



## ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Estudio de Impacto Ambiental para el “Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe”

### CAPÍTULO 3. Descripción del Proyecto

POR:



Bogotá, junio de 2025

## Contenido

<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
3.2.1	Infraestructura Existente.....	10
3.2.2	Fases y Actividades del Proyecto.....	126
3.2.3	Diseño del Proyecto .....	131
3.2.4	Características Técnicas.....	135
3.2.5	Insumos del Proyecto .....	198
3.2.6	Manejo y Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación y de Construcción y Demolición .....	206
3.2.7	Residuos Peligrosos y No Peligrosos .....	207
3.2.8	Costos del Proyecto .....	208
3.2.9	Cronograma del Proyecto .....	209
3.2.10	Organización del Proyecto.....	213

## TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 3-1 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión .....	9
Tabla 3-2 Clasificación de vías según INVIAS.....	13
Tabla 3-3 Clasificación de vías según IGAC.....	14
Tabla 3-4 Descripción general Ruta nacional 4305 entre el municipio de Armero – Guayabal y la inspección San Felipe.....	26
Tabla 3-5 Vías de acceso y movilidad al interior área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe .....	33
Tabla 3-6 Descripción detallada V1 - Vía de acceso a caserío vereda Nuevo horizonte – cerramiento perimetral predio hacienda el Coco – empresa productora de Limón (La esperanza).....	41
Tabla 3-7 Descripción detallada V1.1 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía V2 principal acceso a parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW.....	50
Tabla 3-8 Descripción detallada V1.2 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía a potreros predio privado.....	54
Tabla 3-9 Descripción detallada V2 – desvío vía ruta nacional 4305 (K4+510) - casa principal hacienda el coco .....	58

Tabla 3-10 Descripción detallada V2.1 – desvío vía V2 (K0+020) – V1 (K0+170).....	64
Tabla 3-11 Descripción detallada V3 – desvío ruta nacional 4503 (K5+510) – Límite área de influencia vereda Santa Cecilia.....	69
Tabla 3-12 Descripción detallada V3.1 – desvío vía V3 (K0+363) – Caserío vereda Santa Cecilia – La Esperanza – predio San José .....	74
Tabla 3-13 Descripción detallada V4 – desvío ruta nacional 4305 (K4+510) al costado derecho – vereda el Paraíso - club rotario.....	79
Tabla 3-14 Descripción detallada V5 – desvío ruta nacional 4305 (K6+320) - vía de acceso potreros predios hacienda Borbón – DDV torre 20.....	83
Tabla 3-15 Descripción detallada V6 – desvío ruta nacional 4305 (K6+455) - vía de acceso vereda fundadores – predio renacer – acceso a torres 14-18.....	88
Tabla 3-16 Descripción detallada V6.1 – desvío vía V6 (K0+856) - vía de acceso a predio el futuro – acceso a torres 19-20-21.....	95
Tabla 3-17 Descripción detallada V7 – desvío ruta nacional 4305 (K9+595) – vía de acceso a predio hacienda San Felipe – acceso a torres 8-13 .....	99
Tabla 3-18 Descripción detallada V8 – desvío ruta nacional 4305 (K10+335) – carrera 1 San Felipe -Subestación eléctrica San Felipe.....	106
Tabla 3-19 Descripción detallada V9 – desvío ruta nacional 4305 (K10+665) – vía a Subestación San Felipe – acceso a torres 1-7.....	111
Tabla 3-20 Fases y Actividades del Proyecto .....	126
Tabla 3-21 Características del proyecto .....	131
Tabla 3-22 Valores mensuales del recurso Solar.....	133
Tabla 3-23 Actividades técnicas para mantenimiento y/o adecuación de vías existentes .....	135
Tabla 3-24 Especificaciones técnicas generales para la construcción de vías internas .	137
Tabla 3-25. Acceso a estructuras T-01 y T-02 tramo de vía V9 .....	138
Tabla 3-26. Acceso a estructuras T-03 y T-07 tramo de vía V9 .....	139
Tabla 3-27. Acceso a estructuras T-08 y T-13 tramo de vía V7 .....	140
Tabla 3-28. Acceso a estructuras T-14 y T-17 tramo de vía V6 .....	141
Tabla 3-29. Acceso a estructuras T-18 tramo de vía V6.....	142
Tabla 3-30. Acceso a estructuras T-19 tramo de vía V6.1 .....	143
Tabla 3-31. Acceso a estructuras T20 – T22 tramo de vía V6.1 .....	144
Tabla 3-32. Acceso a estructuras T23 – T24 Ruta nacional 4305.....	145
Tabla 3-33. Acceso a estructuras T25 – T27 Ruta nacional 4305.....	146
Tabla 3-34. Acceso a estructuras T28 – T29 Ruta nacional 4305.....	147
Tabla 3-35 Cálculo aproximado de materiales requeridos para las vías del proyecto ....	148
Tabla 3-36 Tipos de señales viales.....	152
Tabla 3-37 Maquinaria y equipos necesarios para el mejoramiento y construcción de vías .....	153
Tabla 3-38 Cálculo aproximado de volúmenes de movimiento de tierras .....	153
Tabla 3-39 Características de la configuración eléctrica.....	160
Tabla 3-40 Número de mesas a instalar.....	162
Tabla 3-41 Características del inversor .....	163
Tabla 3-42 Cantidad inversores .....	163
Tabla 3-43 Características del transformador de potencia .....	165
Tabla 3-44 Características del centro de transformación.....	165
Tabla 3-45 Cantidades centros de transformación.....	166

Tabla 3-46 Equipos principales a instalar .....	166
Tabla 3-47 - Longitudes Zanjas MT y BT.....	171
Tabla 3-48 características Generales de la Línea de Transmisión.....	172
Tabla 3-49. Coordenadas puntos de partida y llegada de la línea.....	173
Tabla 3-50 Características de la línea de transmisión.....	174
Tabla 3-51 Características de la línea de transmisión.....	174
Tabla 3-52 Características Cable de Guarda.....	174
Tabla 3-53 Características Cable de fase.....	175
Tabla 3-54 Tabla de estructuras .....	176
Tabla 3-55 Granulometría de la arena.....	181
Tabla 3-56 Infraestructura asociada al proyecto. ....	188
Tabla 3-57. Diseño del Baden Trapezoidal.....	189
Tabla 3-58. Ancho de contacto y el pavimento .....	191
Tabla 3-59 Mano de obra requerida por fases. ....	198
Tabla 3-60 Volúmenes descapote, corte y relleno .....	201
Tabla 3-61 Equipos requeridos durante la construcción del parque fotovoltaico.....	201
Tabla 3-62 Equipos requeridos Línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe.....	202
Tabla 3-63. Consumo de agua por fase. ....	203
Tabla 3-64. Materiales de construcción por infraestructura .....	204
Tabla 3-65 Aprovechamiento por cobertura y bioma.....	205
Tabla 3-66. Material sobrante .....	205
Tabla 3-67 Clasificación de residuos sólidos domésticos .....	207
Tabla 3-68 Clasificación de residuos sólidos industriales .....	208
Tabla 3-69 Cantidad de residuos sólidos domésticos a generar por etapas .....	208
Tabla 3-70 Costos Asociados al Proyecto .....	209
Tabla 3-71 Cronograma de actividades del proyecto .....	210



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1 Localización general del proyecto.....	9
Figura 3-2 Ruta nacional 50A Bogotá – Facatativá – Alban – San Juan de Río Seco – Armero (Guayabal)– Ruta nacional 43 – Inspección San Felipe .....	16
Figura 3-3 Ruta nacional 50A – Mosquera – Ruta nacional 21 Tena - La Mesa – Anapoima – Apulo – Tocaima – Girardot – Ruta nacional 40 Gualanday – Ibagué – Ruta nacional 43 Alvarado – Venadillo – Armero (Guayabal) – Inspección San Felipe .....	17
Figura 3-4 Ruta nacional 50 – La Vega – Villeta – Guaduas – Honda – Mariquita – Ruta nacional 4305 – Inspección San Felipe .....	21
Figura 3-5 Vías de acceso y movilidad área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 hacia la subestación San Felipe .....	32
Figura 3-6 Perfil del horizonte.....	134
Figura 3-7 Sección de la vía .....	138
Figura 3-8 Sección tipo propuesta para canales .....	155
Figura 3-9 Sección de vista frontal y lateral para tipo propuesta para canales escalonados .....	156
Figura 3-10 Diseño de obras hidráulicas del predio Hacienda el Coco.....	157
Figura 3-11 Módulo fotovoltaico JKM610N-66HL4M-BDV .....	158
Figura 3-12 Características del panel solar .....	159
Figura 3-13 Ubicación paneles solares .....	161
Figura 3-14 Ejemplo mesa fija .....	162
Figura 3-15 Ejemplo inversor de string.....	163
Figura 3-16 Centro de transformación.....	164
Figura 3-17 Ejemplo de un transformador de potencia.....	165
Figura 3-18 Ubicación Subestación elevadora.....	167
Figura 3-19 Esquema conexión string.....	168
Figura 3-20 Conexión Strings – Inversor .....	168
Figura 3-21 Conexión inversores - Centro de Transformación.....	169
Figura 3-22 Sección transversal banco ductos BT .....	170
Figura 3-23 Sección transversal banco ductos MT .....	170
Figura 3-24 Conexión Centros de Transformación - Subestación elevadora .....	172
Figura 3-25 Trazado línea de transmisión a 115 kV.....	173
Figura 3-26 Silueta estructuras a emplear.....	178
Figura 3-27 Tendido de Línea 115 kV .....	179
Figura 3-28 Cimentación tipo zapata.....	182
Figura 3-29 Cimentación tipo pila cuadrada .....	182
Figura 3-30 Esquema operación.....	184
Figura 3-31 Vías Internas a construir .....	187
Figura 3-32. Badén de referencia.....	189
Figura 3-33. Camión de diseño C3 .....	191
Figura 3-34 Ancho de contacto y el pavimento .....	191
Figura 3-35. Diseño sugerido del baden trapezoidal .....	192

Figura 3-36 Infraestructura temporal.....	193
Figura 3-37 Cruce de infraestructura temporal y permanente con líneas eléctricas de media y baja tensión .....	194
Figura 3-38 Cruce de infraestructura temporal y permanente con redes de oleoductos..	196
Figura 3-39 Histograma mano de obra.....	200
Figura 3-40 Organigrama fase constructiva.....	214
Figura 3-41 Organigrama fase de operación y mantenimiento .....	214

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 3-1 Aeropuerto Internacional el Dorado .....	11
Fotografía 3-2 Aeropuerto Perales Ibague .....	11
Fotografía 3-3 Peaje Alvarado, Ibagué – Venadillo .....	18
Fotografía 3-4 Puente sobre quebrada Alvarado, Ibagué – Venadillo .....	18
Fotografía 3-5 Municipio de Alvarado, ruta nacional 4305.....	18
Fotografía 3-6 Puente Quebrada la Caima, Alvarado – Venadillo, Ruta nacional 4305....	19
Fotografía 3-7 PR 44 ingreso municipio de Venadillo, ruta nacional 4305.....	19
Fotografía 3-8 Municipio de Armero – Guayabal, ruta nacional 4305.....	19
Fotografía 3-9 PR 88 – Ruta nacional 4305 Armero – Inspección San Felipe .....	20
Fotografía 3-10 Desvío ruta nacional 4305 – Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW (Armero Guayabal) .....	20
Fotografía 3-11 Ruta nacional 50.....	21
Fotografía 3-12 Municipio de la Vega Ruta nacional 50 .....	22
Fotografía 3-13 Municipio de Villeta Ruta nacional 50.....	22
Fotografía 3-14 Municipio de Guaduas Ruta nacional 5008 .....	22
Fotografía 3-15 Ruta nacional 5008 ancho de calzada, 8 m.....	23
Fotografía 3-16 Ruta nacional 5008 ancho de calzada, 8 m, municipio de Mariquita .....	23
Fotografía 3-17 Intersección Ruta nacional 5008 y ruta nacional 4305 municipio de Mariquita .....	23
Fotografía 3-18 Ruta nacional 4305 municipio de Mariquita .....	24
Fotografía 3-19 Inspección San Felipe (Armero Guayabal) Ruta nacional 4305 desvío a subestación San Felipe .....	24
Fotografía 3-20 Desvío ruta nacional 4305 – Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW (Armero Guayabal) .....	24
Fotografía 3-21 Municipio de Armero – Guayabal ruta nacional 4503.....	25
Fotografía 3-22 Antiguo trazado línea férrea (V2.1) paralelo a ruta nacional 4305 .....	117
Fotografía 3-23 Antiguo trazado línea férrea (V2.1) paralelo a ruta nacional 4305 .....	117
Fotografía 3-24 Poste interconexión línea eléctrica baja tensión Enertolima, hacienda el Coco .....	118
Fotografía 3-25 Poste interconexión línea eléctrica con transformador Enertolima, hacienda el Coco.....	119
Fotografía 3-26 Poste interconexión línea eléctrica con transformador Enertolima, hacienda el Coco.....	119
Fotografía 3-27 Subestación San Felipe, Celsia .....	119

---

Fotografía 3-28 Poste tipo R4 interconexión líneas eléctricas cercana a subestación eléctrica San Felipe.....	120
Fotografía 3-29 Líneas eléctrica cercanas a trazado línea de transmisión propuesta ....	120
Fotografía 3-30 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, torre 7 .....	121
Fotografía 3-31 Líneas eléctricas cercanas a trazado línea de transmisión propuesta...	121
Fotografía 3-32 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, torre 10 .....	122
Fotografía 3-33 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, paralela a línea existente entre torres 17-18.....	123
Fotografía 3-34 Poste paralelo (interconexión fincas entre torres 22-23) a trazado línea eléctrica de transmisión propuesta y ruta nacional 4305 .....	124
Fotografía 3-35 Poste línea paralela a trazado línea eléctrica de transmisión propuesta	125
Fotografía 3-36 Cruce línea electrica de transmisión con línea existente paralela a ruta nacional 4305 entre torres 27-28 .....	125

