B cuerpo 6	36,30	45,80
Torre 18	8.035,98	989,43	1.038.675,16	947.228,33	AA cuerpo 4	25,41	36,77
Torre 19	8.489,24	1.049,37	1.038.338,43	946.924,92	B cuerpo 4	26,72	36,22
Torre 20	9.240,63	1.160,20	1.037.777,29	946.425,22	AA cuerpo 6	35,08	46,44
Torre 21	9.508,84	1.170,28	1.037.576,98	946.246,85	C cuerpo 4	23,80	33,35
Torre 22	9.657,95	1.232,26	1.037.607,68	946.100,93	A cuerpo 3	20,37	31,73
Torre 23	9.910,32	1.202,64	1.037.659,63	945.853,97	AA cuerpo 7	39,23	50,59
Torre 24	10.517,90	1.186,39	1.037.791,94	945.260,97	B cuerpo 6	36,08	45,58
Torre 26	11.266,48	958,84	1.037.944,32	944.528,06	B cuerpo 6	37,30	46,80
Torre 27	11.768,11	822,13	1.038.046,44	944.036,93	AA cuerpo 2	15,39	26,75
Torre 28	12.093,88	735,08	1.038.112,75	943.717,99	B cuerpo 3	21,86	31,36
Torre 29	12.747,89	718,43	1.038.276,32	943.084,77	B cuerpo 3	20,73	30,23
Torre 30	12.941,83	725,04	1.038.284,85	942.891,01	B cuerpo 1	12,75	22,25
Torre 31	13.492,44	702,53	1.038.396,79	942.351,90	A cuerpo 4	25,51	36,87
Torre 32N	13.625,24	673,40	1.038.434,36	942.170,96	B cuerpo 2	15,65	25,15
Torre 33	13.909,55	675,96	1.038.534,84	941.960,15	AA cuerpo 4	23,99	35,35
Torre 34	14.452,03	591,65	1.038.741,40	941.458,53	B cuerpo 4	27,14	36,64
Torre 35N	15.127,29	510,38	1.038.867,81	940.795,22	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 36N	15.599,96	504,27	1.038.956,29	940.330,90	AA cuerpo 5	31,66	43,02
Torre 37N	16.070,64	496,92	1.039.044,41	939.868,54	B cuerpo 4	25,20	34,70
Torre 38N	16.532,41	492,79	1.039.084,42	939.408,51	B cuerpo 5	29,59	39,09
Torre 39	17.029,90	484,97	1.038.982,41	938.921,59	B cuerpo 5	31,42	40,92
Torre 40	17.450,29	484,37	1.039.021,99	938.503,06	AA cuerpo 3	21,36	32,72
Torre 41	17.939,38	482,44	1.039.068,04	938.016,15	AA7	52,23	64,32
Torre 42	18.591,29	482,70	1.039.129,40	937.367,13	AA7	52,42	64,51
Torre 43	19.022,35	480,62	1.039.170,03	936.937,99	AA cuerpo 4	25,26	36,62
Torre 44	19.343,54	494,28	1.039.202,76	936.618,47	B cuerpo 3	22,00	31,50
Torre 45	19.692,13	493,34	1.039.313,13	936.287,82	A cuerpo 3	21,16	32,52
Torre 46	20.103,62	493,90	1.039.443,42	935.897,50	B cuerpo 3	20,72	30,22
Torre 47N	20.385,91	492,44	1.039.572,48	935.646,44	A cuerpo 3	21,38	32,74
Torre 48	20.724,21	489,88	1.039.727,13	935.345,55	A cuerpo 3	21,32	32,68
Torre 49	21.035,43	489,41	1.039.869,41	935.068,76	A cuerpo 3	19,82	31,18
Torre 50	21.304,52	489,06	1.039.992,42	934.829,44	A cuerpo 2	15,30	26,66
Torre 51	21.551,41	488,08	1.040.098,55	934.606,52	A cuerpo 2	15,16	26,52
Torre 52	21.904,73	485,35	1.040.250,42	934.287,50	AA cuerpo 5	30,16	41,52
Torre 53	22.398,97	481,84	1.040.486,39	933.853,24	AA cuerpo 6	34,58	45,94
Torre 54	22.847,16	478,47	1.040.700,43	933.459,45	C cuerpo 6	39,77	49,32
Torre 56	23.458,89	476,59	1.040.760,38	932.850,67	B cuerpo 6	40,00	49,50
Torre 57	23.818,72	473,67	1.040.864,83	932.506,34	A cuerpo 3	19,84	31,20
Torre 58	24.179,13	472,47	1.040.969,45	932.161,45	B cuerpo 4	25,15	34,65
Torre 59	24.589,39	470,06	1.040.976,92	931.751,25	A cuerpo 3	21,06	32,42
Torre 60	24.932,90	470,59	1.040.983,17	931.407,80	AA cuerpo 3	19,58	30,94
Torre 61	25.443,51	451,77	1.040.992,47	930.897,28	AA cuerpo 5	29,98	41,34
Torre 62	26.007,98	486,65	1.041.002,71	930.332,89	AA cuerpo 6	34,66	46,02
Torre 63	26.498,90	490,60	1.041.011,62	929.842,05	A cuerpo 2	18,16	29,52
Torre 64	26.763,49	491,59	1.041.016,42	929.577,50	B cuerpo 2	16,00	25,50
Torre 65	27.097,19	493,04	1.041.036,88	929.244,44	A cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 66	27.526,09	492,63	1.041.063,18	928.816,34	AA cuerpo 5	28,66	40,02
Torre 67	28.007,11	491,61	1.041.092,67	928.336,23	AA cuerpo 5	30,16	41,52
Torre 68	28.458,81	490,66	1.041.120,37	927.885,38	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 69	28.880,08	490,99	1.041.146,20	927.464,90	C cuerpo 4	24,95	34,50
Torre 70	29.375,30	489,42	1.041.488,82	927.107,34	AA cuerpo 7	37,66	49,02
Torre 71	29.873,40	487,00	1.041.833,44	926.747,69	AA cuerpo 4	24,16	35,52
Torre 72	30.323,25	484,76	1.042.144,67	926.422,88	AA cuerpo 5	28,81	40,17
Torre 73N	30.818,55	483,09	1.042.487,32	926.065,24	AA cuerpo 6	33,44	44,80
Torre 74N	31.135,54	479,86	1.042.706,58	925.836,30	A cuerpo 4	25,83	37,19
Torre 75	31.464,83	476,96	1.042.934,42	925.598,56	C cuerpo 4	25,25	34,80
Torre 76	31.903,27	471,83	1.042.961,74	925.160,98	AA cuerpo 4	25,57	36,93



N°. estructura	Abscisa (m)	Cota	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Tipo de torre	Altura al conductor inferior (m)	Altura total estructura (m)
			Este	Norte			
Torre 77	32.262,77	466,28	1.042.983,11	924.802,11	AA cuerpo 7	37,90	49,26
Torre 78	32.844,80	452,38	1.043.017,69	924.221,11	AA cuerpo 5	30,04	41,40
Torre 79	33.370,26	450,34	1.043.048,92	923.696,58	B cuerpo 6	39,65	49,15
Torre 80	33.938,57	446,48	1.043.101,00	923.130,66	B cuerpo 6	38,99	48,49
Torre 81N	34.480,92	451,46	1.043.115,42	922.588,50	C cuerpo 6	39,00	48,55
Torre 82	34.939,65	438,38	1.043.387,88	922.219,45	DT cuerpo 5	32,69	42,24
Pórtico	35.003,81	437,67	1.043.442,88	922.186,41	Pórtico 1	NA	NA

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 2-36 Estructura básica para la línea eléctrica (torres)**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Los tipos de estructuras a utilizar se clasifican según su función en:

- **Torres de suspensión**

Serán instaladas en los tramos rectos de la línea, en este tipo de torres los conductores se encuentran suspendidos de las ménsulas mediante cadenas de aisladores, están diseñadas para soportar el peso de los conductores y la acción del viento sobre ellos y sobre la misma torre.

- **Las Torres de retención**

Serán instaladas en lugares en que la línea deba soportar esfuerzos laterales, y pueden ser de dos clases:

**Terminal**, Esta clase de torre se encuentra en el inicio o final de una línea, están diseñadas para soportar la tensión ejercida por los conductores ubicados de manera perpendicular a las ménsulas, razón por la cual es el tipo de torre más robusta.

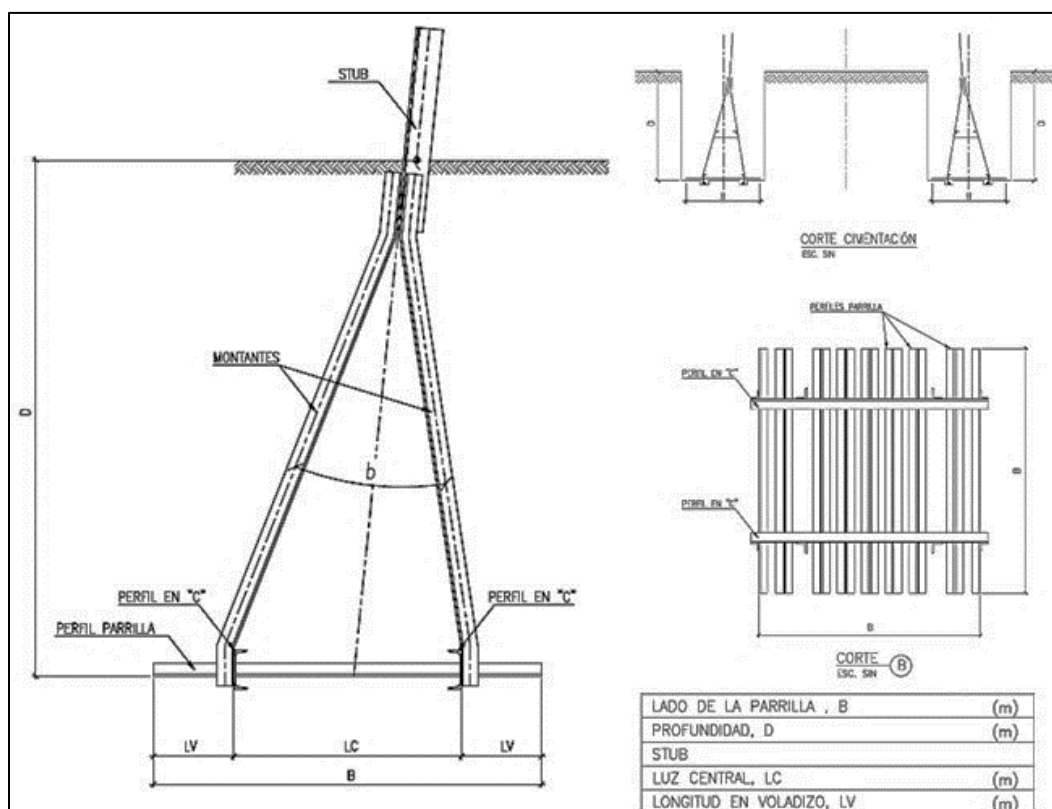
**Angular**, son utilizadas cuando hay cambio de dirección en la línea, soporta la tensión de los conductores producida por el cambio de dirección.

#### 2.2.9.4 Fundaciones o cimentaciones

Consisten en las subestructuras de soporte de las torres eléctricas construidas en la base de éstas generalmente en concreto o parrilla de acero galvanizado, tienen la función de soporte de las estructuras metálicas y la transmisión de los esfuerzos de todas las partes de la línea eléctrica, tales como torres, conductores, aisladores y demás elementos al suelo.

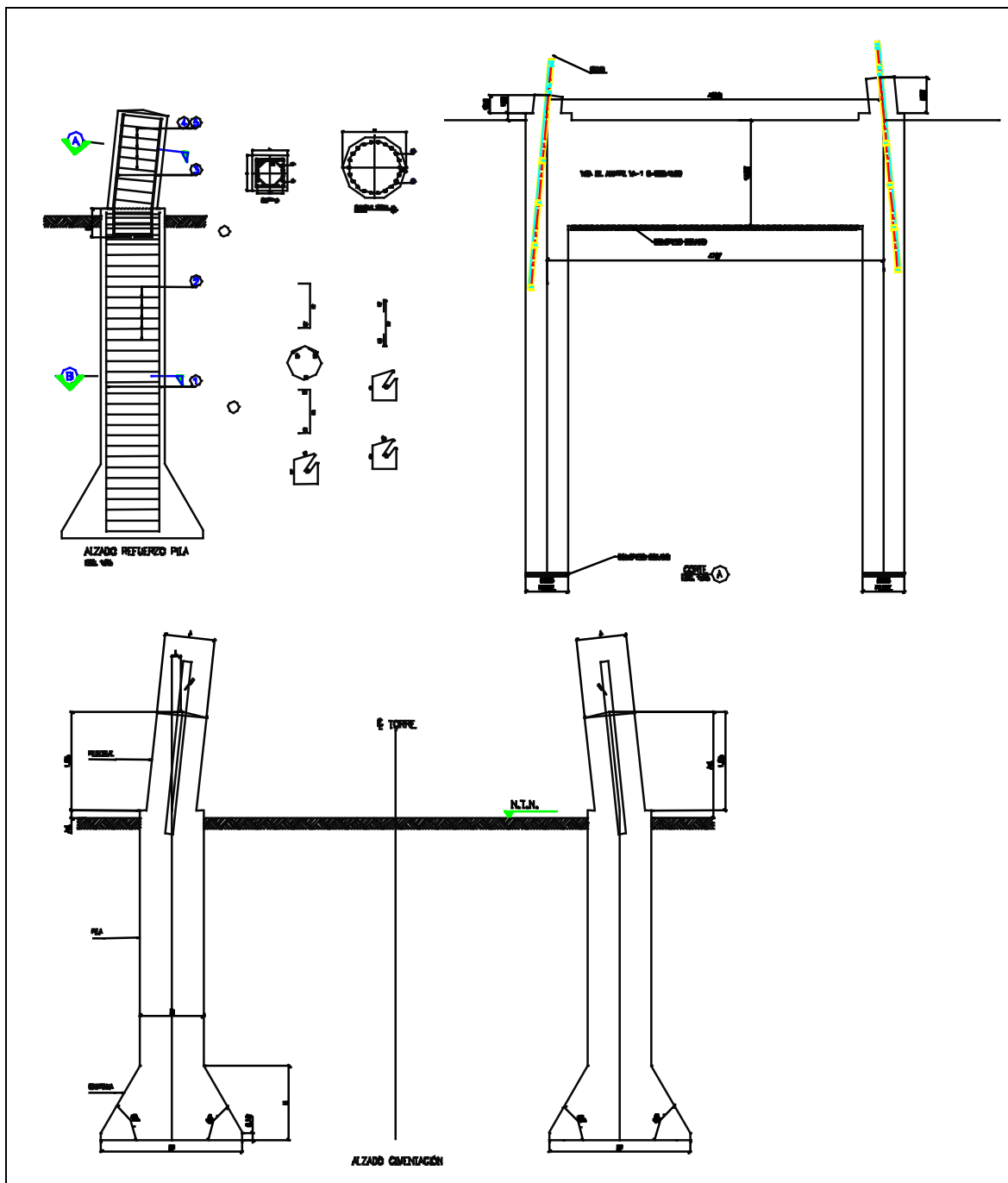
En las **Imagen 2-37**, **Imagen 2-38** e **Imagen 2-39** se presentan tres diseños típicos de cimentaciones para las torres eléctricas (parrillas, pilotes y zapatas). En la **Tabla 2-18** se presenta el tipo de cimentación requerido para cada torre y en el ANEXO 2.1 el plantillado final suministrado por el diseñador INGEDISA.