### 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

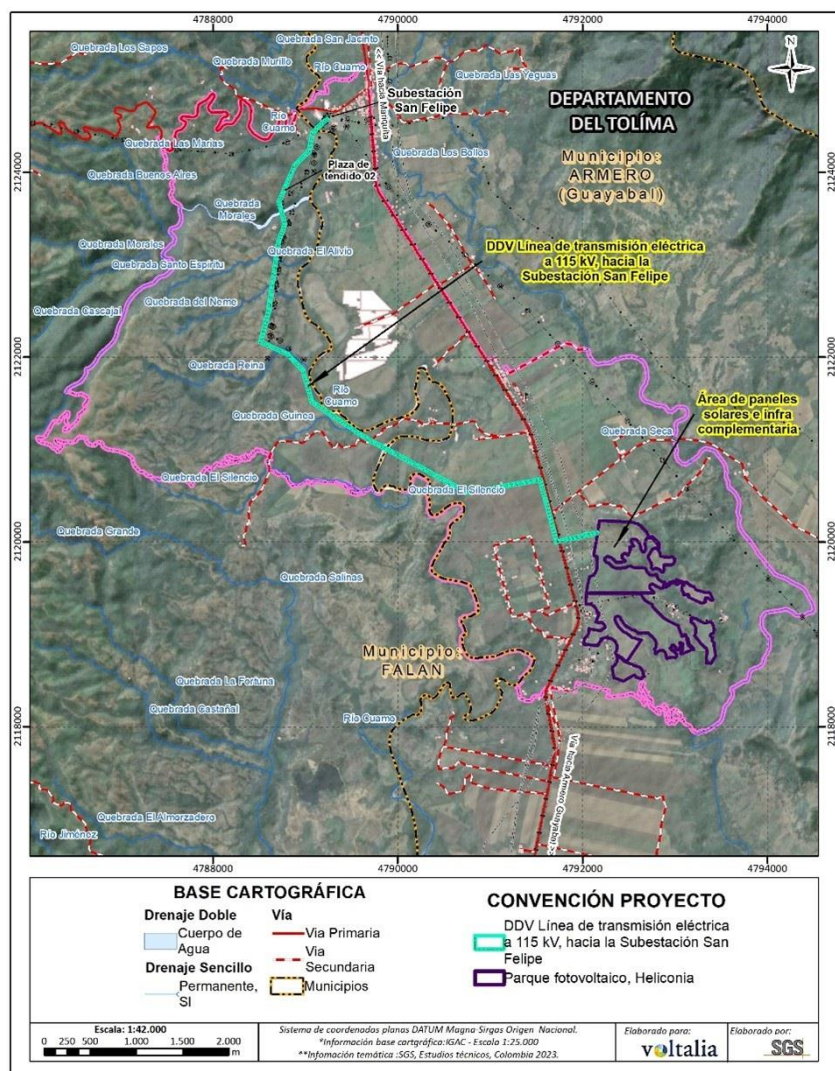
El presente capítulo contiene la descripción y características técnicas del proyecto denominado "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", considerando para ello los lineamientos establecidos en los TÉRMINOS DE REFERENCIA ESPECÍFICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO PARQUE SOLAR HELICONIA 60 MW Y SU LÍNEA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA DE 115 kV.

En el documento se indica, entre otros aspectos, la localización general, etapas y actividades, accesos, infraestructura a construir, equipos y tecnologías a utilizar, costos, cronograma y organización del proyecto, así como las necesidades de recursos físicos, de personal, insumos y materiales.

#### 3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe" se prevé desarrollar en los municipios de Armero-Guayabal y Falan en el departamento de Tolima, bajo jurisdicción de la autoridad ambiental Corporación Autónoma Regional del Tolima – CORTOLIMA. Contempla la construcción y operación de un parque solar y una línea de transmisión conforme se señala en la Figura 3-1 y Tabla 3-1.

Figura 3-1 Localización general del proyecto



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-1 Coordenadas localización estructuras asociadas a la línea de transmisión

ESTRUCT. No.	COORDENADAS	
	Sistema de coordenadas (Origen Único Nacional)	
	NORTE	ESTE
1	2.124.571,344	4.789.236,906
2	2.124.538,374	4.789.188,802
3	2.124.427,825	4.789.081,481
4	2.124.228,684	4.789.041,021
5	2.124.077,833	4.788.890,169
6	2.123.894,295	4.788.809,452
7	2.123.680,874	4.788.715,617

ESTRUCT. No.	COORDENADAS	
	Sistema de coordenadas (Origen Único Nacional)	
	NORTE	ESTE
8	2.123.437,766	4.788.780,532
9	2.123.249,035	4.788.713,268
10	2.122.964,216	4.788.673,385
11	2.122.723,157	4.788.633,557
12	2.122.503,225	4.788.607,013
13	2.122.164,975	4.788.520,239
14	2.122.031,115	4.788.811,975
15	2.121.853,396	4.788.977,699
16	2.121.517,827	4.789.071,923
17	2.121.305,225	4.789.386,218
18	2.121.122,641	4.789.662,823
19	2.120.923,882	4.790.031,120
20	2.120.701,855	4.790.442,547
21	2.120.533,570	4.790.754,369
22	2.120.580,601	4.791.021,234
23	2.120.628,407	4.791.293,654
24	2.120.672,594	4.791.543,645
25	2.120.475,986	4.791.595,691
26	2.120.170,326	4.791.676,587
27	2.120.001,892	4.791.721,170
28	2.120.047,367	4.791.934,889
29	2.120.094,786	4.792.155,721

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Las coordenadas de estructuras asociadas al parque solar se pueden consultar en el **Anexo3Descripción del proyecto/Coordenadas Áreas de Intervención**.

## 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 3.2.1 Infraestructura Existente

El principal medio de transporte para el ingreso al Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe es el terrestre, a través de la red vial nacional y departamental de Tolima, sin embargo, también se cuenta con infraestructura aeroportuaria que permite el acceso a inmediaciones del proyecto para posteriormente movilizarse por vía terrestre.

#### 3.2.1.1 Transporte Aéreo



Para acceder al Proyecto Parque Solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe tomando como punto de referencia la ciudad de Bogotá, existe una opción principal que corresponde a el aeropuerto nacional Perales ubicado en la ciudad de Ibagué (capital del departamento del Tolima), a partir de este punto se debe tomar vía terrestre con dirección noreste atravesando los municipios de Alvarado, Venadillo para ingresar a Armero Guayabal. El vuelo tiene una duración aproximada de 50 minutos y se ofrecen diferentes ofertas de empresas del sector. (Fotografía 3-1 y Fotografía 3-2)

**Fotografía 3-1 Aeropuerto Internacional el Dorado**



Fuente: Aerocivil.gov.co

**Fotografía 3-2 Aeropuerto Perales Ibague**



Fuente: Aerocivil.gov.co

### 3.2.1.2 Vías de acceso al proyecto

La movilización de personal para la construcción de la infraestructura asociada al Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, se realizará por medio terrestre tomando como referencia las ciudades de (Ibagué (Capital del Departamento del Tolima) y la ciudad de Bogotá (Distrito Capital)).

A nivel nacional para acceder los componentes del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe por vía terrestre, se tienen las siguientes opciones:

1. La primera opción es partiendo desde la ciudad de Cartagena, siguiendo la ruta Turbaco – San Juan Nepomuceno – Magangué – Mompox – Guamal – El Banco – Aguachica – San Alberto – Barrancabermeja - Puerto Boyacá – La Dorada – Honda – Mariquita – Inspección San Felipe. Ruta nacional 45 (ruta del sol sector 2 y 3).
2. La segunda opción es partiendo desde la ciudad de Barranquilla, siguiendo la ruta Barranquilla – Ciénega – Aracataca – Fundación – Bosconia – Curumaní – Pailitas - Aguachica – San Alberto – Barrancabermeja - Puerto Boyacá – La Dorada – Honda – Mariquita – Inspección San Felipe. Ruta nacional 90 y 45 (ruta del sol sector 2 y 3).
3. La tercera opción es desde la ciudad de Santa Marta, tomando la ruta Santa Marta – Ciénega – Ciénega – Aracataca – Fundación – Bosconia – Curumaní – Pailitas - Aguachica – San Alberto – Barrancabermeja - Puerto Boyacá – La Dorada – Honda – Mariquita – Inspección San Felipe. Ruta nacional 90 y 45 (ruta del sol sector 2 y 3).

Las tres rutas son opciones viables para el transporte de los paneles solares y los demás equipos, únicamente dependerá del puerto que se elija para su llegada. Estas vías son de carácter primario según la caracterización del Instituto Nacional De Vías (INVIAS), y se encuentran en buenas condiciones de transitabilidad. En la actualidad se están realizando diversos trabajos de mantenimiento y mejora sobre algunas de las calzadas. No obstante, se permite el tráfico de vehículos pesados por estas rutas.

Los vehículos asociados a estos desplazamientos no sobrepasarán los límites de velocidad, límites de carga de las vías por donde circulen y cumplirán con las leyes colombianas aplicables. El transporte de personal se realizará por transporte aéreo y/o terrestre apropiados y acondicionados para este fin, cumpliendo con todas las normas referentes a seguridad, salud en el trabajo y medio ambiente.

#### 3.2.1.2.1 Tipo y clasificación de vías

Se realiza descripción de las vías que se utilizarán para acceder al Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe; en el cual se relacionan las características generales de los medios de transporte, que permitirán el acceso desde la ciudad de Bogotá, hacia el área de influencia del proyecto, y se presentan los resultados del recorrido que se realizó a cada



una de las vías de movilidad para llegar a cada una de las áreas del proyecto, describiendo así su estado actual, características principales y la categorización a la que pertenecen según INVIAS e IGAC. Además, se describen las vías internas que pueden ser utilizadas por el desarrollo del proyecto.

Con el fin de realizar la descripción de las vías asociadas del proyecto de infraestructura de transporte, se adoptó la clasificación realizada por el Ministerio de Transporte (MinTransporte) y el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), esta clasificación tiene en cuenta la funcionalidad y el tipo de terreno, en la **Tabla 3-2** se relaciona la clasificación de vías, según la entidad anteriormente mencionada.

**Tabla 3-2 Clasificación de vías según INVIAS**

CLASIFICACIÓN DE VÍAS SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS):	
<b>Funcionalidad:</b> Determinada según la necesidad operacional de la carretera o de los intereses de la nación en sus diferentes niveles	<b>Primarias:</b> Son aquellas troncales, transversales y accesos a capitales de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países.  Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas y para ser consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas.
	<b>Secundarias:</b> Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera primaria.  Las carreteras consideradas como secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado.
	<b>Terciarias:</b> Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías secundarias.
	<b>Terreno Plano:</b> Tiene pendientes transversales al eje de la vía menores de cinco grados (5°). Exige el mínimo movimiento de tierras durante la construcción por lo que no presenta dificultad ni en su trazado ni en su explanación. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%).  Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos
<b>Tipo de Terreno:</b> Determinada por la topografía predominante en el tramo en estudio, es decir que a lo largo del proyecto pueden presentarse tramos homogéneos en diferentes tipos de terreno.	<b>Terreno Ondulado:</b> Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre seis y trece grados (6° - 13°). Requiere moderado movimiento de tierras durante la construcción, lo que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales se encuentran entre tres y seis por ciento (3% - 6%).  Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de las de los vehículos livianos, sin que esto los lleve a operar a velocidades sostenidas en rampa por tiempo prolongado.

CLASIFICACIÓN DE VÍAS SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS):	
	<p><b>Terreno Montañoso:</b> Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre trece y cuarenta grados (13° - 40°). Generalmente requiere grandes movimientos de tierra durante la construcción, razón por la cual presenta dificultades en el trazado y en la explanación. Sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre seis y ocho por ciento (6% - 8%).</p> <p>Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a velocidades sostenidas en rampa durante distancias considerables y en oportunidades frecuentes.</p> <p><b>Terreno Escarpado:</b> Tiene pendientes transversales al eje de la vía generalmente superiores a cuarenta grados (40°). Exigen el máximo movimiento de tierras durante la construcción, lo que acarrea grandes dificultades en el trazado y en la explanación, puesto que generalmente los alineamientos se encuentran definidos por divisorias de aguas. Generalmente sus pendientes longitudinales son superiores a ocho por ciento (8%).</p> <p>Conceptualmente, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en rampa que en aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas y en oportunidades frecuentes."</p>

Fuente: tomado de MinTransporte e INVIAS (2008)

Además, se consideraron los tipos de vías definidos en el "Catálogo de Objetos Geográficos para la Cartografía Básica de Colombia" (2023), realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), descrita en la **Tabla 3-3**.

**Tabla 3-3 Clasificación de vías según IGAC**

TIPO	DEFINICIÓN	SUPERFICIE	OBSERVACIONES
Tipo 1	Vías que pueden tener una o dos calzadas, cada una con dos o más carriles, de 5 a 8 metros de ancho, y están pavimentadas.	Pavimentada	Transitable durante todo el año
Tipo 2	Vías que pueden tener una o dos calzadas, cada una con dos o más carriles, de 5 a 8 metros de ancho, y están pavimentadas.	Pavimentada	Transitable durante todo el año
Tipo 3	Vías pavimentadas que tienen un carril de 2 a 5 metros de ancho.	Pavimentada o en afirmado	Transitable durante todo el año
Tipo 4	Vías sin pavimentar en afirmado y de un solo carril de 2 a 5 metros de ancho.	En afirmado	Transitable durante todo el año
Tipo 5	Carreteables a nivel del terreno natural sin mantenimiento periódico.	Sin pavimentar	Transitable en tiempo seco
Tipo 6	Camino se ven representadas por los caminos de herradura o las huellas dejadas por el tránsito de vehículos. También son conocidas como caminos.	-	-
Tipo 7	Senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.	-	-

Fuente: Catálogo de objetos geográficos, IGAC 2021.

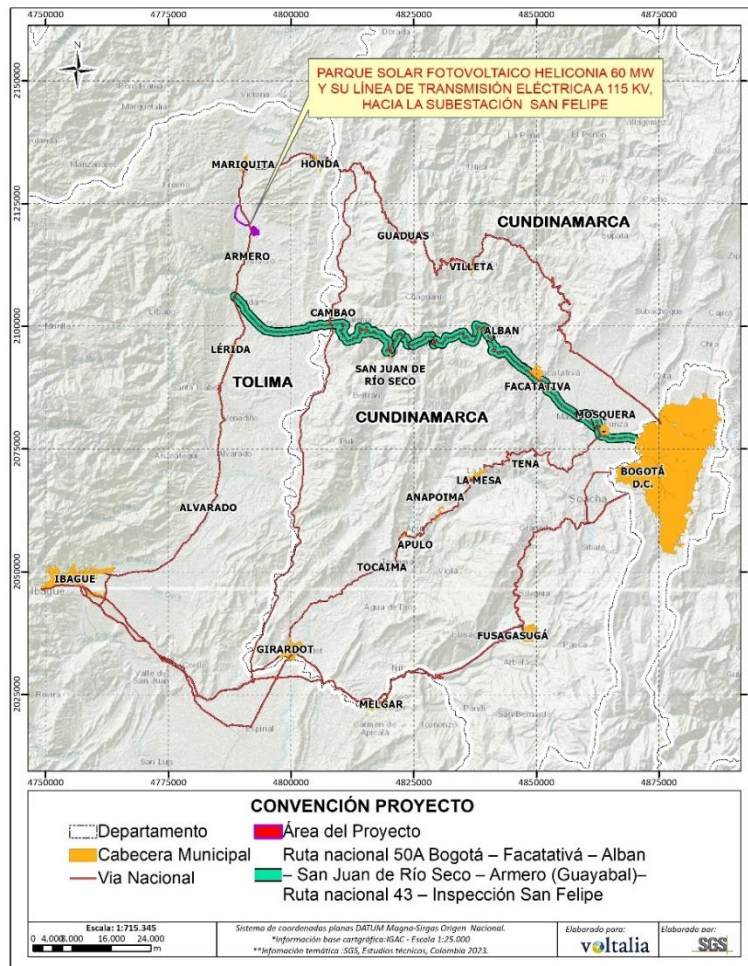
Para el desarrollo del Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, partiendo de la ciudad de

Bogotá como referencia general, se puede tomar 3 rutas principales que corresponden a vías nacionales de orden primario, prestando buenas condiciones de transitabilidad para una ejecución adecuada del proyecto.

- A. Ruta nacional 50A Bogotá – Facatativá – Alban – San Juan de río seco – Armero (Guayabal) ruta nacional 43 – Corregimiento de San Felipe

Esta vía corresponde a una vía nacional de orden primario tipo 1 (IGAC), y es una vía transversal que atraviesa el país de oriente a occidente. Para el desarrollo del proyecto se puede se parte de la ciudad de Bogotá con dirección al noroccidente atravesando los municipios de Mosquera, Madrid, Facatativá, Albán, Bituima, San Juan de Río seco, Cambao, hasta la intersección con la ruta nacional 43 donde se toma la vía con dirección al norte hacia el municipio de Armero (Guayabal) posteriormente hasta la inspección San Felipe punto de inicio línea de transmisión en la estación San Felipe operada por Celsia. Este recorrido tiene una duración de 4:00 horas y una longitud aproximada de 180 km partiendo del límite urbano de la ciudad de Bogotá. (Ver **Figura 3-2**).

**Figura 3-2 Ruta nacional 50A Bogotá – Facatativá – Alban – San Juan de Río Seco – Armero (Guayabal)– Ruta nacional 43 – Inspección San Felipe**



**Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024**

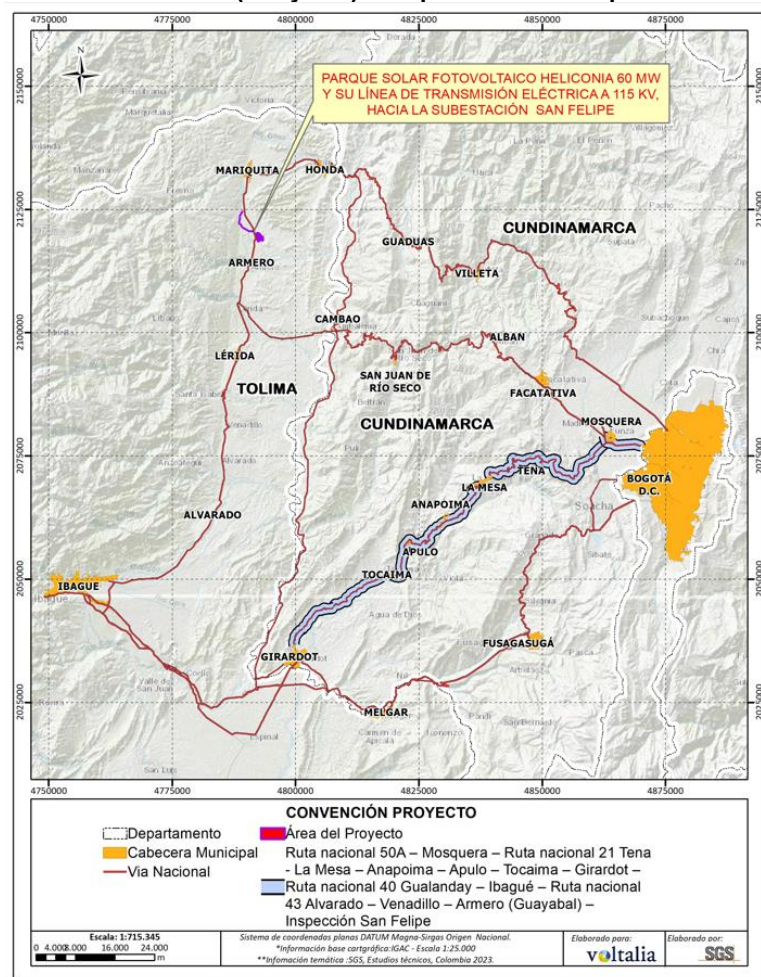
- B. Ruta nacional 50A Bogotá – Mosquera – Ruta nacional 21 Tena – La Mesa – Anapoima – Apulo – Tocaima – Girardot – Ruta nacional 40 Gualanday – Ibagué – Ruta nacional 43 Alvarado – Venadillo – Armero (Guayabal) – Inspección San Felipe

Este acceso desde la ciudad de Bogotá perímetro casco urbano (sector oeste Fontibón) se toma la ruta nacional 50A hasta el municipio de Mosquera donde se toma la ruta nacional 21 con dirección al oeste atravesando los municipios de Tena, La mesa, Anapoima, Apulo, Tocaima, Girardot, Gualanday, Ibagué hasta la intersección con la ruta nacional 43 donde se toma con dirección al norte pasando por el municipio de Alvarado, Venadillo y posteriormente llegando al municipio de Armero (Guayabal) y se continua hasta el corregimiento de San Felipe donde se va a desarrollar el Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la



Subestación San Felipe. Este recorrido se desarrolla sobre vías nacionales de orden primario tipo 1 IGAC, tiene una duración de 6:20 horas y una distancia de 320 km. (Ver Figura 3-3).

**Figura 3-3 Ruta nacional 50A – Mosquera – Ruta nacional 21 Tena - La Mesa – Anapoima – Apulo – Tocaima – Girardot – Ruta nacional 40 Gualanday – Ibagué – Ruta nacional 43 Alvarado – Venadillo – Armero (Guayabal) – Inspección San Felipe**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

**Fotografía 3-3 Peaje Alvarado, Ibagué – Venadillo**

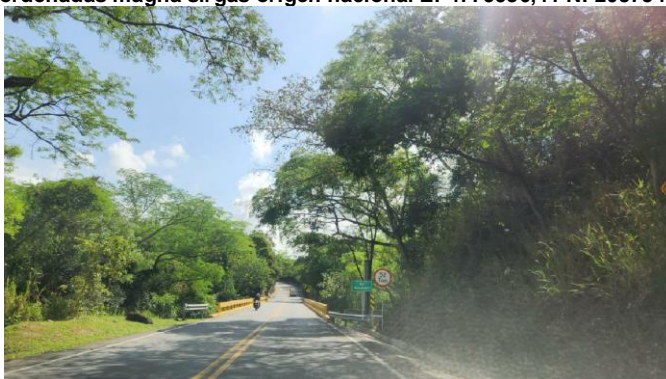
Coordenadas magna sirgas origen nacional E: 4779126,38 N: 2056421,63



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-4 Puente sobre quebrada Alvarado, Ibagué – Venadillo**

Coordenadas magna sirgas origen nacional E: 4779936,41 N: 2057540,83



Coordenadas magna sirgas origen nacional E: 4779936,41 N: 2057540,83

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-5 Municipio de Alvarado, ruta nacional 4305**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4783187,20 N: 2063028,28



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-6 Puente Quebrada la Caima, Alvarado – Venadillo, Ruta nacional 4305**

**Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4784747,71 N: 2065928,49**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-7 PR 44 ingreso municipio de Venadillo, ruta nacional 4305**

**Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4785680,69 N: 2078369,31**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-8 Municipio de Armero – Guayabal, ruta nacional 4305**

**Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4790776,79 N: 2114356,85**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



**Fotografía 3-9 PR 88 – Ruta nacional 4305 Armero – Inspección San Felipe**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791542,02 N: 2116892,18



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-10 Desvío ruta nacional 4305 – Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW (Armero Guayabal)**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789688,12 N: 2124972,24



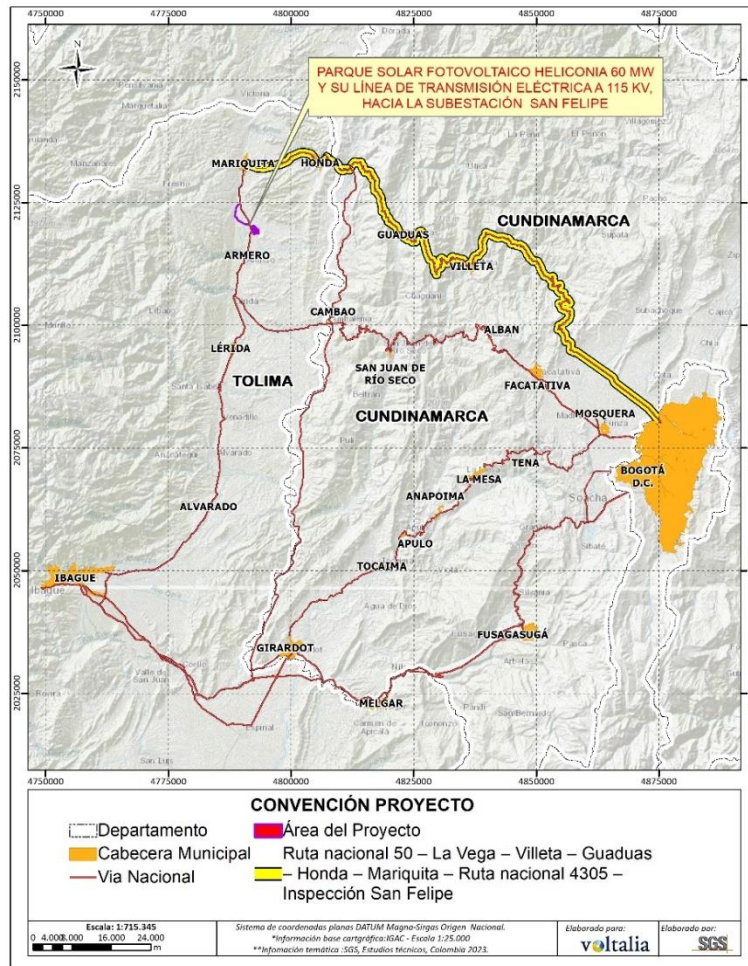
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**C. Ruta nacional 50 - La Vega – Villeta – Guaduas – Honda – Mariquita – Ruta nacional 4305 – Inspección San Felipe**

Este acceso desde la ciudad de Bogotá parte del perímetro casco urbano (sector noroeste) se toma la ruta nacional 50 atravesando los municipios de La Vega, Villeta, Guaduas, Honda, Mariquita hasta la intersección con la ruta nacional 4305 donde se toma al sur con destino al municipio de Armero (Guayabal) municipio en el cual se va a ejecutar el Proyecto Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe. Este recorrido se desarrolla sobre vías nacionales de orden primario tipo 1 IGAC, tiene una duración de 3:38 horas y una distancia de 174 km. (Ver **Fotografía 3-11** a **Fotografía 3-21**).