**Imagen 2-37 Cimentación típico parrilla**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

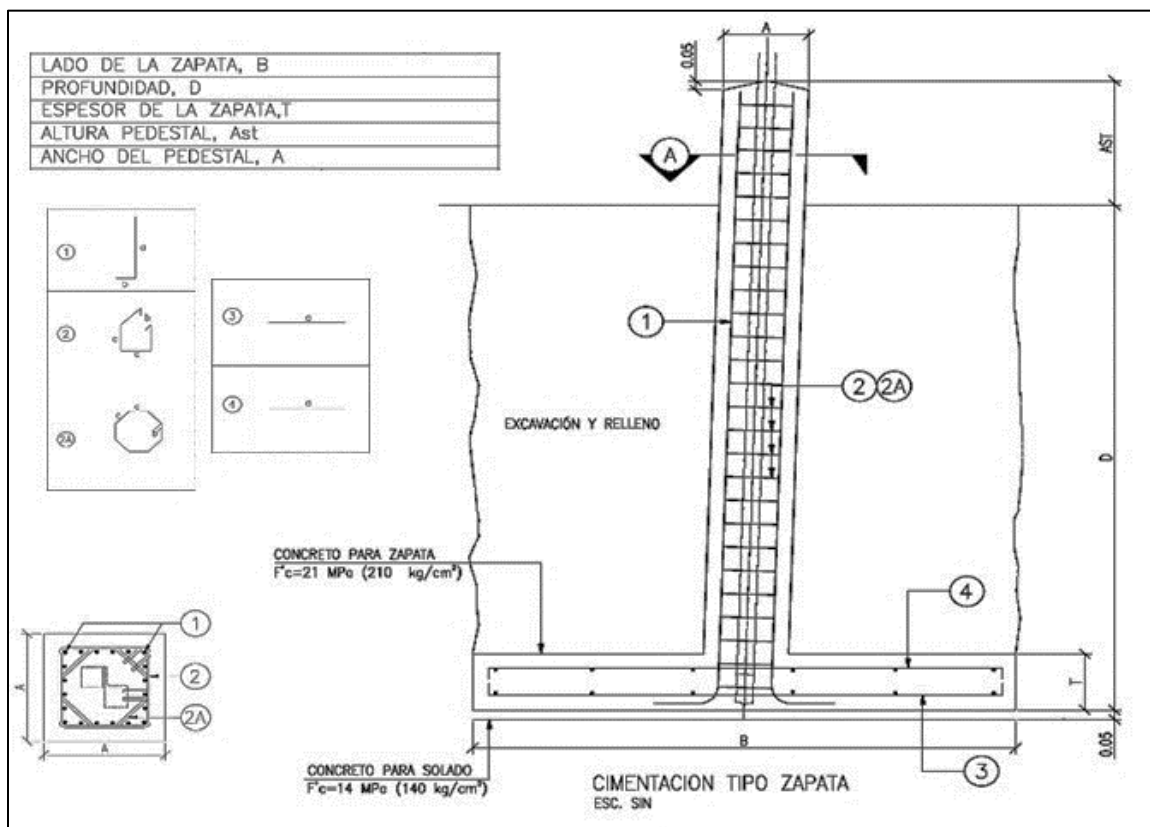
Imagen 2-38 Cimentación típico pilote



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



Imagen 2-39 Cimentación típica zapata



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Tabla 2-18 Cimentación por estructura de las líneas de transmisión eléctrica

Nº	Tipo de cimentación	Numero de torre	Cantidad de torres
1	Parrilla liviana	30, 32N, 33 y 34	4
2	Parrilla pesada	19, 21, 29, 31, 51, 52, 53, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 76 y 78	21
3	Zapatas	1, 2, 3N, 4N, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 35N, 36N, 37N, 38N, 44, 45, 46, 47N, 48, 49, 50, 54, 56, 57, 58, 72, 73N, 74N, 75, 77, 79, 80, 81N, 82 Pórtico inicio y Pórtico llegada	48
4	Micro pilotes	14N	1
5	Pilotes	39, 40, 41, 42, 43, 61	6
<b>Total</b>			<b>80</b>

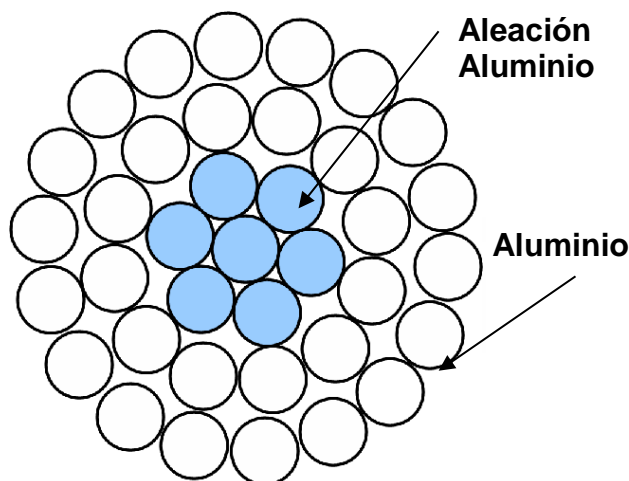
Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

### 2.2.9.5 Conductores

El conductor es el elemento por el cual circula la corriente eléctrica en una red, se construyen con un núcleo de alambres de aleación de aluminio para mejorar la resistencia

mecánica, rodeado de una formación de alambres de aluminio tal como ilustra la **Imagen 2-40**.

**Imagen 2-40 Estructura general de los conductores**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.9.6 Aisladores

Los aisladores son los elementos encargados de sostener los conductores por medio de un material que no conduce la electricidad. Actualmente son fabricados en porcelana, vidrio o resinas poliméricas. Los que serán utilizados son de dos tipos:

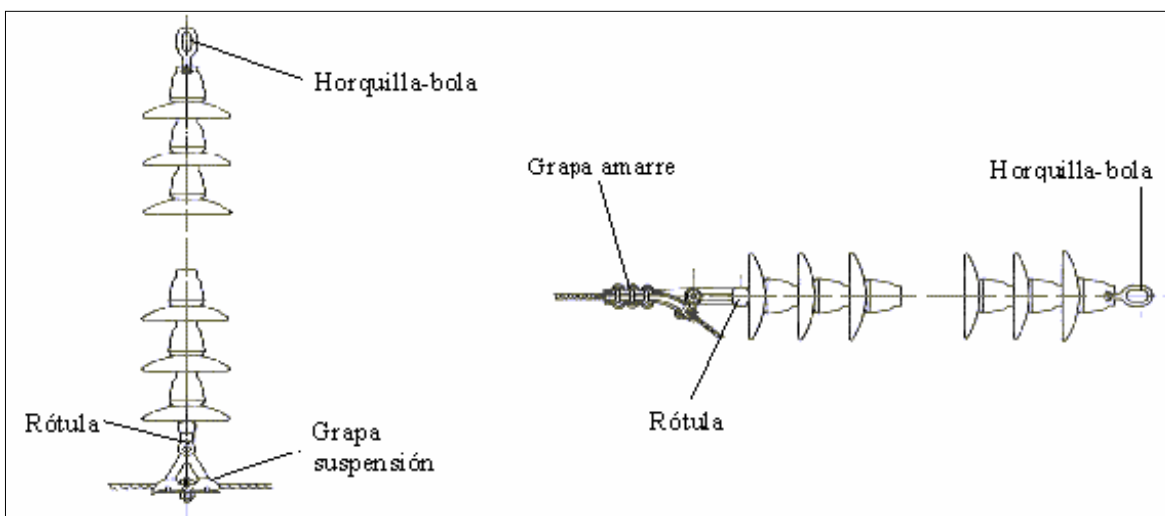
- **Aislador de Suspensión**

Este tipo de aislador o llamado también tipo disco es ampliamente empleado en redes de transmisión de energía eléctrica, se utilizan cadenas de aisladores para suspender el conductor, el número de elementos aisladores que debe tener la cadena se determina por la tensión de servicio en la línea de transporte de energía. Para la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando las cadenas de aisladores en suspensión requieren 16 elementos aisladores.

- **Aislador tipo Tensor**

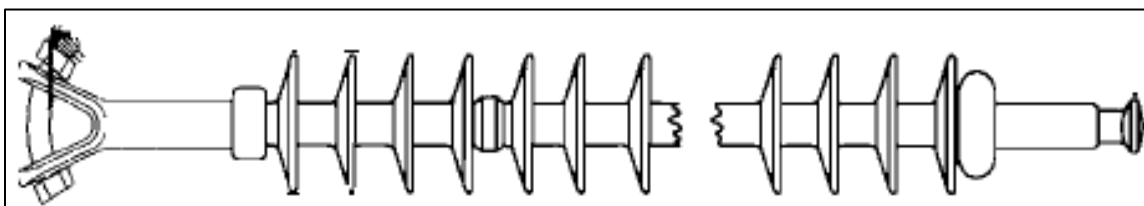
Es utilizado para suspender los conductores en redes de transmisión aéreas en las que existe un ángulo de giro mayor a  $30^\circ$  o en los extremos de la línea, razón por la cual deben soportar esfuerzos mecánicos elevados. En la **Imagen 2-41** se presentan las formas principales de los aisladores en vidrio o porcelana y en la **Imagen 2-42** se ilustra el aislador en material polimérico. Para la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando las cadenas de aisladores en retención requieren 17 elementos aisladores.

**Imagen 2-41 Características generales de las cadenas de aisladores en vidrio o porcelana**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Imagen 2-42 Características generales de los aisladores poliméricos**



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

#### 2.2.9.7 Cable de guarda

Se utilizará un cable de guarda, cuyo propósito es actuar en caso de tormentas eléctricas, como pararrayos y conducir la energía del rayo a tierra, protegiendo de esta manera los conductores y sus aisladores. Se ubica en la cúpula o coronación de las torres y las conecta entre sí a lo largo de toda la línea.

#### 2.2.10 Obras transitorias - Plaza o patio de tendido

Las plazas de tendido corresponden a los espacios que se requiere utilizar para realizar el tendido del cable conductor y del cable de guarda de una manera controlada y segura y para el almacenamiento transitorio de materiales, equipos y otros elementos necesarios para dicha actividad, en la etapa de construcción. Su selección se hará con base en la topografía, facilidades de acceso y permisos de utilización del área por parte del propietario del predio.

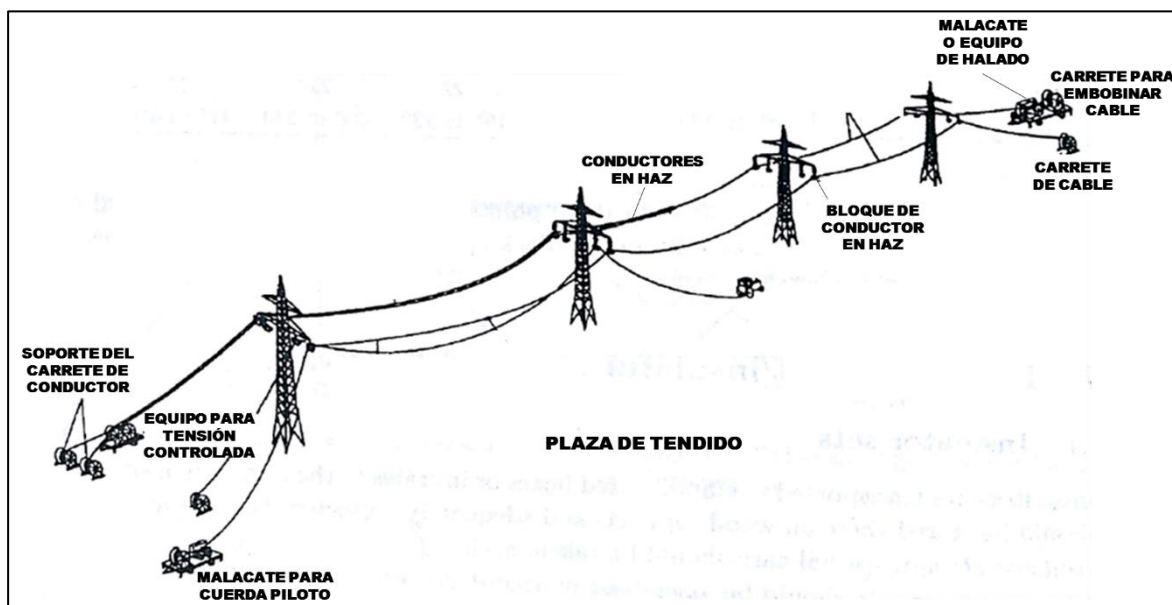
Las plazas de tendido se ubicarán aproximadamente cada 5 km a lo largo de la línea y con una dimensión de 70 x 35 metros aproximadamente, área en la cual se ubicarán los carretes



de conductor, la porta bobinas, el equipo de tensión controlada o freno y la mesa de empalmes.

Para realizar la programación del tendido del cable conductor y del cable de guarda se considera el número de carretes, la cantidad de cable en cada carrete, la longitud del tramo de tendido y el número de empalmes necesarios. En la **Imagen 2-43** se presenta un esquema básico general del funcionamiento de una plaza de tendido.

**Imagen 2-43** Patio de tendido



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

El procedimiento de tendido de los cables conductor (**Fotografía 2-5**) y de guarda consiste en realizar un recorrido torre a torre para un tramo establecido, utilizando para ello una cuerda piloto que pasa a través de poleas (**Fotografía 2-6**) ubicadas para cada fase en cada uno de los brazos, en cada torre; al final de la cuerda se coloca un pescante, del cual se sujetan los cables.