**Figura 3-4 Ruta nacional 50 – La Vega – Villeta – Guaduas – Honda – Mariquita – Ruta nacional 4305 – Inspección San Felipe**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

### Fotografía 3-11 Ruta nacional 50

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4855019,93 N: 2103928,31



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-12 Municipio de la Vega Ruta nacional 50**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4851410,19 N: 2110586,42



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-13 Municipio de Villeta Ruta nacional 50**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4835686,83 N: 2112096,78



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-14 Municipio de Guaduas Ruta nacional 5008**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4822405,19 N: 2118669,45



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-15 Ruta nacional 5008 ancho de calzada, 8 m**  
Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4809703,09 N: 2132233,10



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-16 Ruta nacional 5008 ancho de calzada, 8 m, municipio de Mariquita**  
Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791917,39 N: 2132574,74



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-17 Intersección Ruta nacional 5008 y ruta nacional 4305 municipio de Mariquita**  
Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4790786,82 N: 2132879,83



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



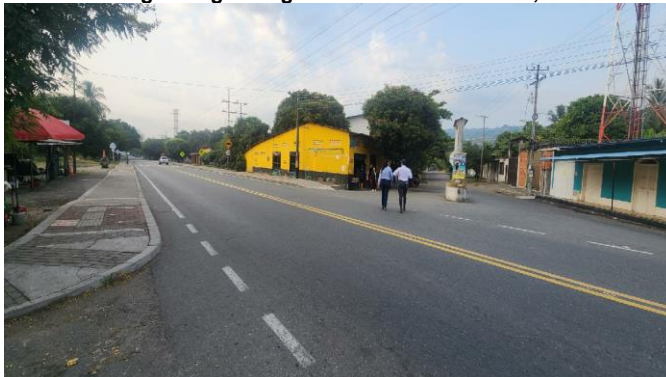
**Fotografía 3-18 Ruta nacional 4305 municipio de Mariquita**  
Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4790236,61 N: 2130912,99



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-19 Inspección San Felipe (Armero Guayabal) Ruta nacional 4305 desvío a subestación San Felipe**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789688,12 N: 2124972,24



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-20 Desvío ruta nacional 4305 – Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW (Armero Guayabal)**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789688,12 N: 2124972,24



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-21 Municipio de Armero – Guayabal ruta nacional 4503**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791065,52 N: 2114934,30



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

### **3.2.1.2.2 Estado actual de las vías e infraestructura de transporte**

El principal acceso al proyecto parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW partiendo del municipio de Armero – Guayabal corresponde a la ruta nacional 4305 de la cual se desprende una vía terciaria que permite el acceso al predio Hacienda el Coco, lugar en el cual se va a implantar el parque solar. Así mismo a partir de la ruta nacional 4305 se bifurcan las principales vías que permiten el acceso a la línea eléctrica de transmisión a 115 kV.

Es importante resaltar que a esta vía no se le realiza una caracterización al 100% por tratarse de una vía de orden primario nacional tipo 1 a cargo del estado.

A continuación, se presenta una descripción general del tramo de la ruta nacional 4305 comprendido entre el municipio de Armero – Guayabal y la inspección San Felipe.

**Tabla 3-4 Descripción general Ruta nacional 4305 entre el municipio de Armero – Guayabal y la inspección San Felipe**

RUTA NACIONAL 4305 ARMERO (GUAYABAL) – INSPECCIÓN SAN FELIPE				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
10,665 km		Punto Inicial: Salida área urbana municipio Armero – Guayabal Punto Final: Inspección San Felipe		BUENO
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS			
Tipo 1	Primaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo, Camión Doble Troque, Tracto camión de tres ejes con semirremolque de dos ejes, Tracto camión de tres ejes con semirremolque de tres ejes.	PLANA	
			ANCHO DE VÍA (m)	
			8,0	

TRAYECTO RUTA NACIONAL 4305 ARMERO (GUAYABAL) – INSPECCIÓN SAN FELIPE

La Ruta nacional 4503 tomando como punto de referencia la salida del municipio de Armero – Guayabal con dirección al norte hacia la Inspección de la vereda San Felipe. Esta vía presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura en buenas condiciones de transitabilidad, cuenta con obras de arte, señalización vertical y horizontal con un ancho de calzada de 8 m con bermas en los dos costados.

De esta vía se desprenden los principales accesos al predio donde se va a implantar el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y a su vez las vías que permiten el acceso al DDV de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV propuesta.

PERFIL LONGITUDINAL

Salida Municipio Armero – Guayabal

Gráfico

Min.: Prom.: Máx.: Elevación 282, 316, 374 m

Totales del rango: Distancia: 10.7 km | Ganancia/Pérd. de elev.: 127 m, -34.7 m | Inclinación máx.: 4.9%, -4.5% | Inclinación prom.: 1.6%, -1.0%

374 m

350 m

325 m

300 m

282 m

1 km

2 km

3 km

4 km

5 km

6 km

7 km

8 km

9 km

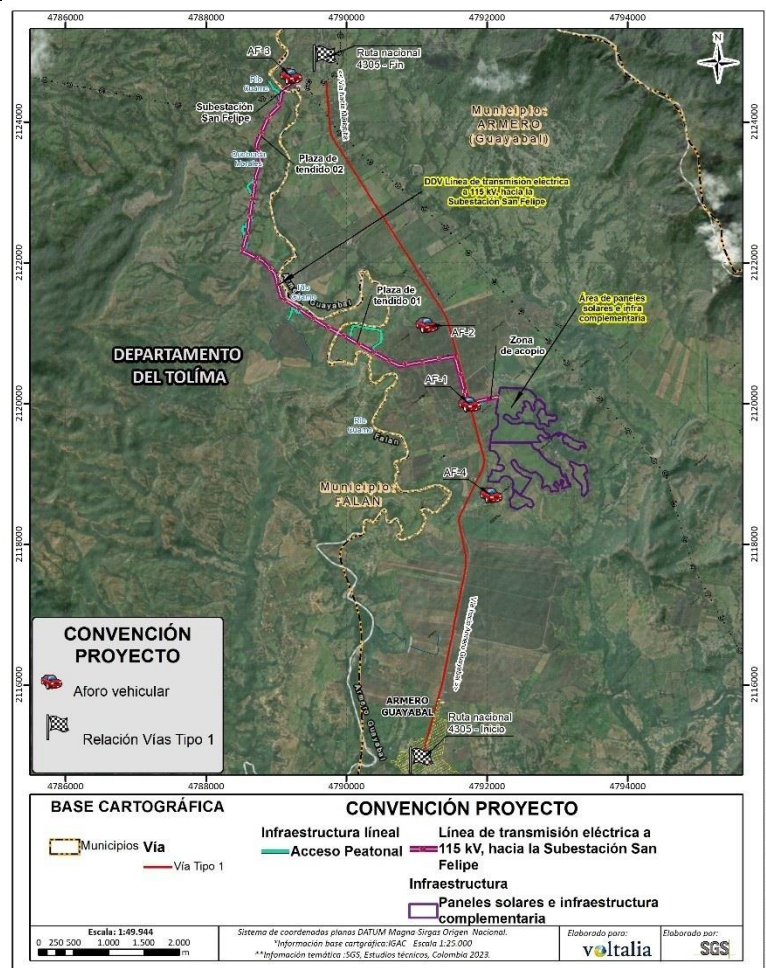
10 km

10.7 km




1.3%

Inspección San Felipe




**ruta nacional 4305 ARMERO (GUAYABAL) – INSPECCIÓN SAN FELIPE**






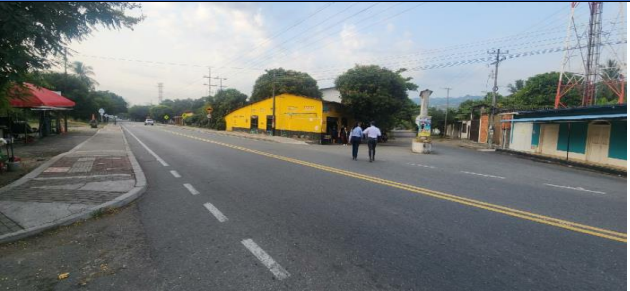


ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
Ruta 4305	K0+000	Salida municipio de Armero – Guayabal, PR 86 ruta nacional 4305	Buenas condiciones de transitabilidad	8	-	-	4791065,52	2114934,30	
Ruta 4305	K2+040	Vía de orden primario nacional (INVIAS) tipo 1 (IGAC), estructura de terraplén con señalización vertical y horizontal	Buenas condiciones de transitabilidad	8	-	-	4791542.02	2116892.18	
Ruta 4305	K4+105	Bifurcación de la ruta nacional 4305 a la derecha a caserío Verena nuevo horizonte acceso a perímetro cerramiento Parque Solar, fotografía en sentido contrario al avance	Bifurcación a la derecha a caserío vereda Nuevo horizonte, perímetro parque solar	8	-	-	4791846,88	2118880,38	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
Ruta 4305	K4+510	Bifurcación de la ruta nacional 4305 a la derecha a Hacienda el coco, predio de implantación Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado derecho acceso a Hacienda el Coco	-	-	-	4791933,53	2119342,54	
Ruta 4305	K5+170	ruta nacional 4305 a la derecha a acceso peatonal torres 28, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado derecho acceso a DDV torre 28	-	-	-	4791767,10	2119972,85	
Ruta 4305	K6+320	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso peatonal torres 20 predio Borbón, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 20	-	-	-	4791462,34	2121071,38	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
Ruta 4305	K6+455	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso peatonal torres 18,19 vereda fundadores, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 18-19	-	-	-	4791421,16	2121202,65	
Ruta 4305	K9+595	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso vehicular hacienda San Felipe, DDV Línea de transmisión a 115 kV, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 8-13	-	-	-	4789768,27	2123863,13	
Ruta 4305	K10+335	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso vehicular viviendas San Felipe y subestación eléctrica San Felipe, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a viviendas San Felipe	-	-	-	4789706,16	2124603,18	

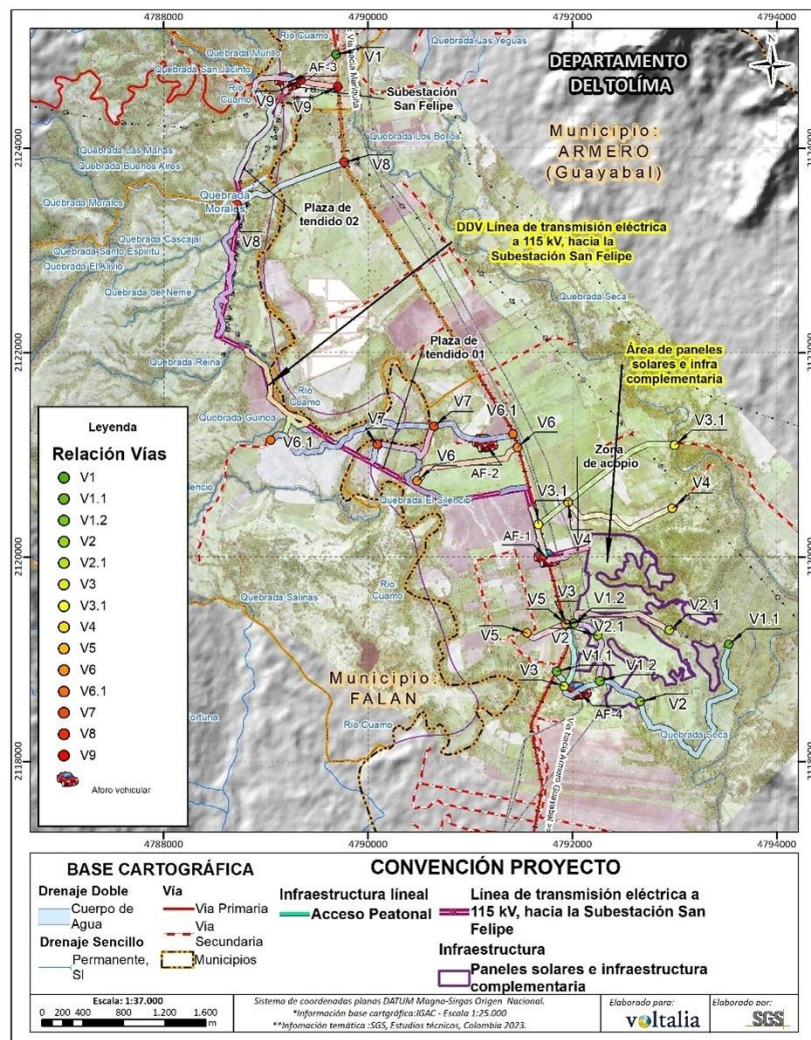
ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
Ruta 4305	K10+665	ruta nacional 4305 a la izquierda vía terciaria, acceso a municipio de Falan, Inspección San Felipe, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a subestación San Felipe y municipio de Falan	-	-	-	4789691,20	2124915,16	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



A continuación, en Figura 3-5 y Tabla 3-5 se presentan las principales características de las vías de acceso (nivel regional) y movilidad interna en el área de influencia del parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe.