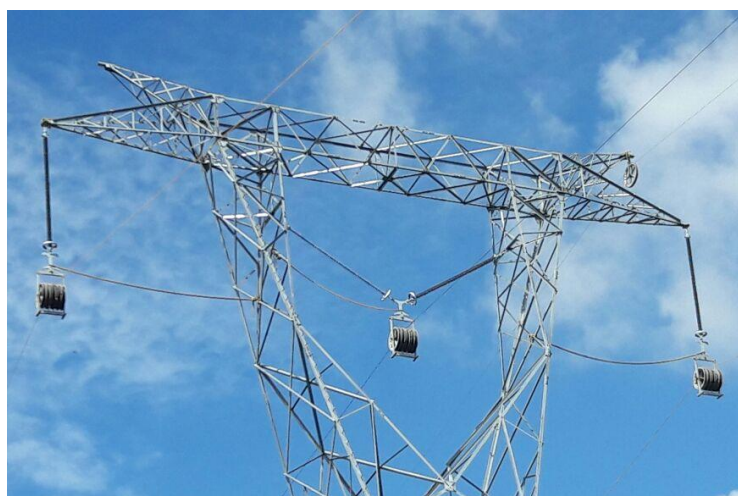
Una vez se realice el paso de cables en las poleas, estas deben ser subidas hasta la altura de la fase de tal manera que se puedan incluir los aisladores, amortiguadores, separadores, balizas y demás componentes que conforman la línea; seguidamente y con la ayuda del freno y el malacate (**Fotografía 2-7**) se debe tensionar el cable de acuerdo con los parámetros previamente establecidos para tal fin.

Una vez se culmine con la actividad de tendido del cable las áreas que se utilizaron en las plazas de tendido, deberán entregarse en las mismas condiciones en que se encontraban inicialmente.



**Fotografía 2-5 Detalle de carretes de cable conductor y de guarda**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



**Fotografía 2-6 Detalle de poleas para cable conductor y de guarda**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.



**Fotografía 2-7 Detalle de malacate para tendido de cable conductor y de guarda**

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

Para la selección de las zonas de las plazas de tendido, se tuvo en cuenta aspectos como, vías cercanas de acceso que faciliten el ingreso al lugar, área mínima requerida en planta, instalaciones e infraestructura existente dentro del sitio o en cercanías al mismo, entre otros aspectos. En la **Tabla 2-19** se presentan los sitios propuestos a lo largo de la línea de transmisión eléctrica, para ser usados como plazas de tendido y se muestran en la **Imagen 2-44**.

Las zonas de plazas de tendido se proyectan sobre un área aproxima de 0,15 Ha, donde no se requieren adecuaciones, ya que son zonas cubiertas por cobertura vegetal de pastos y estarán destinadas para las siguientes actividades:

- Almacenamiento del material de proyecto (estructuras metálicas, carretes, conjuntos completos de aislación, conductor y cable de guardia).
- Patio de almacenamiento de acero de construcción.
- Talleres de doblado del acero, pre-armado de la armadura y del moldaje de las fundaciones.
- Estacionamiento del equipo de construcción.
- Taller de mantenimiento.
- Estacionamiento de camionetas de servicio y vehículos particular.
- Almacenamiento y manejo de residuos sólidos.

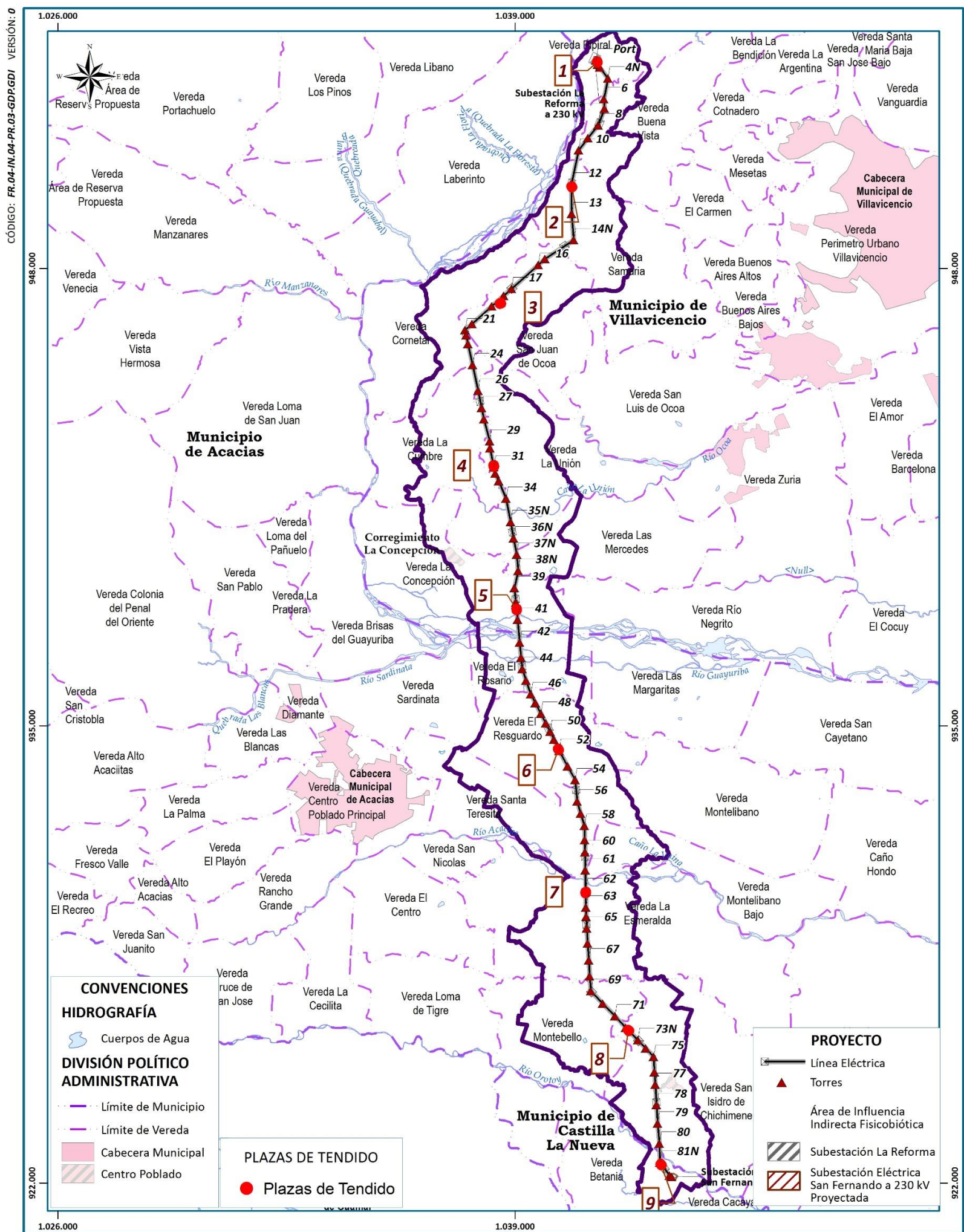


Tabla 2-19 Plazas de tendido

NOMBRE	PLAZA DE TENDIDO	VÉRTICE	DATUM MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
			ESTE	NORTE
Plazas de Tendido	1	1	1041349,720	953852,823
		2	1041324,729	953849,213
		3	1041317,185	953892,593
		4	1041340,886	953897,233
	2	1	1040633,610	950313,615
		2	1040608,103	950297,109
		3	1040580,153	950338,399
		4	1040605,594	950353,952
	3	1	1038557,935	946984,326
		2	1038548,235	947013,321
		3	1038594,605	947033,392
		4	1038604,525	947002,363
	4	1	1038407,438	942369,454
		2	1038379,616	942363,222
		3	1038369,538	942411,560
		4	1038397,701	942418,698
	5	1	1039056,268	938285,741
		2	1039027,418	938282,305
		3	1039021,507	938332,919
		4	1039050,277	938336,532
	6	1	1040249,399	934317,176
		2	1040223,003	934303,807
		3	1040200,765	934347,065
		4	1040227,172	934360,445
	7	1	1041017,028	930240,015
		2	1040988,701	930238,669
		3	1040986,347	930287,981
		4	1040986,32	930288,536
		5	1041014,611	930291,567
	8	1	1042245,524	926337,431
		2	1042224,544	926317,777
		3	1042188,741	926353,520
		4	1042209,640	926373,865
	9	1	1043172,045	922516,456
		2	1043150,815	922495,931
		3	1043112,443	922544,224
		4	1043134,184	922564,056

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Imagen 2-44 Localización plazas de tendido a lo largo de la línea eléctrica



Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.11 Obras de protección especiales

En los sitios de torre, donde se han evidenciado procesos erosivos o de inestabilidad, se requiere el diseño y construcción de obras especiales para su estabilización, las cuales se presentan en la **Tabla 2-20**. De forma general a lo largo del trazado de la línea y en los sitios donde se requiera actividades de estabilización y/o de control de procesos erosivos, se realizará la construcción de obras de protección geotécnica como los modelos típicos que se muestran en el ANEXO 2.2.

**Tabla 2-20 Caracterización de torres que requieren obras de protección**

TORRE N°	ABSCISA	COTA (m)	COORDENADA A ESTE	COORDENADA NORTE	CONDICION DE INESTABILIDAD IDENTIFICADA	RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE INESTABILIDAD
13	4744,737	963,74	1040601,796	949549,686	Proceso erosivo sobre ladera SW, generado a partir de la degradación de roca lutítica por afectación tectónica y condiciones climáticas húmedas, se presenta escarpe revegetalizado y presencia de surcos por sobrepastoreo ladera arriba.	Manejo de agua con <u>zanja de coronación</u> circundante, <u>cunetas en espina de pescado</u> atravesando área de torre, entrega a drenaje principal, localización de trinchos sobre costado SW, empradización; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.
14N	5486,474	945,074	1040665,922	948810,726	Proceso erosivo sobre ladera SE, generado a partir de la degradación de roca lutítica, presencia de surcos y reptación avanzada por sobrepastoreo ladera arriba.	Manejo de agua con <u>zanja de coronación</u> circundante a sitio de torre, <u>cunetas en espina de pescado</u> perpendiculares sobre área de torre, entrega a drenaje principal, localización de trinchos sobre costado SE, empradización; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.
15	6469,338	870,022	1039844,723	948270,676	Localizada sobre cuchilla en sentido NE-SW, Escarpe revegetalizado sobre costado NW y procesos erosivos derivados de la degradación de Roca lutítica sobre costados Este y Sur, con presencia de reptación localizadas.	Manejo de aguas sobre los tres puntos de mayor pendiente, <u>localización de trinchos</u> sobre costados Este y Sur; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.
16	6722,428	925,632	1039655,78	948102,286	Localizada a media ladera, sobre la que se identifican procesos erosivos activos asociados a la degradación de Roca Lutítica sobre costado NW, se identifican surcos y cárcavas de desprendimiento actual que se intensifican con la precipitación.	Control exhaustivo de la degradación del material, manejo de aguas con <u>zanjas de coronación</u> , desarrollar <u>cunetas transversales</u> en sitio de torre, obras de disipación de caudal sobre las líneas de mayor pendiente, entregar a cauce principal, localización de trinchos y revegetalización sobre ladera principal, se debe garantizar cimentación en macizo rocoso poco afectado.



TORRE N°	ABSCISA	COTA (m)	COORDENADA A ESTE	COORDENADA NORTE	CONDICION DE INESTABILIDAD IDENTIFICADA	RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE INESTABILIDAD
17	7742,046	917,305	1038894,592	947423,896	Se localiza sobre secuencias de depósitos coluviales que reposan sobre ladera estructural, generados a partir de la degradación de la roca lutítica, se presenta mayor afectación sobre costado N, donde se identifica generación de surcos y cárcavas sobre depósitos relativamente antiguos.	Manejo de aguas con <b>zanja de coronación y cunetas transversales</b> sobre sitio de torre, <b>obras de disipación de caudales</b> en zonas de mayor pendiente, <b>localización de trinchos</b> y revegetalización sobre costado Norte.
18	8035,977	989,431	1038675,16	947228,333	Se localiza en sector de compleja afectación tectónica, se presenta como cuchilla que pasa de dirección SW-NE a S-N, con laderas coluviales revegetalizadas sobre costados NW, Sur y Este.	Manejo de aguas con <b>zanjas de coronación y cunetas transversales</b> sobre sitio de torre, <b>trinchos</b> sobre sitios de mayor pendiente.
20	9,240626	1160,20	1037777,29	946425,22	Se presentan horizontes de meteorización que le otorgan un comportamiento friable, que al desintegrarse se presentan como suelos areno-arcillosos,	Manejo de aguas con <b>cunetas transversales</b> sobre sitio de torre, <b>obras de disipación de caudales</b> en zonas de mayor pendiente, <b>localización de trinchos</b> y revegetalización sobre costado Norte.
21	9,508835	1170,28	1037576,98	946246,853	Se presentan horizontes de meteorización que le otorgan un comportamiento friable, que al desintegrarse se presentan como suelos areno-arcillosos,	Manejo de aguas con <b>y cunetas transversales</b> sobre sitio de torre, <b>obras de disipación de caudales</b> en zonas de mayor pendiente, <b>localización de trinchos</b> y revegetalización sobre costado Norte.
22	9,657949	1232,26	1037607,68	946100,932	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.	Manejo de aguas sobre los tres puntos de mayor pendiente, <b>localización de trinchos</b> sobre costado Sur; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.
23	9,910318	1202,64	1037659,63	945853,968	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.	Manejo de aguas sobre los tres puntos de mayor pendiente, <b>localización de trinchos</b> sobre costado Noreste; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.
24	10517,896	1186,394	1037791,936	945260,971	Escarpe de 120m de altura sobre costado NW, con probable desprendimiento de bloques por volteo ante desconfinamiento del macizo rocoso.	Se debe evitar degradación del terreno, evitando desconfinamiento de la ladera sobre el escarpe, se debe generar manejo de aguas, obras de contención sobre sector superior de escarpe mediante <b>malla eslabonada, guayas y pernos de amarre</b> , debidamente empujados.
26	11266,484	958,837	1037944,324	944528,058	Presencia de escarpe de 50m de altura sobre costado W, se identifican depósitos coluviales revegetalizados sobre ladera estructural en costado Sur.	Manejo de aguas con <b>zanja de coronación y cunetas transversales</b> sobre sitio de torre, obras de disipación de caudales en zonas de mayor pendiente, localización de trinchos y revegetalización sobre costados W y S.

TORRE N°	ABSCISA	COTA (m)	COORDENAD A ESTE	COORDENADA NORTE	CONDICION DE INESTABILIDAD IDENTIFICADA	RECOMENDACIONES PARA EL CONTROL DE INESTABILIDAD
27	11768,113	822,134	1038046,439	944036,933	Ladera escarpada sobre el contrapendiente en costado NW del sitio de torre, ladera coluvial sobre la pendiente estructural.	Manejo de aguas con <u>zanja de coronación</u> y <u>cunetas transversales</u> sobre sitio de torre, <u>obras de disipación de caudales</u> en zonas de mayor pendiente, <u>localización de trinchos</u> sobre costados W y S.
28	12093,878	735,075	1038112,754	943717,989	Localizada a media ladera coluvial asociada a microcuenca contigua sobre costado N.	Manejo de aguas con <u>zanja de coronación</u> y <u>cunetas transversales</u> sobre sitio de torre, <u>localización de trinchos</u> y revegetalización sobre costado N.
29	12,747887	718,43	1038276,324	943084,765	Ladera sobre el contrapendiente en costado NE del sitio de torre.	Manejo de aguas sobre los tres puntos de mayor pendiente, <u>localización de trinchos</u> sobre costado Noreste; nivel competente del material para cimentación dependerá de la capacidad portante estimada en exploración geotécnica.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.12 Vías existentes - accesos al proyecto

La evaluación de posibles vías de acceso involucró inicialmente la recopilación de información entre los meses entre abril y mayo de 2016; abril y mayo de 2017. Además de las Imágenes satelitales y estudios similares realizados en la zona, adicionalmente se incluyó la información recopilada en la elaboración del Diagnóstico Ambiental de Alternativas presentado para el proyecto.

Como resultado de la visita a campo, un inventario de 15 vías fue levantado, 6 de ellas localizadas en el municipio de Villavicencio, 7 de ellas localizadas en el municipio de Acacias y 1 localizada en el municipio de Castilla La Nueva, las cuales por su ubicación y por sus características técnicas y ambientales son las más recomendadas para ser usadas durante el desarrollo del proyecto.

### 2.2.12.1 Evaluación y análisis de información

Con la información obtenida en campo se procedió a realizar su respectiva verificación, análisis y procesamiento en oficina, para la elaboración de la caracterización de la infraestructura presente en el área de influencia y la respectiva localización de la información en los planos. La condición actual y las características técnicas de cada una de las vías de acceso fueron establecidas, permitiendo calificar, cuantificar y hacer recomendaciones y limitaciones para su uso.

Teniendo en cuenta las inspecciones realizadas en campo, la información de proyectos en la zona y la información obtenida con base en los documentos de Esquema de Ordenamiento Territorial de cada municipio, se realizó la descripción de la infraestructura existente en la zona de influencia del proyecto y que servirá de apoyo para el desarrollo de la construcción de la línea eléctrica.

Para la descripción de los accesos se seccionó de forma tal, que en primer lugar se describirán los medios de transporte principales en el área de estudio, seguidamente se hace la descripción de los accesos veredales y luego los accesos que permiten ingresar directamente al corredor de la línea.

### 2.2.12.2 Vías de acceso y medios de transporte en toda el área de influencia

Para la caracterización de las vías de acceso y su estado se realizaron recorridos por sus diferentes trayectos hasta donde las condiciones climáticas y de transitabilidad lo permitieron, estableciendo mediante una inspección la identificación de las diferentes alternativas que permitan dar acceso a los sitios en donde se espera quede ubicada una torre para la línea de transmisión y/o al trayecto de servidumbre de la línea eléctrica o para sitios de plazas de tendido.

Es importante mencionar que se consideraron los accesos dentro de los cuales se destacan las carreteras principales, secundarias, carreteables, privadas y de herradura (peatonales), etc., tomando como base las condiciones y parámetros técnicos, ambientales y sociales para determinar el estado y posible uso de las vías existentes, luego los caminos de herradura por donde se puedan movilizar semovientes y personal a pie.



Para la identificación de las vías valoradas se utilizó una codificación general de norte a sur, en el sentido de la línea de transmisión eléctrica.

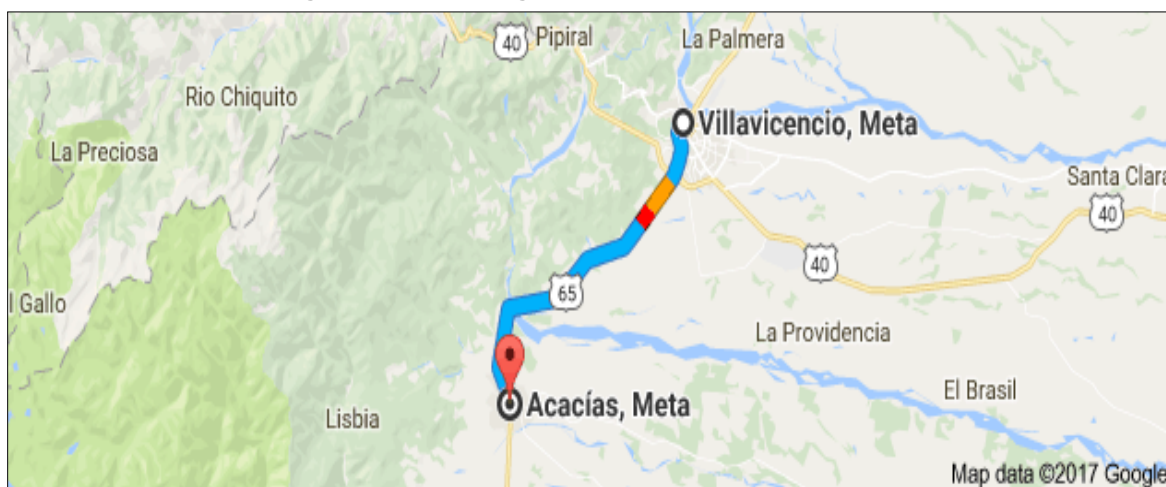
#### 2.2.12.2.1 RUTA NACIONAL 40 Vía Bogotá – Villavicencio

Vía que comunica la ciudad de Bogotá D.C con la ciudad de Villavicencio, capital del departamento del Meta, pasando por Chipaque, Quetame y Guayabetal (**Imagen 2-45**).

#### 2.2.12.2.2 RUTA NACIONAL 65 Vía Villavicencio – Acacias

El objetivo de esta carretera es comunicar la ciudad de Villavicencio con el municipio de Acacias. Recorre el territorio del departamento del Meta en una extensión de 28,6 Km. En la Imagen 2-45 se presenta la descripción general de la Carretera Nacional Ruta 65.

**Imagen 2-45 Vista general vía – Villavicencio- Acacias**



Fuente: Google Earth – Ingeniería & Diseño 2017

#### 2.2.12.3 Condición actual de las vías del área de estudio

El estado y las condiciones observadas en cada una de las vías durante la inspección que se llevó a cabo en campo, puede variar dependiendo de la época o temporada en que se decida ejecutar el proyecto. Por lo que se deben definir en el momento de la ejecución del proyecto bajo las condiciones imperantes en la época de los trabajos y bajo los parámetros de diseño que demanden o se determinen para cada caso en particular. En la **Imagen 2-46** se muestran las vías identificadas para acceder al área de intervención de la línea eléctrica y en la **Tabla 2-21** se muestra las vías que dan acceso a cada sitio de torre.

[illegible]

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017.

**Tabla 2-21 Vías que dan acceso a cada sitio de torre**

NOMENCLATURA DE LA VÍA DE ACCESO	TORRE	LONGITUD (m)	TIPO DE VÍA IGAC
Vía 1	9, 10 y Captación 01	1.856,61	Tipo 7
Vía 2	15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 por derecho de vía	5.393,15	Tipo 6
Vía 3	12, 13, 14N y 15 (Derecho de vía)	2.593,75	Tipo 7
Vía 4	29, 30, 31, 32N, 33, 34 y 35N	4.673,47	Tipo 5
Vía 5	Acceso al punto de captación Cap-02-lzq -Río Guayuriba, torres 39,40 y 41	1.719,18	Tipo 5
Vía 6	26, 27 y 28 Por derecho de vía	7.383,36	Tipo 5
Vía 7	Vía de acceso a vía 11 y vía 9	3.280,82	Tipo 4
Vía 8	51, 52, 53 y 54	3.219,51	Tipo 5
Vía 9	44, 45, 46, 47N, 48, 49 y 50	4.349,98	Tipo 2
Vía 10	Acceso al punto de captación Cap-02- Der -Río Guayuriba, torres 42, 43 y 44	887,96	Tipo 6
Vía 11	56, 57, 58, 59, 60, 61 y Captación 3 en el Río Acacias	6.065,14	Tipo 1 y tipo 4
Vía 12	62,63, 64, 65, 66, 67 y 68	10.809,31	Tipo 4
Vía 13	69, 70, 71 y 72	1.749,34	Tipo 4
Vía 14	73N, 74N, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81N, 82 y Port	4.676,74	Tipo 1
Vía 15	81N, 82 y Port	708,51	Tipo 5
Vía nacional VN1 Y VNT1	Port, 1, 2, 3N, 4N, 6, 7, 8, 9	3.823,35	Tipo 1
Vía nacional VN2	35N, 36N, 37N y 38N por derecho de vía	4.571,49	Tipo 1

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.12.3.1 Vía 1



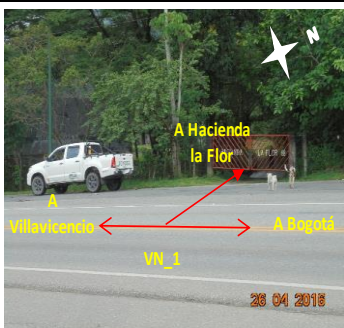




Vía terciaria de uso privado que conduce a la margen derecha del caño Pescado, se desprende de la Ruta Nacional 40 tramo Bogotá - Villavicencio identificada con el código VN\_1. Se desarrolla sobre topografía plana con pendiente longitudinal menor del 3%, aunque en el tramo final su pendiente aumenta y su geometría se dificulta, tiene un ancho de calzada promedio de 4,00 m y la separación entre cercas es de 10.00 m, la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud, durante el recorrido se evidencian patologías como baches, ahuellamientos y pérdida de pendiente transversal (bombeo) que se ven reflejados con apozamientos de agua, lo que genera una transitabilidad regular en época de verano y mala en tiempo de invierno (**Imagen 2-47**).

### 2.2.12.3.2 Vía 2

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía antigua al llano en el sector de Buenavista, se desarrolla sobre terreno montañoso con pendientes que varían entre 6% y 8%. La capa de rodadura presenta variaciones a lo largo del corredor, iniciando con pavimento en concreto hidráulico en regular estado (concreto fracturado), continua en tramo intercalados de costras de mezcla asfáltica y material granular tipo crudo de río, el tramo final de 2,00 km no permite el acceso vehicular, es de tipo trocha y la capa de rodadura se encuentra a nivel de rasante (**Imagen 2-48**).





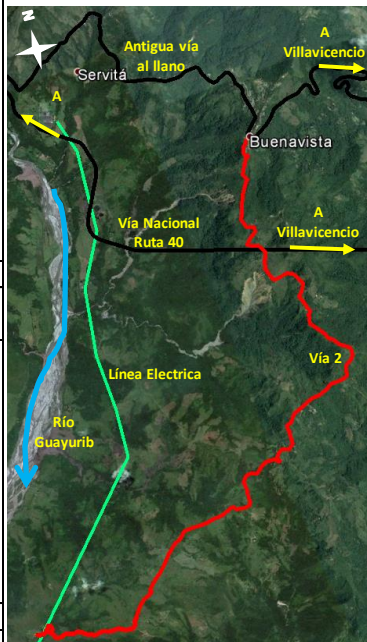




**Imagen 2-47 Características generales de la vía 1**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELECTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	26-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Villavicencio	Buenavista - Servitá		1		1,90 km	4,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Regular	1041201,81	953157,65	1040558,52	951089,39	Terciaria	Privada - Tipo 4
DIAGNOSTICO DE LA VÍA / OBSERVACIONES GENERALES							
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1041640,92	Norte: 952042,50	Este: 1041520,63	Norte: 952044,59				
Fotografía 1. K0+000, Inicio de vía hacienda la Flor. Se evidencian baches.		Fotografía 2. Capa de rodadura en crudo de río. Se evidencian baches.					
							
Este: 1041158,03	Norte: 951152,68	Este: 1040937,98	Norte: 950776,61				
Fotografía 3. Acumulación de agua por ausencia de obras de drenaje.		Fotografía 4. Tramo final de la vía, llega al caño pescado.		Figura 1. Localización general de la vía 1			

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 2-48 Caracterización general de la vía 2**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	23-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Villavicencio	Buenavista - Samaria - San Juan de Ocoa		2		12,34 km	5,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mixta	Mala	1043058,39	953422,72	1037781,08	946690,05	TERCIARIA	TIPO 2 Y TIPO 7
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1043058,39	Norte: 953422,72	Este: 1043704,26	Norte: 950278,15				
Fotografía 1. Inicio de vía vereda Buenavista, antigua vía al Llano, concreto fracturado.		Fotografía 2. Capa de rodadura mixta (mezcla asfáltica - afirmado)					
							
Este: 1042262,47	Norte: 947398,58	Este:	Norte:				
Fotografía 3. Capa de rodadura a nivel de rasante, baches y ahuellamientos.		Fotografía 4. Sendero de 2,00 km para acceder a la línea eléctrica, se encuentra en mal estado		Figura 1. Localización general de la vía 2			

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.12.3.3 Vía 3

Vía terciaria de uso público que conduce a predios del sector, se desprende de la vía identificada con el código Vía 2. Se desarrolla sobre topografía plana con pendiente longitudinal menor del 3%, aunque en el tramo final su pendiente aumenta levemente, tiene un ancho de calzada promedio de 4,00 m y la separación entre cercas es de 10.00 m, la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud, durante el recorrido se evidencian patologías como, ahuellamientos y obras de drenaje colmatados por los sedimentos. El tramo final de la vía solo permite acceso peatonal (**Imagen 2-49**).

### 2.2.12.3.4 Vía 4

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía nacional Ruta 65, Villavicencio - Acacias y conduce a la vereda La Unión, se desarrolla sobre terreno ondulado con pendientes que varían entre 3% y 6%, tiene un ancho de calzada promedio de 4,00 m y la separación entre cercas es de 10.00 m, la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud, durante el recorrido se evidencian patologías como, ahuellamientos, baches y pérdida de la capa de rodadura (**Imagen 2-50**).