**Figura 3-5 Vías de acceso y movilidad área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 hacia la subestación San Felipe**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

**Tabla 3-5 Vías de acceso y movilidad al interior área de influencia del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe**

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
Ruta nacional 4305	1	1	10,665	Inicio	4791065,52	2114934,30	Carpeta asfáltica	Bueno	8,0	Esta vía presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura en buenas condiciones de transitabilidad, cuenta con obras de arte, señalización vertical y horizontal con un ancho de calzada de 8 m con bermas en los dos costados.	✓	✓
				Fin	4789691,20	2124915,16						
V1 - Vía de acceso a caserio vereda Nuevo horizonte – cerramiento perimetral predio hacienda el Coco – empresa productora de Limón (La esperanza)	3	3 - 4	3,320	Inicio	4791837,63	2118877,34	Carpeta asfáltica – afirmado	Regular	4,0 - 6,0	Corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 3-4 (IGAC), el tramo inicial de la vía presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura con un ancho promedio de 6 m con cunetas en concreto, y obras para el manejo de aguas de escorrentía. Esta vía a partir del K0+570 cambia su estructura y su tipificación debido a la superficie de rodadura y a que no	✓	X
				Fin	4793527.49	2119138.38						

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
										cuenta con obras para el manejo de aguas de escorrentía.		
V1.1 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía V2	3	4	0,756	Inicio	4792018,36	2119346,48	Afirmado	Regular	4,0	corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC) con material de afirmado como rodadura en la mayor parte de su trazado, no tiene obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y tiene establecida una servidumbre actualmente.	✓	X
				Fin	4792270,53	2118777,48						
V1.2 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía V2	3	4	0,343	Inicio	4792929,95	2118656,95	Afirmado	Regular	3,0	Corresponde a un camino privado, tipo 6 (IGAC) huella vehicular a nivel del terreno natural sin mejoramiento, cuenta con servidumbre y se realiza la descripción debido a que se encuentra al interior del área de influencia del proyecto	✓	X
				Fin	4792664,25	2118582,28						

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
V2 – desvío vía ruta nacional 4305 (K4+510) - casa principal hacienda el coco	3	4	1,224	Inicio	4791925,24	2119344,54	Afirmado	Regular	4,0	Corresponde a una vía terciaria (INVIAS) privada tipo 4 (IGAC). Presenta una vía con material de afirmado como superficie de rodadura (crudo de río) suelto, con radios de giro en sus curvas adecuados para el tránsito de vehículos de máximo dos ejes. No cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía.	✓	X
				Fin	4793002,87	2119260,63						
V2.1 – desvío vía V2 (K0+020) – V1 (K0+170)	3	4	0,653	Inicio	4791946,17	2119340,19	Afirmado	Regular	3,0	Esta vía cuenta con relictos de material de afirmado en su superficie con material muy fino, se desarrolla por una topografía plana por el antiguo trazado de una vía férrea existente.	✓	X
				Fin	4791923,00	2118723,96						
V3 – desvío ruta nacional 4503 (K5+510) – Límite área de influencia vereda	3	4	1,598	Inicio	4791672,23	2120308,24	Afirmado	Regular	5,0	Esta vía no permite acceder al área de implantación del Parque Solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, sin embargo, se encuentra al interior del área de influencia del proyecto. Presenta una estructura con	X	X
				Fin	4793000,22	2121092,49						

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
Santa Cecilia										material de afirmado como superficie de rodadura con un ancho de 5,0 m y obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía.		
V3.1 – desvío vía V3 (K0+363) – Caserío vereda Santa Cecilia – La Esperanza – predio San José	3	4	1,206	Inicio	4791946,12	2120533,91	Afirmado- terreno natural	Regular - Malo	3,5	Esta vía cuenta con relictos de material de afirmado en su superficie con material muy fino, se desarrolla por una topografía plana por el antiguo trazado de una vía férrea existente.	X	X
				Fin	4792979,74	2120470,31						
V4 – desvío ruta nacional 4305 (K4+510) al costado derecho – vereda el Paraíso - club rotario	3	4	2,835	Inicio	4791547,07	2119264,16	Afirmado	Regular	5,0	Esta vía cuenta con material de afirmado como superficie de rodadura y un ancho de vía de 5,0 m, sin obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía. Esta vía no permite el acceso ni al parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, ni al derecho de vía de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV propuesta	X	X
				Fin	4791925.63	2119342.49						



ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
V5 – desvío ruta nacional 4305 (K6+320) - vía de acceso potreros predios hacienda Borbón – DDV torre 20	3	6	1,122	Inicio	4791462,34	2121071,38	Terreno natural	Malo	2,5	corresponde a una vía tipo 6 I(IGAC) huella vehicular a nivel del terreno natural, sin obras para el manejo de aguas de escorrentía. Es un camino que permite la comunicación de potreros internos de ganado del predio hacienda el Borbón.	X	✓
				Fin	4790483,19	2120744,62						
V6 – desvío ruta nacional 4305 (K6+455) - vía de acceso vereda fundadores – predio renacer – acceso a torres 14-18	3	4	2,758	Inicio	4791432,17	2121189,54	Afirmado	Regular	4,0	Es una vía de importancia para la construcción de la línea de transmisión eléctrica, presenta regulares condiciones de transitabilidad y corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), que cuenta con material de afirmado como superficie de rodadura un ancho promedio de 4,0 m y algunas obras para el manejo de aguas de escorrentía.	X	✓
				Fin	4789050,83	2121144,35						

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
V6.1 – desvío vía V6 (K0+856) - vía de acceso a predio el futuro – acceso a torres 19- 20-21	3	5	0,808	Inicio	4790645,95	2121276,33	Terreno natural	Regular	3,0	Corresponde a un carreteable a nivel del terreno natural sin mejoramiento, tiene un ancho aproximado de 3,0 y permite el acceso al predio el futuro y potreros cultivos de maíz. Presenta malas condiciones de transitabilidad y no cuenta con obras para el manejo de aguas de escorrentía.	X	✓
				Fin	4790093,30	2121100,59						
V7 – desvío ruta nacional 4305 (K9+595) – vía de acceso a predio hacienda San Felipe – acceso a torres 8-13	3	4	1,157	Inicio	4789774,14	2123852,24	Afirmado	Regular	5,0	Es una vía privada de uso de la hacienda San Felipe, el tramo inicial comprendido entre el K0+000 al K0+172 presenta carpeta asfáltica como superficie de rodadura, a partir de este punto cambia ha afirmado. Gran parte de su trazado cuenta con cunetas perimetrales en concreto y bordillos, obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se desarrolla por una topografía plana a semiondulada.	X	✓
				Fin	4788721,19	2123449,15						

ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
V8 – desvío ruta nacional 4305 (K10+335) – carrera 1 Sn Felipe - Subestación eléctrica San Felipe	3	4	0,375	Inicio	4789339,77	2124661,01	Afirmado	Regular	3,0	corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), que presenta un ancho de vía 3,0 m, con material de afirmado sin obras para el manejo de aguas de escorrentía. Presenta regulares condiciones de transitabilidad y es una vía alterna de acceso a la subestación eléctrica San Felipe, corresponde a la carrera 1 de San Felipe.	X	✓
				Fin	4789709,12	2124598,87						
V9 – desvío ruta nacional 4305 (K10+665) – vía a Subestación San Felipe – acceso a torres 1-7	3	3	0,982	Inicio	4788873,50	2124545,77	Carpeta asfáltica	Regular	6,0	Esta vía corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 3 (IGAC), que hace parte de la red vial del Departamento del Tolima y permite el acceso al municipio de Falan, presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura, obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, con desgaste y daos como fisuras	X	✓
				Fin	4789684,95	2124906,00						



ID VÍA	TIPO VÍA (INVIAS)	TIPO VÍA (IGAC)	LONGITUD ÚTIL PROYECTO	INICIO / FIN	COORDENADAS PLANAS ORIGEN NACIONAL		SUPERFICIE DE RODADURA	ESTADO	ANCHO DE VÍA (m)	OBSERVACIONES	Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW	Línea de transmisión eléctrica a 115 kV
			VÍA (km)		Este	Norte						
										longitudinales, piel de cocodrilo entre otros.		

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024




**Tabla 3-6 Descripción detallada V1 - Vía de acceso a caserío vereda Nuevo horizonte – cerramiento perimetral predio hacienda el Coco – empresa productora de Limón (La esperanza)**

VÍA V1			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
3,320 km		Punto Inicial: Bifurcación ruta nacional 4305 (K4+105) abscisado dado en el proyecto Punto Final: Compañía productora de limón (predio la esperanza)	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 3-4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	SEMIONDULADA
			ANCHO DE VÍA (m)
			6,0 – 4,0

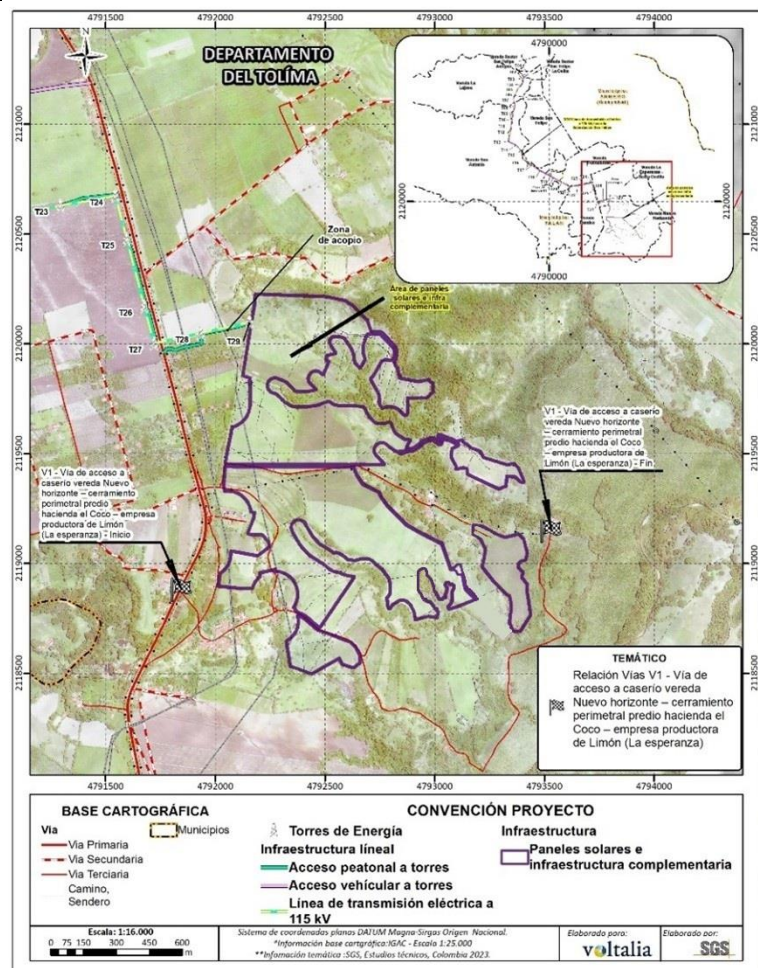
TRAYECTO DE VÍA V1




La vía V1 parte de la ruta nacional 4305 en el K4+105 con dirección al este (vereda Nuevo horizonte) y posteriormente compañía productora de limón. Corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 3-4 (IGAC), el tramo inicial de la vía presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura con un ancho promedio de 6 m con cunetas en concreto, y obras para el manejo de aguas de escorrentía. Esta vía a partir del K0+570 cambia su estructura y su tipificación debido a la superficie de rodadura y a que no cuenta con obras para el manejo de aguas de escorrentía.

Esta vía permite acceder a puntos en los cuales se pretende realizar la implantación de paneles del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, en inmediaciones del cerramiento perimetral de la hacienda el Coco. En general presenta regulares condiciones de transitabilidad y puede ser de utilidad para el proyecto.

PERFIL LONGITUDINAL	
Bifurcación ruta nacional 4305 (k4+105)	<div><div>Gráfico Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 270, 291, 318 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 3.42 km    Ganancia/Pérd. de elev.: -48.9 m, -76.8 m    Inclinación máx.: 11.5%, -11.3%    Inclinación prom.: 3.1%, -3.9%</div><div></div></div>
	Compañía productora de limón (La Esperanza)

VÍA V1









ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K0+000	Bifurcación de la ruta K4+105 nacional 4305 a la derecha a caserío Vereda nuevo horizonte acceso a perímetro cerramiento Parque Solar	Bifurcación acceso a caserío vereda nuevo horizonte, cerramiento proyectado parque solar	-	-	-	4791837,63	2118877,34	
V1 ALC-1	K0+110	Alcantarilla sencilla 40", tubería Novafort metálica, con muros y aletas en concreto en buen estado	Buen estado estructural y funcional	1,5	6,0	40"	4791914,09	2118792,54	
V1	K0+110	Vía terciaria (INVIAS) tipo 3 (IGAC), vía con carpeta asfáltica y cuentas en concreto, buenas condiciones e transitabilidad	Buenas condiciones de transitabilidad	6,0	-	-	4791914,09	2118792,54	






ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K0+170	Bifurcación de la vía a la izquierda antigua trazado vía férrea desmontada, acceso a predios zona paralela cerramiento el coco, continua V1	Bifurcación de la vía V2.1	-	-	-	4791920,90	2118737,11	
V1	K0+260	Sumidero de la vía manejo de aguas lluvias, ancho de vía 7,6 m con cunetas perimetrales y carpeta asfáltica	Buenas condiciones de transitabilidad	-	-	-	4791960,37	2118667,65	
V1	K0+290	Vía terciaria (INVIAS) tipo 3 (IGAC), vía con carpeta asfáltica y cuentas en concreto, buenas condiciones e transitabilidad	Buenas condiciones de transitabilidad	7,0	-	-	4791988,05	2118661,21	



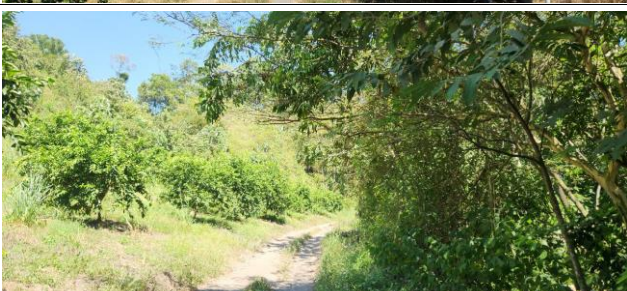


ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K0+400	Cruce de gasoducto existente, enterrado de TGI	Cruce de vía gasoducto TGI	-	-	-	4792085,32	2118706,73	
V1	K0+410	Cruce de poliducto Salgar - Neiva, Ecopetrol	Cruce de poliducto Salgar - Neiva, Ecopetrol	-	-	-	4792090,53	2118717,81	
V1	K0+570	Cambio de superficie de rodadura de carpeta asfáltica a afirmado con crudo de río, con cunetas en concreto	Cambio de superficie de rodadura	7,6	-	-	4792238,28	2118765,69	


ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K0+610	Bifurcación de la vía a la izquierda vía a hacienda el coco V1.1, predio implantación parque solar, derecho continua a empresa de Limón (la Esperanza)	Bifurcación de la vía a la izquierda a hacienda el coco a la derecha continua V1	-	-	-	4792268,11	2118785,42	
V1	K0+655	Caseta de control de gasoducto existente, al costado izquierdo de la V1	Caseta de control gasoducto	-	-	-	4792314,24	2118794,71	
V1	K0+855	Tramo de vía paralelo a cerramiento islas a los dos costados de la vía existente, ancho de vía 4,0 m, con servidumbre definida	Regulares condiciones de transitabilidad	4,0	-	-	4792487,78	2118701,78	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K1+075	Bifurcación de la vía a la izquierda carretable acceso a potreros predio V1.2, a la derecha continua V1, costado derecho isla implantación paneles	Bifurcación de la vía a la izquierda V1.2 derecho continua V1	-	-	-	4792665,48	2118585,25	
V1	K1+760	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), perdida de banca, ancho de vía 3,4 m, malas condiciones de transitabilidad	Malas condiciones de transitabilidad	3,4	-	-	4793094,42	2118151,28	
V1 QP-1	K2+015	Quiebrapatas en concreto con tubería metálica, 2,8 x 2 m, colmatado no es funcional, acceso a vía privada hacienda la esperanza	Regular estado estructural, acceso a predio la esperanza, cambian condiciones de la vía	2,8	2,0	-	4793230,35	2118066,63	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1 Batea 1	K2+355	Batea en concreto ciclópeo de 2,5 m x 4,0 m de longitud, en concreto ciclópeo en regulares condiciones	Regular estado estructural y funcional, socavación	2,5	4,0	-	4793371,87	2118350,61	
V1	K2+500	Huella vehicular a nivel del terreno natural, al interior predio la Esperanza, compañía productora de limón	Regulares condiciones de transitabilidad, al interior área de influencia	2,8	-	-	4793341,62	2118481,00	
V1	K3+140	Huella vehicular a nivel del terreno natural, al interior predio la Esperanza, al costado izquierdo cerramiento hacienda el coco isla de implantación a aprox. 70 m	Regulares condiciones de transitabilidad, al interior área de influencia	2,8	-	-	4793493,36	2118897,04	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1	K3+320	Fin vía existente centro de acopio y procesamiento compañía productor de limón	Centro de procesamiento, continúan caminos internos, pero no ingresan al parque solar	-	-	-	4793527,49	2119138,38	

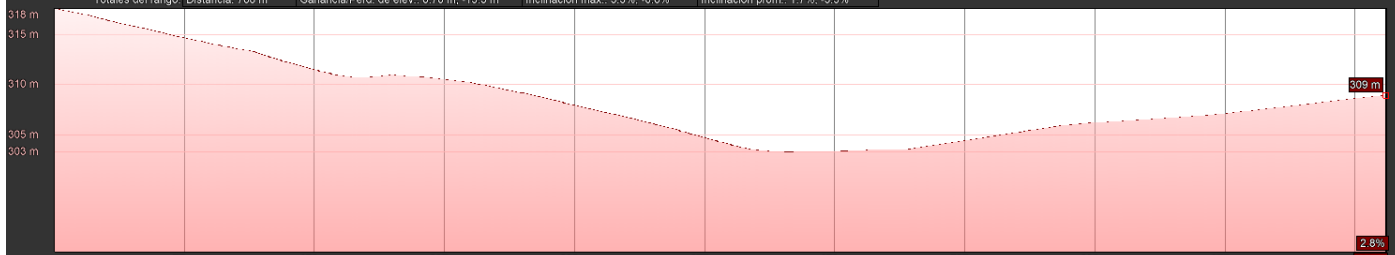
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-7 Descripción detallada V1.1 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía V2 principal acceso a parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW**

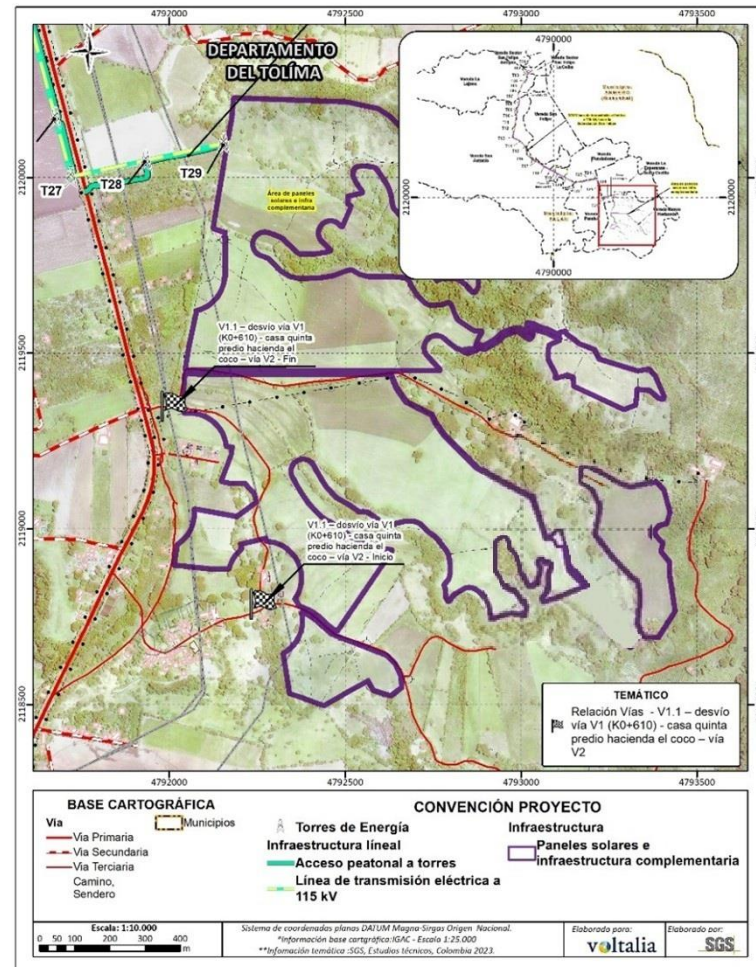
VÍA V1.1				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
0,756 km		Punto Inicial: Bifurcación V1 (K0+610) Punto Final: Vía V2 hacienda el coco		REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS			
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	SEMIONDULADA	
			ANCHO DE VÍA (m)	
			4,0	




TRAYECTO DE VÍA V1.1

La vía V1.1 parte de la vía V1 en el (K0+610) con dirección al norte hacia el predio Hacienda el coco (casa quinta) esta vía permite el acceso a áreas de implantación del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC) con material de afirmado como rodadura en la mayor parte de su trazado, no tiene obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y tiene establecida una servidumbre actualmente. Presenta regulares condiciones de transitabilidad y puede ser de utilidad para el proyecto.



PERFIL LONGITUDINAL				
Bifurcación V1 (K0+610)	<div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 303, 308, 318 m</div> <div>Totales del rango: Distancia: 768 m    Ganancia/Pérd. de elev.: 6,70 m, -15,3 m    Inclinación máx.: -3,3%, -6,6%    Inclinación prom.: 1,7%, -3,5%</div>			
				
	Vía V2 hacienda el coco			

VÍA V1.1



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1.1	K0+000	Bifurcación de la vía a la izquierda inicio V1.1 a casa quinta hacienda el coco, derecho continua V1	Bifurcación de la vía a la izquierda a hacienda el coco a la derecha continua V1	-	-	-	4792018,36	2119346,48	
V1.1	K0+130	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con afirmado como superficie de rodadura en regulares condiciones de transitabilidad, casa quinta hacienda el coco	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4793094,42	2118151,28	
V1.1	K0+325	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con afirmado como superficie de rodadura en regulares condiciones de transitabilidad	Regulares condiciones de transitabilidad	3,3	-	-	4792255,45	2119084,03	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1.1	K0+490	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con afirmado como superficie de rodadura en regulares condiciones de transitabilidad, afirmado en huella vehicular	Regulares condiciones de transitabilidad	3,3	-	-	4792247,26	2119230,16	
V1.1	K0+756	Intersección con vía V2 principal vía de acceso al predio hacienda el coco	Intersección con vía V2	-	-	-	4792270,53	2118777,48	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-8 Descripción detallada V1.2 – desvío vía V1 (K0+610) - casa quinta predio hacienda el coco – vía a potreros predio privado**

VÍA V1.2				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
0,343 km		Punto Inicial: Bifurcación V1 (K0+610) Punto Final: Vía a potreros predio privado		REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS		SEMIONDULADA	
Tipo 6	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas	ANCHO DE VÍA (m)	
			3,0	

TRAYECTO DE VÍA V1.2

La vía V1.2 parte de la vía V1 en el (K1+075) con dirección al noreste hacia potreros de un predio privado, corresponde a un camino privado, tipo 6 (IGAC) huella vehicular a nivel del terreno natural sin mejoramiento, cuenta con servidumbre y se realiza la descripción debido a que se encuentra al interior del área de influencia del proyecto. Presenta malas condiciones de transitabilidad y no permite acceder al polígono de implantación del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW.

PERFIL LONGITUDINAL

Bifurcación V1 (K1+075)

Gráfico: Min. Prom. Máx. Elevación: 295, 299, 301 m

Totales del rango: Distancia: 321 m Ganancia/Pérd. de elev.: 1.4 m: -6.35 m Inclinación máx.: -6.7%: -5.3% Inclinación prom.: 1.6%: -2.2%

301 m

298 m

295 m

295 m

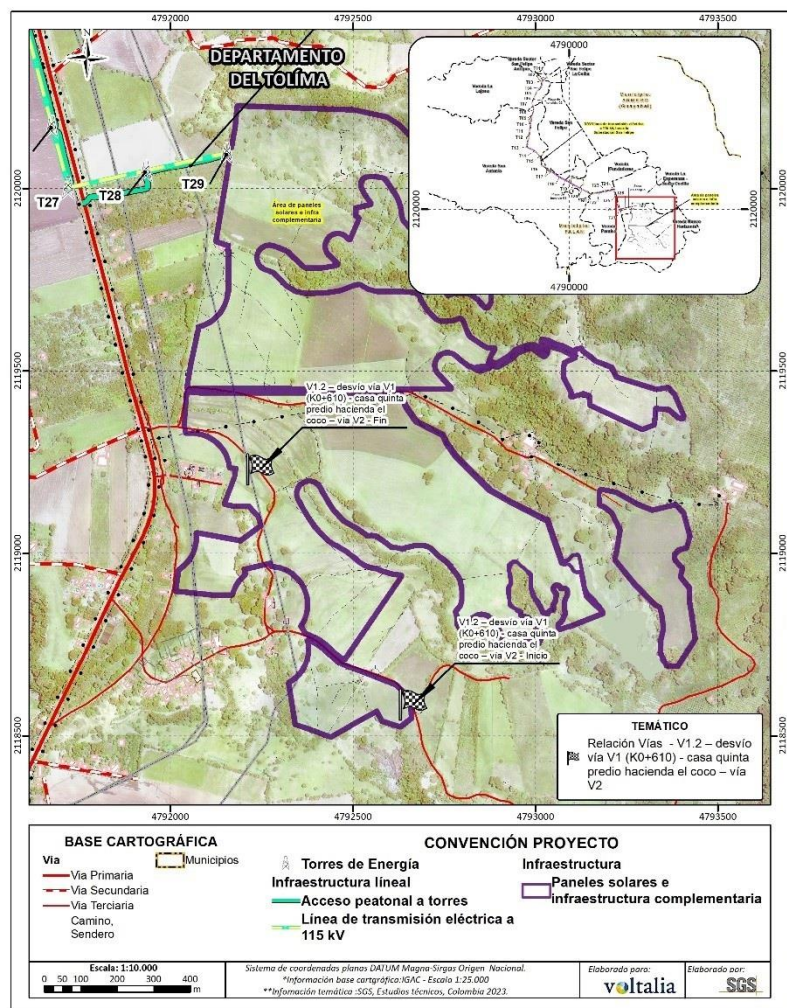
321 m


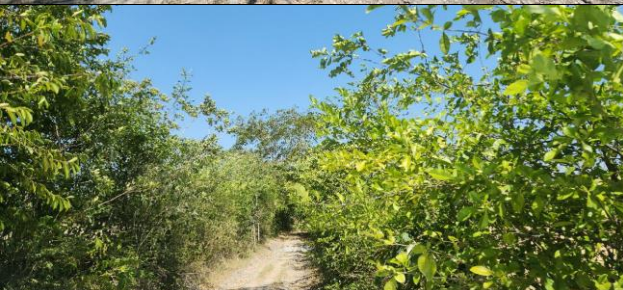
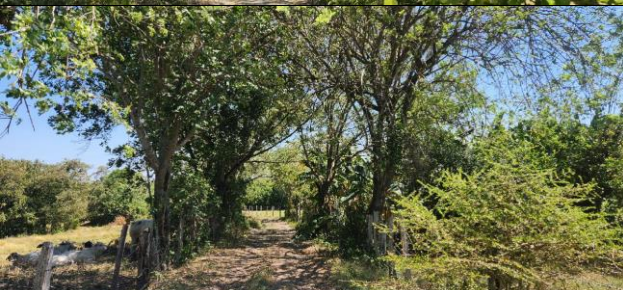
-1.5%