### 2.2.12.3.5 Vía 5





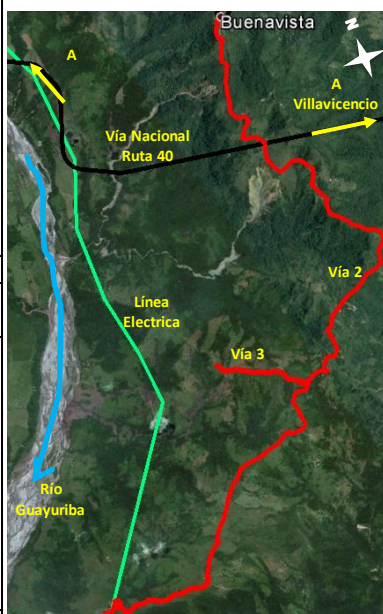

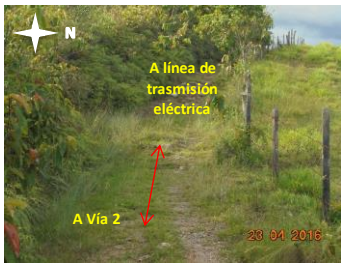
Vía terciaria de uso privado, se desprende de la vía nacional Ruta 65, Villavicencio - Acacias y conduce a planta de materiales GRAVICÓN margen izquierda del río Guayuriba, se desarrolla sobre terreno plano con pendientes menores al 3%, tiene un ancho de calzada promedio de 8,00 m., la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud y presenta sistema de riego lateral para minimizar las partículas volátiles. Las obras de drenaje se encuentran superficialmente en buen estado, evidenciando colmatación (**Imagen 2-51**).

### 2.2.12.3.6 Vía 6

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía nacional Ruta 65, Villavicencio - Acacias y conduce a la vereda la concepción y la Cumbre, se desarrolla sobre terreno ondulado con pendientes que varían entre 3% y 6%, tiene un ancho de calzada promedio de 7,00 m. y la capa de rodadura esta pavimentada en concreto hidráulico hasta la escuela de la vereda la Cumbre, posteriormente continua con material de afirmado grueso con un ancho promedio de 3,50 m., durante el recorrido se evidencian patologías como, ahuellamientos, baches, pérdida de la banca y ausencia de obras de drenaje, generando pasos por vadeo, lo que afecta notablemente el tránsito de vehículos pesados (**Imagen 2-52**).










**Imagen 2-49 Localización general de la vía 3**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	23-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA	LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA	
Meta	Villavicencio	Samaria		3	1,34 km	4,00 m	
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Buena	1041574,18	948384,30	1041352,04	948516,28	Terciaria	Tipo 4 - Tipo 6
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1042596,06	Norte: 947701,01	Este: 1042570,15	Norte: 947709,59				
Fotografía 1. Inicio de vía 3, ramal que se desprende la vía 2, vereda Samaria,		Fotografía 2. alcantarilla de 24" en regular estado superficial, se evidencian sedimentos					
							
Este: 1042118,99	Norte: 948155,09	Este: 1041733,58	Norte: 948511,54				
Fotografía 3. Capa de rodadura en crudo de río, se encuentra en buen estado.		Fotografía 4. Fin de acceso vehicular, inicio camino en regular estado para llegar a LTE.		Figura 1. Localización general de la vía 3			
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN				ESTADO		
	ESTE		NORTE				
Alcantarilla de 24"	1042570,15		947709,59		Superficialmente en buen estado		








Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## Imagen 2-50 Localización general de la vía 4

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	24-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Villavicencio	La Unión		4		4,40 km	3,50 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Regular	1040060,11	940682,69	1039148,85	942906,55	Terciaria	Tipo 4 - Tipo 6
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1040211,51	Norte: 940126,46	Este: 1038842,53	Norte: 942276,40				
Fotografía 1. Inicio de vía vereda la Unión, se evidencian baches.		Fotografía 2. Vía en regular estado, pérdida de capa de rodadura por ahuellamiento y erosión					
							
Este: 1039014,11	Norte: 942777,48	Este:	Norte:	Figura 1. Localización general de la vía 4.			
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN		ESTADO				
	ESTE	NORTE					
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1038977,08	941410,22	Buen estado superficialmente				
Pontón caño la unión	1038304,45	941806,19	Buen estado superficialmente, Longitud 12 m, ancho 4,00 m. Estructura en concreto,				
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1037520,63	942592,22	Buen estado superficialmente				
Broche en estructura metálica	1037785,70	943074,60	Buen estado superficialmente				

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017








**Imagen 2-51 Localización general de la vía 5**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	28-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Villavicencio	La Concepción		5		1,76 km	8,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Buena	1037444,78	939554,23	1038494,98	937715,62	Terciaria	Tipo 2
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1038637,07    Norte: 939445,69		Este: 1038659,34    Norte: 939290,27					
Fotografía 1. Inicio vía 5, acceso a la planta de materiales GRAVICON.		Fotografía 2. Control de acceso a la planta GRAVICON, vía en afirmado.					
							
Este: 1038649,40    Norte: 938731,82		Este: 1038495,29    Norte: 937714,69					
Fotografía 3. Capa de rodadura en afirmado, en buenas condiciones, sistema de riego lateral.		Fotografía 4. Fin de la vía, margen izquierda del río Guayuriba.		Figura 1. Localización general de la vía 5			
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN				ESTADO		
	ESTE		NORTE				
Batería de box culvert (4) de 2,00 m x 2,00 m	1037420,18		939366,84		Superficialmente en buen estado.		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Imagen 2-52 Localización general de la vía 6**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL									
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 kv LA REFORMA - SAN FERNANDO				FECHA	24-abr-16					
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS	VÍA	LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA						
Meta	Villavicencio	La Concepción - La Cumbre	6	6,55 km	7,00 m - 3,50 m						
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC				
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE						
Mixta	Buena - Mala	1036908,08	939468,00	1037732,86	944029,89	Terciaria	Tipo 1 - Tipo 4				
REGISTRO FOTOGRÁFICO											
											
Este: 1037589,22      Norte: 939379,20		Este: 1037382,10      Norte: 939699,19									
Fotografía 1. Inicio de vía vereda la Cumbre, capa de rodadura en concreto fracturado.								Fotografía 2. Se evidencia cruce del caño con obra tipo batea.			
											
Este: 1036962,37      Norte: 942463,90		Este: 1037568,89      Norte: 943711,59									
Fotografía 3. Fin de vía pavimentada, continua a nivel de razante en pésimo estado.				Fotografía 4. Paso por badeo, no presenta obras de drenaje.							
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES											
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN				ESTADO						
	ESTE		NORTE								
Batea en concreto	1036571,64		939974,70		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1036272,36		940125,10		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035942,25		940269,34		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035753,92		940683,95		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035908,09		940840,67		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035941,99		940899,04		Buen estado superficial						
Alcantarilla de 24"	1035713,70		940966,53		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035806,04		941476,48		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035913,94		941617,82		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035623,98		941636,14		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035713,38		941765,18		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035892,25		941866,62		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035910,65		942133,87		Buen estado superficial						
Box Culvert de 1,00 m x 1,00 m	1035811,73		942674,46		Buen estado superficial						

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### 2.2.12.3.7 Vía 7

Vía terciaria de uso público, el acceso a la vía se realiza por la Calle 18 o 19 del casco urbano del municipio de Acacias, K24+750 aproximadamente de la Ruta Nacional 65, tramo Villavicencio - Granada. Conduce a la vereda el Resguardo y Dinamarca, se desarrolla sobre una topografía plana con pendiente longitudinal menor al 3%, se encuentra con pavimento asfáltico, el ancho de calzada es de 7.00 m (vía Tipo 1), se evidencian fallas locales que no afectan la transitabilidad de la vía. De esta vía se desprenden la vía número 8 y 11 (**Imagen 2-53**).

#### 2.2.12.3.8 Vía 8

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía identificada, con el código 7. Conduce a la vereda el Resguardo, se desarrolla sobre una topografía plana con pendiente longitudinal menor al 3%, se encuentra con pavimento asfáltico, el ancho de calzada es de 7.00 m, la capa de rodadura se encuentra en excelentes condiciones y permite el acceso hasta la línea de transmisión eléctrica (**Imagen 2-54**).

#### 2.2.12.3.9 Vía 9

Vía terciaria de uso público, conecta a la vía 10 con la vía 8. Se desarrolla sobre topografía plana con pendiente longitudinal menor del 3%, tiene un ancho de calzada promedio de 5,00 m y la separación entre cercas es de 10.00 m, la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso y mezcla asfáltica, durante el recorrido se evidencian patologías como baches, ahuellamientos y pérdida de pendiente transversal (bombeo) que se ven reflejados con apozamientos de agua, lo que genera una transitabilidad regular en época de verano y mala en tiempo de invierno. Las obras de drenaje se encuentran superficialmente en buen estado (**Imagen 2-55**).



#### 2.2.12.3.10 Vía 10




Vía terciaria de uso privado, se desprende de la vía 7, conduce a planta de materiales GRAVICÓN margen derecha del río Guayuriba y al punto de captación CAP\_3\_A1, se desarrolla sobre terreno plano con pendientes menores al 3%, tiene un ancho de calzada promedio de 8,00 m., la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud, no presenta obras de drenaje y en el tramo final se presenta un paso por badeo de un ramal del río Guayuriba (**Imagen 2-56**).

#### 2.2.12.3.11 Vía 11

Vía terciaria de uso público, se desprende en el K3+000 aproximadamente de la vía que inicia en la Calle 18 del casco urbano de Acacias, identificada con el número 11, se encuentra en pavimento asfáltico en su totalidad, el ancho de calzada es de 7,00 m. Durante el recorrido sobre la vía se evidencia buena transitabilidad, aunque se aprecian algunas fallas locales mínimas, como piel de cocodrilo. Toda la vía se desarrolla sobre una topografía plana con pendiente longitudinal menor al 3%, cuenta con suficientes obras de drenaje que permiten la movilidad en cualquier época del año (**Imagen 2-57**).

**Imagen 2-53 Localización general de la vía 7**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL					
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	27-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	Santa Teresita		7		3,50 km	7,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mezcla asfáltica	Buena	1041170,96	953172,99	1037480,30	934219,52	Terciaria	Tipo 1

			
Este: 1041170,96	Norte: 953172,99	Este: 1035073,93	Norte: 933038,73
Fotografía 1. Acceso por Calle 19 de casco urbano de Acacias.		Fotografía 2. Inicio de vía, fallas locales que no afectan el tránsito regular.	
			
Este: 1037608,58	Norte: 933600,03		
Fotografía 3. Vista general de la capa de rodadura, pavimentado en buen estado,			

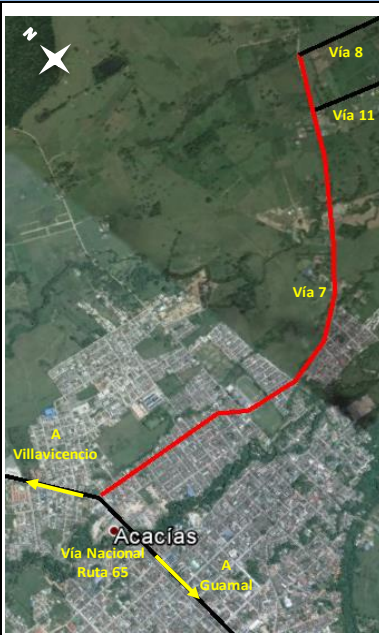








Figura 1. Localización general de la vía 7

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES			
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN		ESTADO
	ESTE	NORTE	
Puente	1036870	933477	Puente sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 15.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehiculo.
Alcantarilla doble	1037321	934015	Superficialmente se encuentra en buen estado
Alcantarilla sencilla	1037370	934086	Superficialmente se encuentra en buen estado
Alcantarilla doble	1037432	934180	Superficialmente se encuentra en buen estado

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017





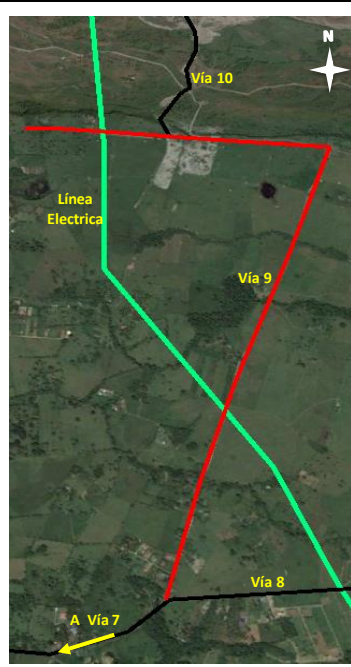




**Imagen 2-54 Localización general de la vía 8**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	27-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	El Resguardo		8		3,2 km	7,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mezcla asfáltica	Buena	1037397,73	933982,06	1042042,75	933790,56	Terciaria	Tipo 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1038753,06    Norte: 933654,87		Este: 1040007,91    Norte: 933867,06					
Fotografía 1. inicia vía hacia vereda el Resguardo,		Fotografía 2.					
							
Este: 1040646,16    Norte: 933904,20		Este:    Norte:					
Fotografía 3.		Fotografía 4.		Figura 1. Localización general de la vía 8			





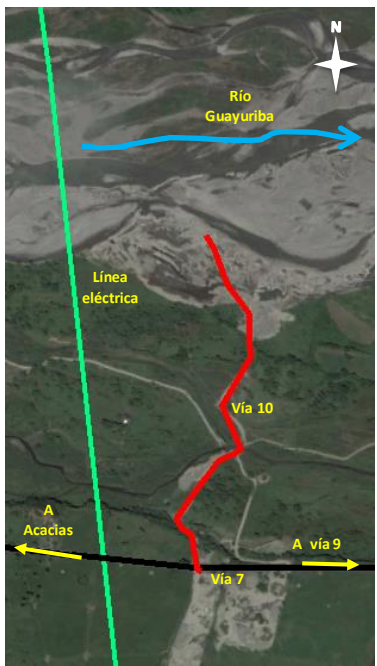


Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 2-55 Localización general de la vía 9**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL					
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	27-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	El Resguardo - El Rosario		9		3,87 km	5,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mixta	Regular	1039602,27	936640,06	1038962,26	936679,67	Terciaria	Tipo 4
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1040675,66      Norte: 936229,23		Este: 1040551,79      Norte: 935920,16					
Fotografía 1. Inicio de vía, ahullamiento y pérdida de material superficial		Fotografía 2. Se evidencian baches en la vía y una "costra" de mezcal asfáltica en mal estado					
							
Este: 1040365,39      Norte: 935383,13		Este: 1039923,64      Norte: 933979,14					
Fotografía 3. Bateria de alcantarillas colmatada, superficialmente en buen estado		Fotografía 4. Empalme con la vía 8, tramo final pavimentado con mezcla asfáltica.		Figura 1. Localización general de la vía 9			
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN				ESTADO		
	ESTE		NORTE				
Bateria de alcantarillas (4 tubos de 36" c/u)	1040324,18		936486,79		Colmatadas, superficialmente en buen estado		
Bateria de alcantarillas (4 tubos de 36" c/u)	1039785,03		934916,89		Colmatadas, superficialmente en buen estado		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017








**Imagen 2-56 Localización general de la vía 10**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGENIERIA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	27-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	El Rosario		10		1,00 km	8,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Buena	1039543,60	936765,98	1039589,26	938182,07	Terciaria	Privada - Tipo 2
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1039907,81    Norte: 936303,84		Este: 1039885,58    Norte: 936388,91					
Fotografía 1. Inicio de vía, acceso restringido propiedad de GRAVICON		Fotografía 2. Se evidencia fallas menores, baches que no afectan la transitabilidad					
							
Este: 1039990,36    Norte: 936589,85		Este: 1039922,56    Norte: 937152,57					
Fotografía 3. Ausencia de obras de drenaje, paso por badeo (Brazo del río Guayuriba)		Fotografía 4. Fin de vía, zona de divagación del río		Figura 1. Localización general de la vía 10			

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



**Imagen 2-57 Localización general de la vía 11**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDIA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	27-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA	LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA	
Meta	Acacias	Santa Teresita		11	6,72 km	7,00 m	
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mezcla asfáltica	Buena	1036974,78	934749,83	1042463,64	932896,88	Terciaria	Tipo 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1036974,78	Norte: 934749,83	Este: 1039025,72	Norte: 932333,83				
Fotografía 1. Inicio de vía a la vereda Santa Teresita		Fotografía 2. Buenas condiciones de transitabilidad en toda la vía,					
							
Este: 1040177,60	Norte: 931710,76	Este: 1041360,75	Norte: 932251,92				
Fotografía 3. Inicio de vía a captación CAP_1_A1, predio privado, no permiten acceso,		Fotografía 4. Vista general de la vía, capa de rodadura en buenas condiciones.		Figura 1. Localización general de la vía 11			
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN				ESTADO		
	ESTE		NORTE				
Box culvert	1037297		933893		Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1039399		932159		Superficialmente se encuentra en buen estado		
Box culvert	1040325		932116		Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1041620		932277		Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1042124		932124		Superficialmente se encuentra en buen estado		
Pontón	1042771		932085		Ponton sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 8,00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

#### 2.2.12.3.12 Vía 12

Vía secundaria de uso público, inicia en el casco urbano del municipio de Acacias en el K25+560 aproximadamente de la ruta Nacional 65 tramo Villavicencio - Granada y conduce a la vereda la Esmeralda y San Isidro de Chichimene donde se une con las vías identificadas Con los códigos VN3 y 13, se encuentra pavimentada con mezcla asfáltica en su totalidad, la calzada tiene un ancho de 7.00 m, se desarrolla sobre una topografía plana con pendiente longitudinal menor a 3%, presenta geometría, señalización vertical y horizontal adecuada, aunque no cuenta con bermas, las obras hidráulicas son suficientes y adecuadas lo que permite buena transitabilidad en cualquier época del año para todo tipo de vehículos (**Imagen 2-58**).

#### 2.2.12.3.13 Vía 13

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía identificada con el código 13. Conduce a predios del sector y a pozos, se desarrolla sobre una topografía plana con pendiente longitudinal menor al 3%, se encuentra con pavimento asfáltico, el ancho de calzada es de 7.00 m, la capa de rodadura se encuentra en excelentes condiciones y permite el acceso hasta la línea de transmisión eléctrica (**Imagen 2-59**).





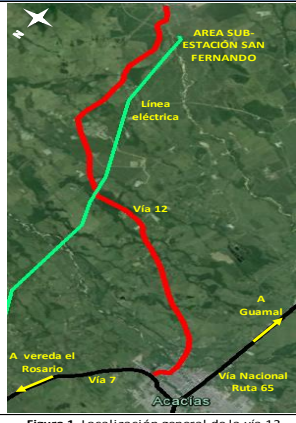


#### 2.2.12.3.14 Vía 14

Incluye en el K30+345 aproximadamente de la ruta Nacional 65 (tramo Villavicencio - Granada) y conduce a la vereda San Isidro de Chichimene, se une con la vía identificada con el número 12 en la vereda Chichimene. La vía se encuentra con pavimento asfáltico en su totalidad, presenta ancho de calzada de 7.00 m y se desarrolla sobre topografía plana en su mayoría, lo que permite transitabilidad buena para todo tipo de vehículo en cualquier época del año. En algunos sectores se evidencian patologías como piel de cocodrilo y baches que por sus dimensiones no afectan la estructura de la vía (**Imagen 2-60**).

#### 2.2.12.3.15 Vía 15

Vía terciaria de uso público, se desprende de la vía 12, conduce a la margen derecha del río Orotoy, se desarrolla sobre terreno plano con pendientes menores al 3%, tiene un ancho de calzada promedio de 7,00 m., la capa de rodadura está conformada con material de afirmado grueso en toda su longitud. No presenta obras de drenaje (**Imagen 2-61**).






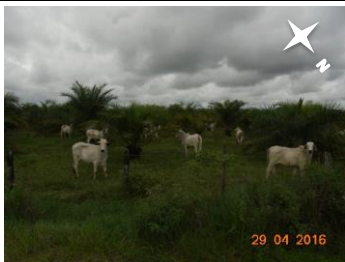

**Imagen 2-58 Localización general de la vía 12**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL									
PROYECTO		ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO				FECHA	27-abr-16				
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA				
Meta	Acacias	La Esmeralda - San Isidro de Chichimene		12		16,65 km	7,00 m				
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC				
Mezcla asfáltica	Buena	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	Secundaria	Tipo 1				
1034514,00		932495,00		1043980,57		921734,81					
REGISTRO FOTOGRÁFICO											
											
Este: 1036032,82      Norte: 931242,75		Este: 1041704,40      Norte: 928235,75									
Fotografía 1. Inicio de vía casco urbano Acacias, puente sobre río Acacias								Fotografía 2. Bifurcación de la vía, a CORVEICA y a San Isidro de Chichimene			
											
Este: 1043932,98      Norte: 924520,57		Este: 1043501,9      Norte: 922683,76									
Fotografía 3. Fin de la vía vereda Chichimene, se une con las vías VN3 y 13 (Ver Plano)		Fotografía 4. Puente sobre el río Orotoy, paso a un carril.		Figura 1. Localización general de la vía 12							
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES											
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN		ESTADO								
	ESTE	NORTE									
Pontón	1035528	932149	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Puente	1035656	931565	Puente sobre el río Acacias, estructura en concreto, longitud 25.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Alcantarilla doble	1035795	931277	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla doble	1036314	930876	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla doble	1036612	930686	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1036724	930636	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Pontón	1037061	930477	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Alcantarilla sencilla	1037401	930251	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1037522	930153	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1037627	930068	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1037732	929983	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1037889	929863	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1037953	929808	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1038137	929658	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1038433	929454	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Pontón	1038986	929153	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Alcantarilla sencilla	1039167	929061	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Box Culvert	1039335	928975	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1040310	928506	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla doble	1040342	928500	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1040419	928491	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla doble	1041558	928402	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1041727	928284	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1042079	928034	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Alcantarilla sencilla	1042224	927918	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Pontón	1042254	927815	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Alcantarilla sencilla	1042458	927565	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Box Culvert	1043278	926948	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Pontón	1043661	926258	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								
Alcantarilla sencilla	1043613	926011	Superficialmente se encuentra en buen estado								
Pontón	1043521	925565	Pontón sobre corriente terciaria, estructura en concreto, longitud 10.00 m, buen estado general, actualmente permite el paso de cualquier tipo de vehículo.								

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017










**Imagen 2-59 Localización general de la vía 13**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	29-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA		LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	Montebello		13		1,50 km	7,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Mezcla asfáltica	Buena	1042046,45	927717,70	1041037,99	926884,80	Terciaria	Tipo 1
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1042882,77	Norte: 927190,05	Este: 1042496,49	Norte: 927221,20				
Fotografía 1. Inicio de vía, se encuentra en buen estado		Fotografía 2. Infraestructura eléctrica que cruza la vía, restricción de altura.					
							
Este: 1041546,82	Norte: 926688,44	Este: 1041546,81	Norte: 926689,05				
Fotografía 3. Cultivos de palma margen derecha de la vía y presencia de semovientes		Fotografía 4. Fin del tramo de la vía, cambia capa de rodadura de pavimento a afirmado					
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES							
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN		ESTADO				
	ESTE	NORTE					
Alcantarilla 36"	1042881,84	927189,13	Superficialmente se encuentra en buen estado				








Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 2-60 Localización general de la vía 14**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL		 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO				FECHA
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS	VÍA	LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA
Meta	Acacias	Montebello - Chichimene	14	9,92 km	7,00 m
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL	CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
Mezcla asfáltica	Buena	1034283,00	927719,00	1043781,30	925589,78
Secundaria					
Tipo 1					
REGISTRO FOTOGRÁFICO					
					
Este: 1034690,45	Norte: 927380,14	Este: 1039862,15	Norte: 925659,89		
Fotografía 1. K30+345 de la Ruta 65, Inico de vía sector conocido como cuatro esquinas		Fotografía 2. Se evidencian algunos baches laterales que no afectan la transitabilidad			
					
Este: 1042516,84	Norte: 925232,87	Este: 1043904,65	Norte: 924400,14	Figura 1. Localización general de la vía VN3	
DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAS EXISTENTES					
TIPO DE ESTRUCTURA	LOCALIZACIÓN		ESTADO		
	ESTE	NORTE			
Alcantarilla doble	1035121,00	927407,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1035424,00	927300,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1035629,00	927226,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1035759,00	927184,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1035949,00	927113,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1036534,00	926906,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1037847,00	926529,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1038146,00	926433,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1038627,00	926278,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1038901,00	926189,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		
Alcantarilla sencilla	1041862,00	925579,00	Superficialmente se encuentra en buen estado		

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

**Imagen 2-61 Localización general de la vía 15**

		FICHA DE DIAGNOSTICO VIAL				 CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO	
PROYECTO	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA 230 Kv LA REFORMA - SAN FERNANDO					FECHA	29-abr-16
DEPARTAMENTO	MUNICIPIOS	VEREDAS		VÍA	LONGITUD DE VÍA	ANCHO DE VÍA	
Meta	Castilla La Nueva	Betania		15	320 m	7,00 m	
CAPA DE RODADURA	TRANSITABILIDAD	PUNTO INICIO		PUNTO FINAL		CLASIFICACIÓN SEGÚN INVIAS	CLASIFICACIÓN SEGÚN IGAC
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
Afirmado crudo de río	Regular	1043387,83	922502,48	1043005,15	922726,54	Terciaria	Tipo 2
REGISTRO FOTOGRÁFICO							
							
Este: 1044431,59	Norte: 921849,30	Este: 1044306,60	Norte: 921907,60				
Fotografía 1. Panorámica inicio de la vía.		Fotografía 2. Ausencia de cunetas laterales para evacuar el agua de la vía					
							
Este: 1044207,53	Norte: 921984,35	Este: 1044207,22	Norte: 921985,27				
Fotografía 3. Se evidencian baches que dificultan la transitabilidad.		Fotografía 4. Fin de la vía, Margen Derecha río Orotoy		Figura 1. Localización general de la vía 14			

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



### 2.2.13 Vías a adecuar

El proyecto de construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación del Sistema Interconectado Nacional "La Reforma" y la subestación "San Fernando" ubicada en los municipios de Villavicencio, Acacias y Castilla La Nueva en el departamento del Meta, no planea realizar adecuaciones de vías existentes por cuanto los materiales y equipos serán transportados por las vías nacionales y municipales existentes hasta donde sea posible punto desde donde el transporte será realizado a lomo de mula o se empleara helicóptero como último recurso para movilizar el material y los equipos. En la **Tabla 2-22**, se presenta la descripción del estado de las vías del área del proyecto.

**Tabla 2-22 Estado de las vías de acceso**

VÍA	ORIGEN - DESTINO	ESTADO DE LA VÍA DE ACCESO
Vía 1	Vía nacional antes del túnel - Caño Pescado	Buena
Vía 2	Escuela Samaria	Buena
Vía 3	Vía 2 - Escuela Samaria	Buena
Vía 4	Vía VN2	Regular
Vía 5	Vía VN2 - río Guayuriba	Buena
Vía 6	Vereda La Concepción - Punto El Horizonte	Regular
Vía 7	Cabecera municipal de Acacias - río Guayuriba	Buena
Vía 8	Vía 7 - Punto La Esperanza	Buena
Vía 9	Escuela El Resguardo - Vía 7	Regular
Vía 10	Vía 9 - río Guayuriba	Buena
Vía 11	Punto Campo Bello	Buena
Vía 12	Cabecera municipal de Acacias - Vía 15, Subestación San Fernando	Buena
Vía 13	Vía 12 clúster CL02 - Clúster CL-20	Buena
Vía 14	Vía Nacional VN2 - Vía 12 punto Escuela San Isidro de Chichimene	Buena
Vía 15	Vía 12 - Estación San Fernando	Regular
Vía Nacional VN1 y VNT2	Bogotá - Cabecera municipal de Villavicencio	Buena
Vía Nacional VN2	Cabecera municipal de Guanal - Cabecera municipal de Villavicencio	Buena

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.14 Vías a construir

Para la construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación del Sistema La Reforma y San Fernando, no se prevé la construcción de nuevas vías, esto sustentado en la corta duración del proyecto en cada uno de los puntos en donde se construirán las torres de energía, y en el hecho que existe una nutrida red vial que permite acceder a lo largo del trazado de la línea, sin que se requieran accesos nuevos.

## 2.2.15 Cruce con zonas urbanas

El proyecto se trazó por sectores que recorren predios que se encuentran dentro de la zona rural de los municipios de Villavicencio, Acacías y Castilla La Nueva. Entendiendo que era la alternativa de trazado más viable que no incluyera el tránsito por áreas urbanas.

## 2.2.16 Infraestructura y servicios interceptados

El área en la que se proyecta la construcción de la línea eléctrica, presenta sectores ya intervenidos por otros proyectos, por lo cual, a través del alineamiento de la mismas, se presenta intervención con otra infraestructura, la cual se relaciona a continuación y cuyos documentos de análisis de coexistencia se presentan en el Anexo C.