25 m50 m75 m100 m125 m150 m175 m200 m225 m250 m275 m300 m


Potrero predio privado

VÍA V1.2



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1.2	K0+000	Bifurcación de la vía V1 (K1+075) a la izquierda carreteable, camino a potreros predio V1.2	Bifurcación de la vía a la izquierda V1.2 derecho continua V1	-	-	-	4792929,95	2118656,95	
V1.2	K0+035	Camino de herradura, huella vehicular a nivel del terreno sin obras ni mejoramiento. Acceso a predio potreros	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4792689,72	2118604,02	
V1.2	K0+170	Camino de herradura, huella vehicular a nivel del terreno sin obras ni mejoramiento. Acceso a predio potreros, con servidumbre	Malas condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4792770,07	2118697,86	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V1.2	K0+343	Broche fin de camino de herradura, huella vehicular a nivel del terreno sin obras ni mejoramiento. Acceso a predio potreros, con servidumbre	Malas condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4792664,25	2118582,28	

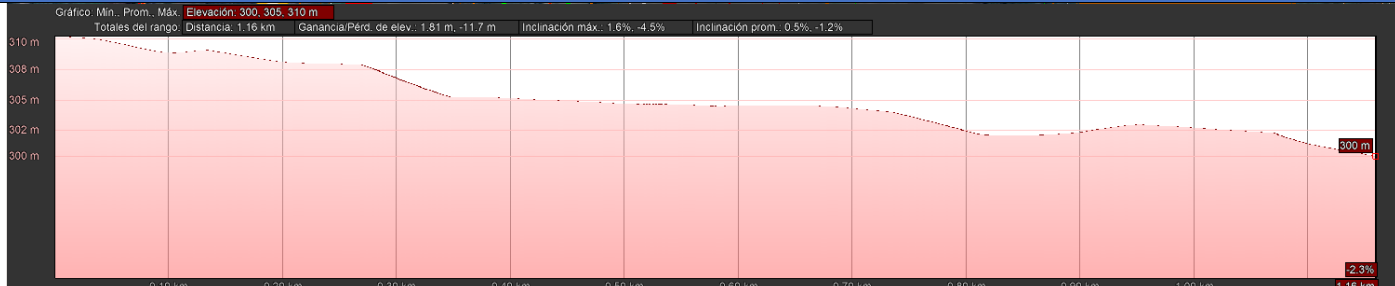
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



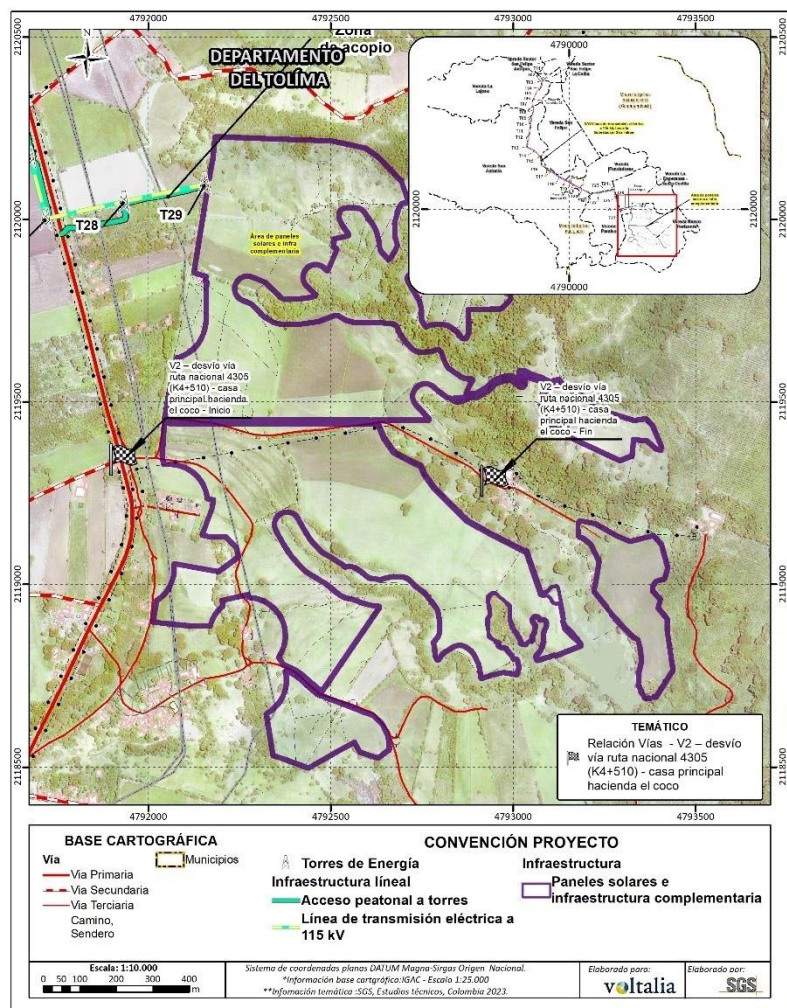
**Tabla 3-9 Descripción detallada V2 – desvío vía ruta nacional 4305 (K4+510) - casa principal hacienda el coco**

VÍA V2			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
1,224 km		Punto Inicial: Bifurcación ruta nacional 4305 (K4+510) Punto Final: Vía V2 hacienda el coco	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	PLANA
			ANCHO DE VÍA (m)
			4,0




TRAYECTO DE VÍA V2	
La vía V2 parte de la ruta nacional 4305 en el K4+510 con dirección al este y permite el acceso al predio Casa hacienda el coco, es importante resaltar que esta es la principal vía de acceso al parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW. Corresponde a una vía terciaria (INVIAS) privada tipo 4 (IGAC). Presenta una vía con material de afirmado como superficie de rodadura (crudo de río) suelto, con radios de giro en sus curvas adecuados para el tránsito de vehículos de máximo dos ejes. No cuenta con obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y es usada con fines agropecuarios (producción de Heno) por los propietarios del predio. En condiciones generales presenta regulares condiciones de transitabilidad.	

PERFIL LONGITUDINAL	
Ruta nacional 4305 (K4+510)	<div><div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 300, 305, 310 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 1.16 km    Ganancia/Perd. de elev.: 1.81 m, -11.7 m    Inclinación máx.: 1.6%, -4.5%    Inclinación prom.: 0.5%, -1.2%</div></div>
	Vía V2 hacienda el coco




VÍA V2






ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2	K0+000	Bifurcación de la ruta nacional 4305 (K4+510) a la derecha a Hacienda el coco, inicio vía V2 acceso a casa principal hacienda el coco, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado derecho acceso a Hacienda el Coco V2	-	-	-	4791925,24	2119344,54	
V2	K0+020	Vía terciaria (INVIAS), tipo 3 (IGAC), con afirmado como superficie de rodadura, principal acceso predio implantación, intersección vial antiguo camino trazado vía férrea	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4791946,44	2119338,80	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2	K0+070	Cruce de gasoducto TGI, existente	Cruce de gasoducto TGI vía existente	3,5	-	-	4792255,45	2119084,03	
V2	K0+090	Intersección con vía V2 principal vía de acceso al predio hacienda el coco	Intersección con vía V2	3,5	-	-	4792015,47	2119348,59	
V2	K0+120	Vía privada, broche de acceso a hacienda el coco, ancho de vía 4,3 m con material de afirmado como superficie de rodadura	Broche acceso predio el Coco	-	-	-	4792026,61	2119373,38	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2 ALC-1	K0+145	Alcantarilla sencilla colmatada 100%, al parecer de tubería de 36", requiere adecuación sin aletas	Mal estado funcional y estructural	6,0	-	36"	4792033,21	2119399,02	
V2	K0+450	Vía con material de afirmado como rodadura, privada tipo 4 (IGAC), ancho de vía 3,5 m, en regulares a malas condiciones	Regulares condiciones de transitabilidad	3,5	-	-	4792289,18	2119412,38	
V2	K0+690	Vía con material de afirmado como rodadura, privada tipo 4 (IGAC), ancho de vía 3,5 m, en regulares a malas condiciones	Regulares condiciones de transitabilidad	3,5	-	-	4792524,04	2119434,57	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2	K0+830	Vía con material de afirmado como rodadura, privada tipo 4 (IGAC), ancho de vía 3,5 m, cruce de vía poste línea eléctrica existente interconexión viviendas	Regulares condiciones de transitabilidad	3,5	-	-	4792661,55	2119438,67	
V2 QP -1	K1+010	Quiebrapatas en concreto de dos cámaras con secciones metálicas tipo “I”, no es funcional esta colmatado 3,8 m x 1 m	Buen estado estructural, requiere limpieza colmatado no es funcional	1,0	3,8	-	4792820,15	2119357,37	
V2	K1+224	Hacienda el coco, agrícolas y producción de heno	Hacienda el Coco	-	-	-	4793002,87	2119260,63	

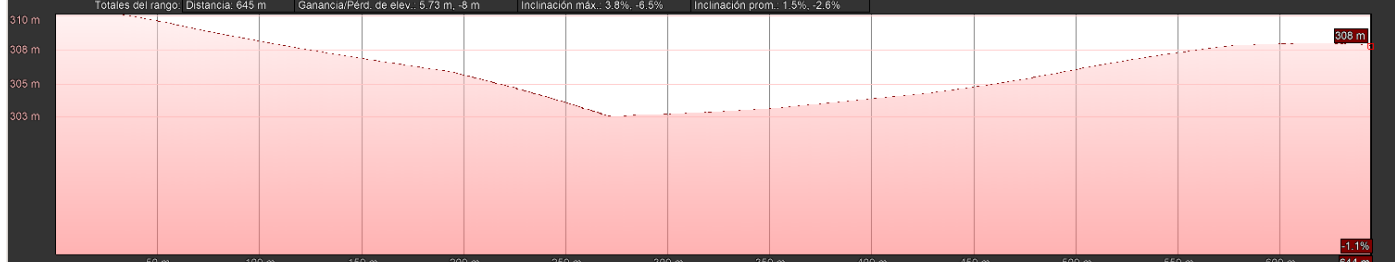
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-10 Descripción detallada V2.1 – desvío vía V2 (K0+020) – V1 (K0+170)

VÍA V2.1			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
0,653 km		Punto Inicial: Bifurcación vía V2 (K0+020) Punto Final: Vía V1 (K0+170)	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	PLANA
			ANCHO DE VÍA (m)
			3,0

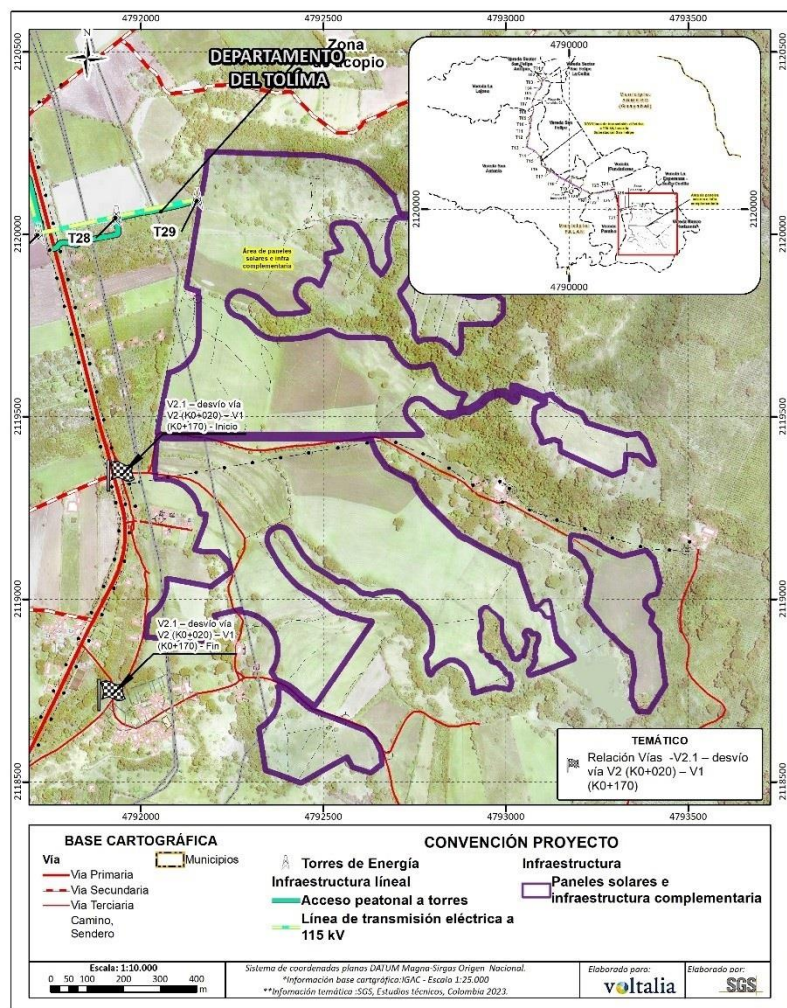
TRAYECTO DE VÍA V2.1

La vía V2.1 parte de la V2 en el K0+020 con dirección al sur y permite el acceso a viviendas privadas existentes y posteriormente se une con la vía V1. Esta vía cuenta con relictos de material de afirmado en su superficie con material muy fino, se desarrolla por una topografía plana por el antiguo trazado de una vía férrea existente. Parte del trazado de la vía va paralelo un punto de implantación de islas del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW.