### 2.2.16.1 Infraestructura petrolera

El trazado de la línea eléctrica se encuentra adyacente a proyectos de carácter petrolero, en la **Tabla 2-23** se realiza una descripción general de los proyectos existentes en la zona considerados como de mayor importancia.

**Tabla 2-23 Infraestructura asociada al área del proyecto**

Sector	Proyecto	Licencia Ambiental	Operador
Hidrocarburos	Bloque explotación ANH 2202 – Cubarral	Resolución 1310 de 3 de noviembre de 1995	ECOPETROL S.A.
Hidrocarburos	Bloque exploración ANH 251 – CPO 9	Resolución 331 de 15 de mayo de 2012	ECOPETROL S.A.

Fuente: CONSORCIO INGEDIA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017 (REVISIÓN INFORMACIÓN SECUNDARIA)

La línea de transmisión eléctrica La Reforma – San Fernando pasa por los bloques de la Agencia Nacional de Hidrocarburos asignados que se muestra en la **Imagen 2-62**.

Los proyectos de explotación que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto son CPO-9 y Cubarral. Campos dentro de los cuales existen plataformas, las cuales fueron objeto de análisis para el diseño de la línea, siempre buscando no tener una cercanía menor a 100 metros.

### 2.2.16.2 Proyectos lineales

En la **Imagen 2-63** se muestran los proyectos lineales que son cruzados por la línea eléctrica y a continuación se relaciona cada uno de ellos.

#### 2.2.16.2.1 *Ductos*

En la **Tabla 2-24** se relacionan los proyectos donde el trazado de la línea eléctrica se intercepta con otros proyectos lineales de transporte de (oleoductos, gasoductos, etc.).

**Tabla 2-24 Proyectos transporte**

Proyecto	Licencia Ambiental	Operador
Oleoducto CHICHIMENE - API AY	Resolución 517 de 11 de mayo de 2012.	ECOPETROL S.A.
	Resolución 203 de 29 de marzo de 2012.	
	Resolución 0163 de 18 de febrero de 2013.	
Oleoducto Chichimene Castilla 2	Resolución 1310 de 3 de noviembre de 1995	ECOPETROL S.A.
Gasoducto APIAY – BOGOTÁ	Resolución 1120 de 21 de septiembre de 1989	TRANSPORTADORA DE GAS INTERNACIONAL S.A. E.S.P
	Resolución 1520 de 24 de diciembre de 2003 (Modificación)	
Naftaducto 10” Chichimene – San Fernando		ECOPETROL S.A.

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



[illegible]

*LicenciasBloquesHidrocarburos.mxd*

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



[illegible]

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.16.2.2 Proyectos eléctricos

En la **Tabla 2-25** se relacionan los proyectos eléctricos que cruzará la línea eléctrica a 230 kV La Reforma – San Fernando, los cuales se encuentran todos incluidos dentro del bloque Cubarral.

**Tabla 2-25 Proyectos eléctricos cruzados por la línea eléctrica**

NOMBRE	TIPO DE INFRAESTRUCTURA	LONGITUD (metros)	NIVEL DE TENSION (kV)	SERVIDUMBRE (metros)	ESTADO INFRAESTRUCTURA PETROLERA
CDO – CMTS	Línea Troncal 34,5 kV	8892.16	34.5	15	Existente
Acacias - CECH	Línea Troncal 34,5 kV	10749.15	34.5	15	Existente
CDC - CECH	Línea Troncal 34,5 kV	11001	34.5	15	Existente
S/E SAN FERNANDO-CASTILLA 3	Línea Troncal 34,5 kV	2002.02	34.5	15	Proyectada
CL-20 A CL-2	Línea Eléctrica	983.99	34.5	15	Existente
CH-36 a CL-8	Línea Eléctrica	1151.86	34.5	15	Existente
CL-43 a CL-8	Línea Eléctrica	847.78	34.5	15	Proyectada
LE CL 43	Línea Eléctrica	669.05	34.5	15	Existente
CH36 - CH30 LE	Línea Eléctrica	1681.76	34.5	15	Existente

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.16.2.3 Proyectos viales

Los proyectos viales que serán cruzados por la línea eléctrica se relacionan en la **Tabla 2-26** así como sus puntos de intersección.

**Tabla 2-26 Vías cruzadas por la línea eléctrica**

PROYECTO	PUNTOS DE INTERCEPCIÓN CON LÍNEA ELÉCTRICA LA REFORMA-SAN FERNANDO
Vía Bogotá – Villavicencio Resolución 0243 de 10 de marzo de 2016 CONCESIONARIA VIAL ANDINA S.A.S	k0+839
	k1+302
	k2+152

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.16.2.4 Proyectos mineros

En la **Tabla 2-27** se relacionan los puntos donde la línea de transmisión eléctrica se superpone con proyectos mineros que cuentan con título minero y autorización ambiental y en la **Imagen 2-64**, se muestra la superposición con este tipo de proyectos.

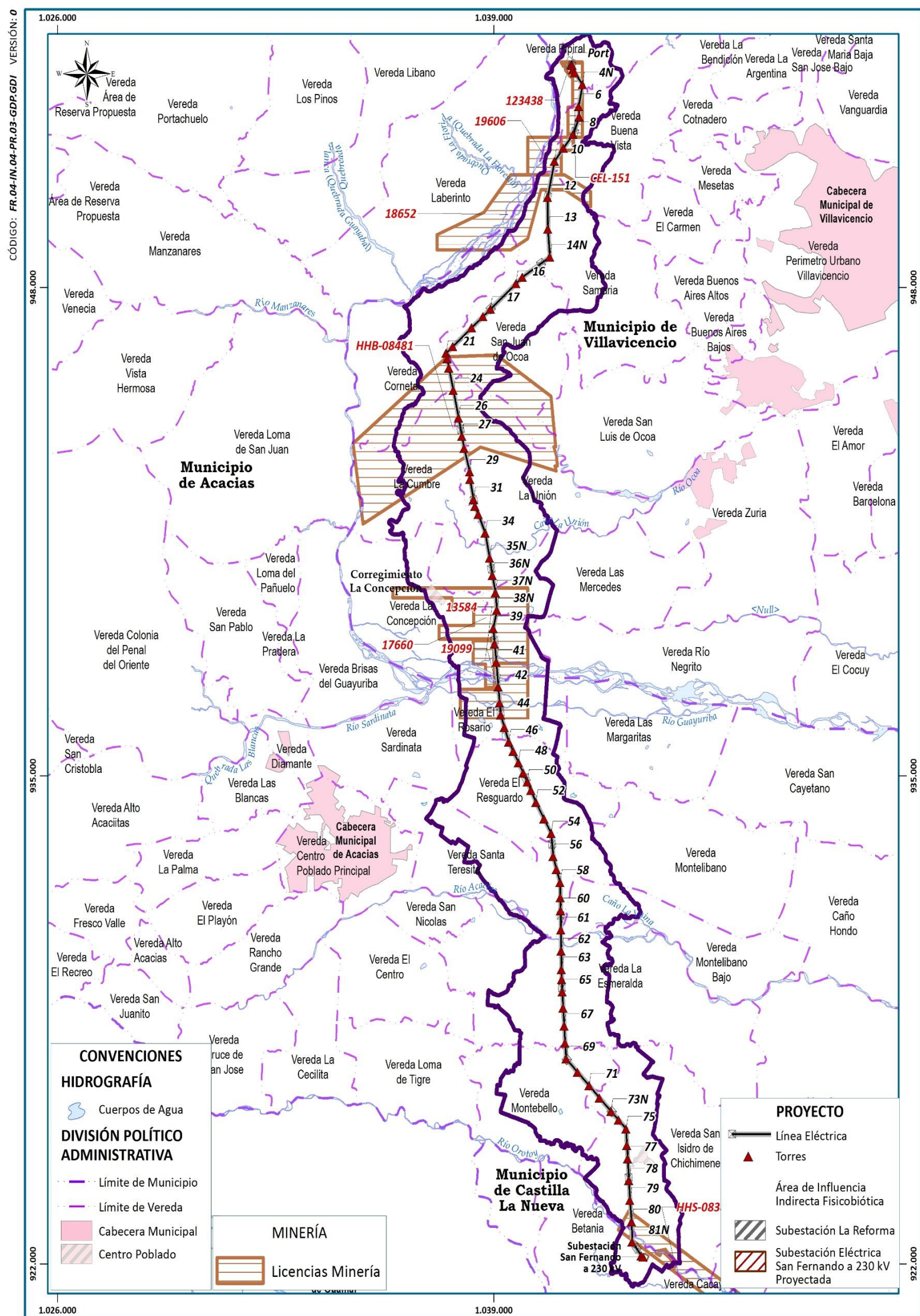


**Tabla 2-27 Proyectos mineros que se superponen con línea de eléctrica**

Sector	Proyecto	Licencia Ambiental	Operador
Minero	Explotación y beneficio de material de material de arrastre sobre el río Guayuriba Vereda La Cuncia	Resolución No. 2.6.04-166 de 12 de mayo de 2004	Gravicon LTDA
Minero	Extracción de material de construcción Rio Negro "Guayuriba"	Negada mediante Resolución PS-JG 1.2.6.16 1050 de 18 de agosto de 2016	Hormigón Andino
Minero	Agregado Pétreo del Meta	Resolución PS-GJ 1.2.6.013.0941	Carlos Alberto Pilauri Postarini
Minero	HOLCIM (COLOMBIA) S A Material de arrastre		HOL(COLOMBIA) S A
Minero	Materiales de construcción - Guayuriba	Resolución 2.6.11.0715 del 15 de abril de 2011	José Héctor Murillo - Marco Aurelio Ángel
Minero	Materiales de construcción - Guayuriba		Gisela Palencia Aguilar
Minero	Explotación y beneficio de material de material de arrastre sobre el río Guayuriba Vereda La Cuncia	Resolución No. 2.6.04-166 de 12 de mayo de 2004	Gravicon LTDA

*Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017*

**Imagen 2-64 Superposición línea eléctrica 230kV y proyectos mineros existentes en el área**



*LicenciasMineria.mxd*

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.17 Estimación de mano de obra requerida

Se estima que a demanda de mano de obra no calificada se suplirá con habitantes de las zonas cercanas al proyecto durante la fase de construcción. Para esto, el contratista debe abrir convocatorias en la zona del proyecto. El personal de la obra para la construcción eléctrica debe ser distribuidas entre personal de obra civil, personal de montaje electromecánico, personal de apoyo HS, personal de apoyo externo y personal especialista en montaje electromecánico.

Para la construcción de la línea de transmisión a 230 kV, se conformarán frentes de trabajo tipo con la siguiente distribución (**Tabla 2-28**), sin embargo, se calcula que se tendrán 10 frentes de obra para culminar las labores en aproximadamente 6 meses.

**Tabla 2-28 Frente de trabajo tipo**

Equipo de trabajo	Número de trabajadores
Equipo topográfico	5
Equipo de excavación y fundación de torres	6
Equipo de montaje de torres	15
Riega tendido y vestida de torres	15
<b>Total</b>	<b>41</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

El frente de trabajo tipo está definido como se muestra en la **Tabla 2-29**

**Tabla 2-29 Frente de trabajo tipo**

Dependencia	Profesional	Técnico	Auxiliar - obrero	Total
Contratistas	2	8	23	33
Interventoría y asesoría	1	2	2	5
Directo de EEB	1	2	-	3
			<b>Total</b>	<b>41</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

Teniendo en cuenta que el proyecto de construcción y montaje de torres y línea eléctrica se concibe con una duración aproximada de 6 meses, se estima que se requerirán diez frentes de trabajo, lo que equivale a un total de 410 personas. La distribución de este personal en mano de obra calificada y no calificada, así como su dependencia se muestra en la **Tabla 2-30**.

**Tabla 2-30 Mano de obra requerida para la construcción de la línea**

Dependencia	Profesional	Técnico	Auxiliar - obrero	Total
Contratistas	5	20	368	345
Interventoría y asesoría	5	15	5	25
Directo de EEB	5	10	-	15
			<b>Total</b>	<b>410</b>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



## 2.2.18 Maquinaria y equipo

La maquinaria y equipo a utilizar en la construcción de construcción de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación La Reforma en zona rural de Villavicencio y la subestación San Fernando en zona rural del municipio de Castilla La Nueva se relaciona en la **Tabla 2-31**.

**Tabla 2-31 Maquinaria y equipo para la construcción y montaje de la línea eléctrica**

Tipo de Maquinaria	Cantidad
Retroexcavadora	2
Martillo Neumático	2
Compresor de aire	1
Cargador	2
Mini cargador	5
Cabrestante y freno regulador	3
Vibro compactador tipo rana	10
Malacates para montaje de torres	10
Motobombas	9
Volquetas	9
Piloteadora	1

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.19 Materiales de construcción

Los materiales de construcción requeridos serán utilizados en la preparación de concretos para las cimentaciones de las estructuras, construcción de obras de drenaje y estabilización. Generalmente, dichos materiales se obtienen de plantas de extracción y trituraciones existentes en la región, cuya actividad esté debidamente legalizada y desde allí serán llevados directamente a los frentes de trabajo.

La cimentación más frecuente para las diferentes torres consiste en la construcción de macizos de hormigón, en las zonas con materiales de buena resistencia. Para los sectores con materiales de baja resistencia, será necesaria la utilización de parrillas de refuerzo en acero.

El concreto necesario para las cimentaciones de las torres puede ser preparado de forma mecánica, en centrales de mezcla próximas a la zona y transportado en camiones mezcladores a los sitios de cada torre, con este procedimiento se asegura la calidad del concreto utilizado.

En los sectores de difícil acceso el concreto puede ser preparado manualmente en cada sitio con los recursos técnicos necesarios para obtener un concreto con la calidad y resistencia exigida por las respectivas especificaciones de construcción. Los materiales de construcción requeridos por tipo de obra se relacionan en la **Tabla 2-32**.

Tabla 2-32 CANTIDADES DE OBRA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
	<b>PRELIMINARES</b>		
1	Replanteo	km	35,00
2	Despeje franja de servidumbre normal	Ha	39,38
3	Despeje franja de servidumbre bosque	Ha	26,25
	<b>CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES TIPO PARRILLA (TOTALES)</b>		
4	Excavación en suelo seco	m3	666,40
5	Concreto de 14 Mpa	m3	0,00
6	Montaje de parrillas	Ton	26,28
7	Relleno compactado	m3	666,40
	<b>SUMINISTRO DE CIMENTACIONES TIPO PARRILLA LIVIANA</b>		
8	Parrilla torre tipo A	kg	1427,12
9	Parrilla torre tipo AA	kg	713,56
10	Parrilla torre tipo B	kg	4892,97
11	Parrilla torre tipo C	kg	2895,01
12	Parrilla torre tipo D	kg	0,00
13	Parrilla torre tipo DT	kg	0,00
	<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO DE CIMENTACIONES TIPO PARRILLA LIVIANA</b>		
14	Parrilla torre tipo A	m3	28,96
15	Parrilla torre tipo AA	m3	14,68
16	Parrilla torre tipo B	m3	129,60
17	Parrilla torre tipo C	m3	72,24
18	Parrilla torre tipo D	m3	0,00
19	Parrilla torre tipo DT	m3	0,00
	<b>SUMINISTRO DE CIMENTACIONES TIPO PARRILLA PESADA</b>		
20	Parrilla torre tipo A	kg	2263,00
21	Parrilla torre tipo AA	kg	10988,79
22	Parrilla torre tipo B	kg	3098,88
23	Parrilla torre tipo C	kg	0,00
24	Parrilla torre tipo D	kg	0,00
25	Parrilla torre tipo DT	kg	0,00
	<b>EXCAVACIÓN Y RELLENO DE CIMENTACIONES TIPO PARRILLA PESADA</b>		
26	Parrilla torre tipo A	m3	46,68
27	Parrilla torre tipo AA	m3	285,12
28	Parrilla torre tipo B	m3	89,12
29	Parrilla torre tipo C	m3	0,00
30	Parrilla torre tipo D	m3	0,00
31	Parrilla torre tipo DT	m3	0,00
	<b>CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES TIPO ZAPATA</b>		
32	Excavación Total	m3	1865,75
33	Excavación suelo sumergido	m3	1229,95
34	Excavación suelo seco	m3	635,80
35	Concreto de 14 Mpa suelo sumergido	m3	23,08
36	Concreto de 14 Mpa suelo seco	m3	12,93
37	Concreto de 21 Mpa suelo sumergido	m3	189,47
38	Concreto de 21 Mpa suelo seco	m3	194,79

Item	Descripción	Unidad	Cantidad
39	Acero de refuerzo total	kg	34123,61
40	Acero de refuerzo suelo sumergido	kg	13268,87
41	Acero de refuerzo suelo seco	kg	20854,74
42	Relleno compactado total	m3	1281,40
43	Relleno compactado suelo sumergido	m3	811,74
44	Relleno compactado suelo seco	m3	469,66
	<b>CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES TIPO MICROPILOTES TORRES 13, 14N, 15, 16 ,17 ,18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28</b>		
45	Excavación	m3	334,88
46	Concreto de 14 Mpa	m3	10,40
47	Concreto de 21 Mpa	m3	165,58
48	Acero de refuerzo	kg	16497,97
49	Relleno compactado	m3	314,64
50	Concreto micropilotes	m3	46,20
	<b>CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES TIPO PILOTES TORRES 39, 40, 41, 42, 43 Y 61</b>		
51	Pilotes	ml	329,60
52	Excavación en suelo sumergido	m3	213,70
53	Concreto Viga de amarre (f'c= 28 Mpa)	m3	48,10
54	Concreto para pilotes (f'c= 28 Mpa)	m3	258,86
55	Acero de refuerzo	kg	17416,84
	<b>PUESTA A TIERRA DE LAS ESTRUCTURAS</b>		
56	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 2	No. Torres	8
57	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 3	No. Torres	10
58	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 4	No. Torres	1
59	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 5	No. Torres	6
60	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 6	No. Torres	6
61	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 7	No. Torres	5
62	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 8	No. Torres	1
63	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 9	No. Torres	1
64	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 10	No. Torres	3
65	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 11	No. Torres	19
66	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 12	No. Torres	5
67	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 13	No. Torres	3
68	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 14	No. Torres	2
69	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 15	No. Torres	2
70	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 17	No. Torres	1
71	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 22	No. Torres	1
72	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 23	No. Torres	3
73	Suministro e instalación de puesta a tierra - ConImagención 25	No. Torres	1
	<b>MONTAJE Y VESTIDA DE ESTRUCTURAS</b>		
74	Torre de suspensión tipo A	kg	67327,36
75	Torre de suspensión tipo AA	kg	162312,49
76	Torre de retención tipo B	kg	235285,91
77	Torre de retención tipo C	kg	81097,42
78	Torre de retención tipo D	kg	10440,25
79	Torre de retención tipo DT	kg	29148,85



Item	Descripción	Unidad	Cantidad
80	Montaje total de estructuras metálicas tipo celosía autosoportadas incluyendo vestida con cadenas de aisladores de vidrio	Ton	629,95
	<b>TENDIDO DE CONDUCTORES Y CABLES DE GUARDA</b>		
81	Riega, tendido y regulación de 1 circuito (3 fases x 2 sub-conductores ACAR 450 kCM (12/7)) con instalación de herrajes, espaciadores amortiguadores y accesorios	km	220,50
82	Riega, tendido y regulación de un (1) cable de guarda Acero 3/8" con instalación de herrajes, cadenas, amortiguadores y accesorios	km	36,75
83	Riega, tendido y regulación de un (1) cable de guarda OPGW con instalación de herrajes, cadenas, amortiguadores y accesorios	km	37,63
	<b>VESTIDA PARA CONDUCTOR</b>		
84	Conjunto de herrajes para cadena de retención (por fase)	und	222
85	Conjunto de herrajes para cadena de suspensión (por fase)	und	123
	<b>VESTIDA PARA CABLE DE GUARDA EHS 3/8</b>		
86	Conjunto de herrajes para cable de guarda suspensión	und	41
87	Conjunto de herrajes paracable de guarda retención	und	37
	<b>VESTIDA PARA CABLE OPGW 24SMF</b>		
88	Conjunto de herrajes para cable de guarda suspensión	und	41
89	Conjunto de herrajes paracable de guarda retención	und	37
	<b>MONTAJE DE AISLADORES</b>		
90	Montaje de cadena de aislamiento en retención para conductor	und	222
91	Montaje de cadena de suspensión para conductor	und	123
	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
92	Empradización sitios de torre	m2	2800,00
93	Cunetas en concreto	ml	315,00
94	Geodren 200mm	ml	-
95	Trinchos metálicos	ml	260,00
96	Cortacorrientes	ml	150,00
97	Espolón tipo gavión	ml	0,00

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

## 2.2.20 Estimativo de recursos naturales

Los requerimientos de uso, aprovechamiento o afectación de los recursos naturales que pueden requerirse para la construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación "La Reforma" y la subestación "San Fernando", se resumen a continuación y se presentan de forma detallada en el Capítulo 4 (Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).

### 2.2.20.1 Aguas superficiales

Para la etapa constructiva de la línea eléctrica se requerirá del aprovechamiento del recurso hídrico para uso industrial, que será tomado de corrientes superficiales en el área y que cuentan con el caudal, accesibilidad y la no generación de conflictos por el uso del recurso con la comunidad. Se considera que se requerirá captación de agua de las fuentes hídricas para las siguientes actividades:

- Captación de agua para uso industrial en la preparación de mezclas necesarias en las actividades de cimentación de las torres (compactación de materiales de mejoramiento, estabilización, concretos y refuerzo, limpieza de áreas circundantes a las torres).
- Captación de agua para uso industrial en la compactación de materiales pétreos empleados durante la adecuación o mantenimiento de accesos viales a utilizar durante la fase de construcción de las torres y tendido de la línea eléctrica.
- Captación de agua para uso industrial en la fase de construcción y operación durante el riego de zonas verdes o áreas reforestadas como parte del mantenimiento periódico que se realiza a las áreas recuperadas, empradizadas o reforestadas.
- Será necesario el uso del recurso hídrico para actividades de riego en vías destapadas durante las fases de movilización de maquinaria y equipos, en sectores donde se encuentren centros poblados, escuelas, construcciones comunales y viviendas. Estas actividades se realizarán especialmente durante la época de estiaje, para evitar el aumento de material particulado.

Los sitios propuestos para la captación de agua, se presentan en la **Tabla 2-33**.

**Tabla 2-33 Sitios y franjas propuestas para la captación de aguas superficiales**

Captación	Corriente	Cuenca	Coordenadas Datum Magna Sirgas origen Bogotá		Dimensiones del rango de movilidad solicitada			Periodo de captación	Municipio	Vereda	Margen de captación
			Este	Norte	Aguas arriba (m)	Aguas abajo (m)	Franja (m)				
CAP-1	Caño Pescado	Río Guayuriba	1.040.566	951.084	100	100	200	Todo el año	Villavicencio	Samaria	Margen derecha
CAP-2 – Izq.	Río Guayuriba	Río Guayuriba	1.039.374	937.547	100	1000	1000	Todo el año	Villavicencio	La Concepción	Margen Izquierda
CAP-2 – Der.	Río Guayuriba	Río Guayuriba	1.038.125	938.015	1000	100	1000	Todo el año	Acacias	El Rosario	Margen derecha
CAP-3	Río Acacias	Río Acacias	1.040.019	931.408	100	100	500	Todo el año	Acacias	Santa Teresita	Ambas Márgenes

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

El volumen de agua industrial que se requiere durante la fase constructiva del proyecto se detalla en la **Tabla 2-34**.

.

**Tabla 2-34 Volumen de agua para uso industrial**

Consumo Estimado por torre (m <sup>3</sup> )	Longitud (Km)	Número de torres	Volumen de agua para la actividad	Tiempo de fase de construcción (días)	Caudal Requerido (l/s)	Factor de Seguridad (%)	Caudal Requerido (incluyendo factor de seguridad) (l/s)
13 m <sup>3</sup>	35,00	80	1.092 m <sup>3</sup> 1.092.000 litros	210	1,8	30	2,34

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017

### 2.2.20.2 Aguas subterráneas

Para la construcción y operación de la línea de transmisión de energía eléctrica a 230 kV entre la subestación "La Reforma" y la subestación "San Fernando" no se prevé la necesidad de captar agua subterránea, por tal razón no se tendrá ninguna demanda de este recurso.

### 2.2.20.3 Vertimientos

No se realizará vertimiento por cuanto no se implementarán campamentos temporales para la construcción de la línea eléctrica, debido a que esta se encuentra cerca a los centros poblados de Villavicencio y Acacias, por tal motivo, se plantea que los trabajadores pernocten en estos centros poblados y el desplazamiento a las zonas de construcción de las líneas se haga diariamente.

Las aguas residuales domésticas se producirán como consecuencia de la operación de baños portátiles y serán recolectadas, transportadas y tratadas por empresas autorizadas por la autoridad ambiental para tal fin en la zona y contarán con los permisos ambientales para verter las aguas provenientes de los baños.

### 2.2.20.4 Ocupación de cauces

Se estima que únicamente se realizará ocupación de cauce para las actividades de cimentación de torres y tendido de cables, que se requieren para los cuerpos de agua principales cuyo ancho supera la capacidad de realizar el cruce aéreo. En la **Tabla 2-35** se relacionan los puntos de ocupación de cauce asociados a la cimentación de las torres de energía.

**Tabla 2-35 Cruces de corrientes principales para la línea eléctrica**

Ocupación de cauce	Corriente	Coordenadas Magna Sirgas origen Bogotá		N° torre de energía
		Este	Norte	
OC-01	Río Guayuriba	1.039.068	938.016	41
OC-02	Río Guayuriba	1.039.129	937.367	42
OC-03	Río Guayuriba	1.039.170	936.937	43
OC-04	Río Acacias	1.040.992	930.897	61

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017



## 2.2.20.5 Aprovechamiento forestal

Para el desarrollo de las etapas de construcción y operación de la línea de transmisión a 230 kV La Reforma - San Fernando, se solicita permiso de aprovechamiento forestal único en terrenos de dominio privado con un volumen total de aprovechamiento de **4.659,70 m<sup>3</sup>**. Los volúmenes totales de aprovechamiento forestal estimados para cada ecosistema, resultado del cruce del volumen por hectárea con el área estimada a intervenir se presentan en la **Tabla 2-36**.

**Tabla 2-36 Volumen de aprovechamiento forestal solicitado**

Actividad	Bosque Abierto Alto de Tierra Firme del Oroboma bajo de los Andes	Bosque de galería y/o ripario del Peinoboma de la Amazonia y Orinoquia	Bosque de galería y/o ripario en Helobomas de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta del Oroboma bajo de los Andes	Vegetación Secundaria alta del Peinoboma de la Amazonia y Orinoquia	Vegetación Secundaria alta Helobomas de la Amazonia y Orinoquia	Pastos arbolados	Total
Área de intervención para Construcción Torres	0,82	0,13	-	0,17	-	-	1,92	<b>3,04</b>
Áreas de Intervención corredor línea de transmisión 30 m	6,23	4,15	0,66	1,72	0,72	0,81	8,99	<b>23,28</b>
Áreas de Intervención corredor línea de transmisión 5 m	1,89	-	-	0,44	-	0,03	-	<b>2,36</b>
<b>Total (ha)</b>	<b>8,94</b>	<b>4,28</b>	<b>0,66</b>	<b>2,33</b>	<b>0,72</b>	<b>0,84</b>	<b>10,91</b>	<b>28,68</b>
Volumen Promedio (m <sup>3</sup> /ha)	253,14	290,20	164,9	119,8	93,50	53,20	60,0	-
Volumen de aprovechamiento para la construcción de torres (m <sup>3</sup> )	207,57	37,73	0,00	20,37	0,00	0,00	115,20	<b>380,87</b>
Volumen de aprovechamiento para las Áreas de intervención en corredor línea de transmisión (30m) (m <sup>3</sup> )	1.577,06	1.204,33	108,83	206,06	67,32	43,09	539,40	<b>3.746,09</b>
Volumen de aprovechamiento para las Áreas de intervención en corredor línea de transmisión (5m) (m <sup>3</sup> )	478,43	0,00		52,71		1,60		<b>532,74</b>
<b>Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>2.263,07</b>	<b>1.242,06</b>	<b>108,83</b>	<b>279,13</b>	<b>67,32</b>	<b>44,69</b>	<b>654,60</b>	<b>4.659,70</b>

Nota: Árboles aislados en Cultivos, pastos y otros ecosistemas antrópicos sólo contemplarán las medidas de manejo aprobadas por la licencia ambiental y tendrán un volumen máximo de aprovechamiento de 20 m<sup>3</sup>

Fuente: CONSORCIO INGEDISA DESSAU ANTEA SAN FERNANDO, 2017