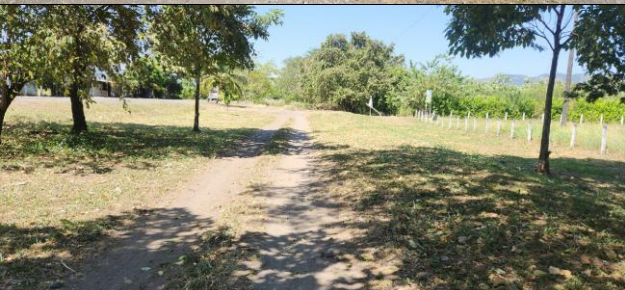

PERFIL LONGITUDINAL				
Bifurcación vía V2 (K4+510)	<div>Gráfico: Min., Prom., Máx. Elevación: 303, 306, 310 m</div> <div>Totales del rango: Distancia: 645 m    Ganancia/Pérd. de elev.: 5,73 m, -8 m    Inclinación máx.: 3,8%, -6,5%    Inclinación prom.: 1,5%, -2,6%</div> 			Vía V1 (K0+170)







VÍA V2.1





ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2.1	K0+000	Bifurcación de la V2 a la derecha a vía V2.1 antiguo trazado vía férrea	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4791946,17	2119340,19	
V2.1	K0+055	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con relictos de afirmado como superficie de rodadura en la huella vehicular, trazado antigua vía férrea	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4791946,44	2119338,80	
V2.1	K0+130	Condominio de casas existentes al costado izquierdo de la vía continua camino con material de afirmado	Condominio de casas	-	-	-	4791988,44	2119219,52	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2.1	K0+250	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con relictos de afirmado como superficie de rodadura en la huella vehicular, trazado antigua vía férrea	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4792004,63	2119104,94	
V2.1 ALC-1	K0+465	Alcantarilla colmatada 100%, no se puede observar la capacidad de la obra hidráulica	Mal estado funcional y estructural	-	-	-	4792002,80	2118891,75	
V2.1	K0+555	Vía terciaria (INVIAS), tipo 4 (IGAC), con relictos de afirmado como superficie de rodadura en la huella vehicular, trazado antigua vía férrea	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4791969,07	2118806,76	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V2.1	K0+653	Bifurcación de la vía a la izquierda antigua trazado vía férrea desmontada, acceso a predios zona paralela cerramiento el coco, continua V1	Bifurcación de la vía V2.1	-	-	-	4791923,00	2118723,96	

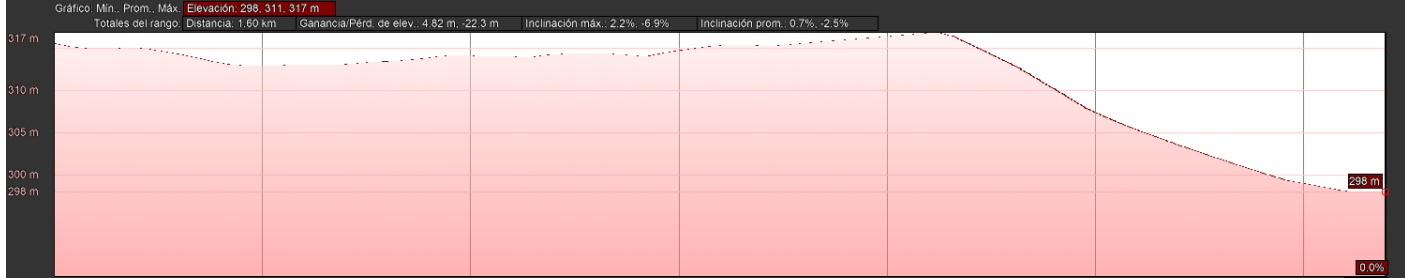
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-11 Descripción detallada V3 – desvío ruta nacional 4503 (K5+510) – Límite área de influencia vereda Santa Cecilia**

VÍA V3				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
1,598 km		Punto Inicial: Bifurcación ruta nacional 4503 (K5+510) Punto Final: Limite área de influencia sector noreste vereda Santa Cecilia – La esperanza		REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS		ANCHO DE VÍA (m)	
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo, Camión Doble Troque, Tracto camión de tres ejes con semirremolque de dos ejes.	PLANA	
			5,0	

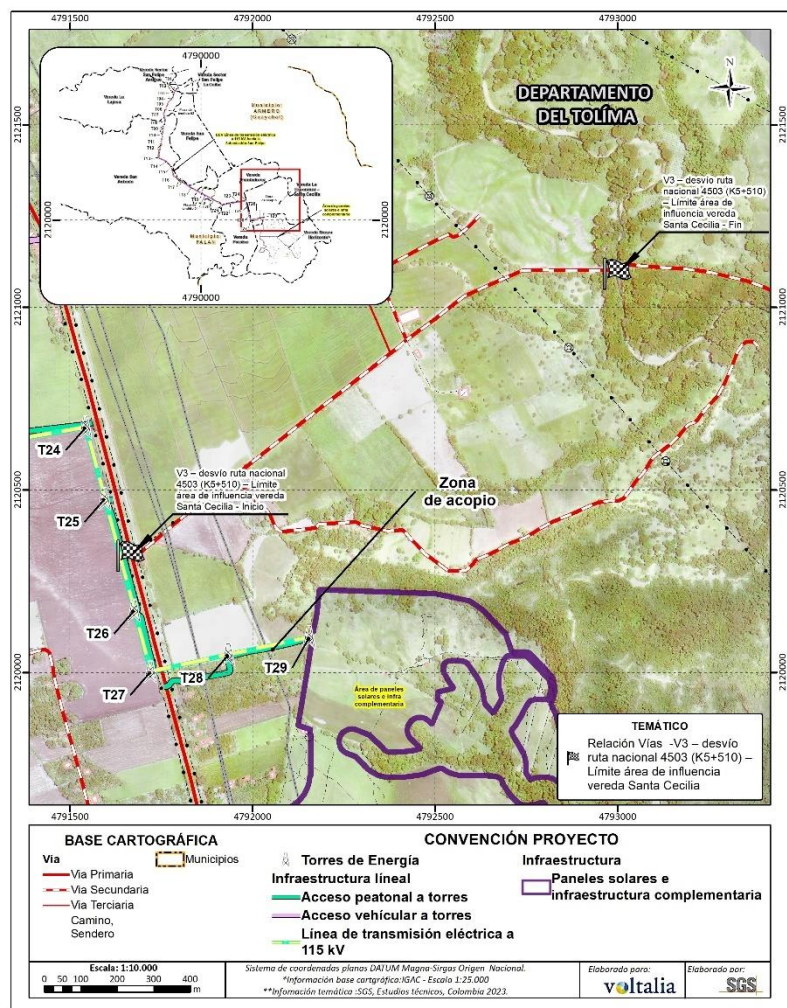
TRAYECTO DE VÍA V3




La vía V3 parte de la ruta nacional 4305 en el K5+510 con dirección al este hacia la vereda Santa Cecilia – La Esperanza. Esta vía no permite acceder al área de implantación del Parque Solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, sin embargo, se encuentra al interior del área de influencia del proyecto. Presenta una estructura con material de afirmado como superficie de rodadura con un ancho de 5,0 m y obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía. Presenta regulares condiciones de transitabilidad.



PERFIL LONGITUDINAL				
Bifurcación ruta nacional 4305 (K5+510)	<div>Gráfico: Min., Prom., Máx. Elevación: 298.311.317 m</div> <div>Totales del rango: Distancia: 1.60 km    Ganancia/Pérd. de elev.: -4.82 m, -22.3 m    Inclinación máx.: 2.2%, -6.9%    Inclinación prom.: 0.7%, -2.5%</div>			
				
	0.25 km    0.5 km    0.75 km    1 km    1.25 km    1.5 km    1.60 km			
	0.0%			
	Limite área de influencia (K1+590)			






**VÍA V3**



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3	K0+000	Bifurcación ruta nacional 4503 a la derecha vía caserío vereda Sant Cecilia, inicio V3	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4791672,23	2120308,24	
V3	K0+115	Caseta válvula seccionamiento gasoducto Hato Guayabal,	Válvula de seccionamiento gasoducto Hato Guayabal	-	-	-	4791763,11	2120382,45	
V3	K0+125	Cruce de gasoducto TGI y poliducto Salgar - Neiva	Cruce de gasoducto TGI y poliducto Salgar - Neiva	5,0	-	-	4791768,01	2120392,08	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3 ALC-1	K0+250	Tubería de 24" sin muros, aletas ni atraques, regular estado tubería fracturada	Mal estado estructural, funcional	0,60	6,0	24"	4791865,02	2120474,55	
V3	K0+363	Bifurcación de la vía a la derecha a caserío vereda Santa Cecilia V3.1, derecho continua vía a predios productores de Heno V3	Bifurcación de la vía a la derecha V3	-	-	-	4791959,84	2120533,45	
V3	K0+955	Intersección vial a la derecha compañía productora de leche a la izquierda acopio empresa agrícola de heno	Intersección vial a la derecha compañía productora de leche a la izquierda acopio empresa agrícola de heno	5,0	-	-	4792411,19	2120897,92	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3 ALC-2	K1+180	Alcantarilla sencilla tipo cajón 24" costado izquierdo, buen estado de la obra	Buen estado funcional y estructural	1,5	6,0	24"	4792603,03	2121038,19	
V3 ALC-3	K1+340	Alcantarilla sencilla tipo cajón 24" costado izquierdo, colmatada 100% requiere limpieza	Mal estado funcional colmatada 100%	1,5	6,0	24"	4792749,68	2121101,24	
V3	K1+598	Vía atraviesa drenaje permanente, limite área de influencia	En este punto se requiere obra de arte para el cruce del drenaje permanente	5,0	-	-	4793000,22	2121092,49	

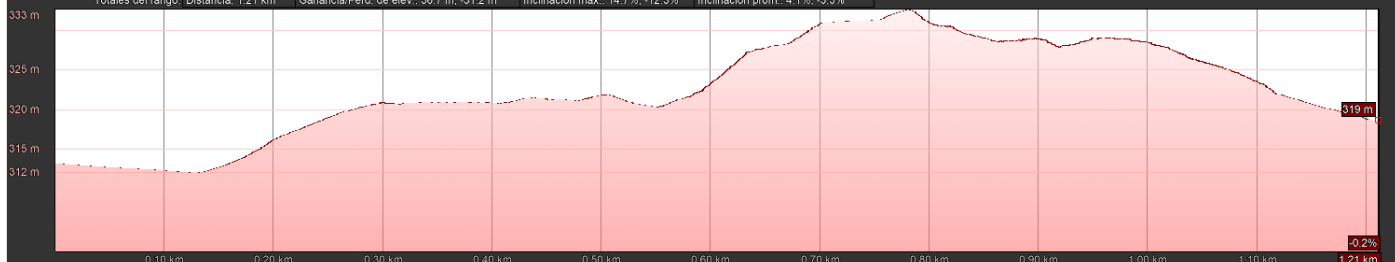
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.



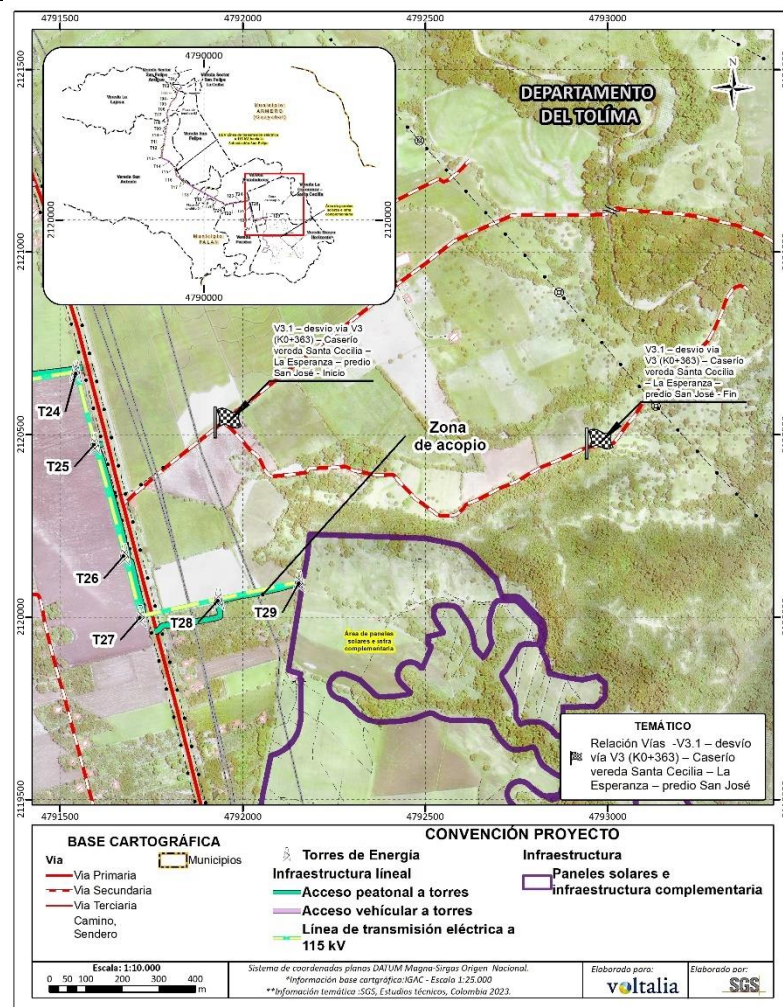
Tabla 3-12 Descripción detallada V3.1 – desvío vía V3 (K0+363) – Caserío vereda Santa Cecilia – La Esperanza – predio San José




VÍA V3.1				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
1,206 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta V3 (K0+363) Punto Final: Predio San José		REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS			
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas	PLANA	
			ANCHO DE VÍA (m)	
			3,5	

TRAYECTO DE VÍA V3.1	
La vía V2.1 parte de la V2 en el K0+020 con dirección al sur y permite el acceso a viviendas privadas existentes y posteriormente se une con la vía V1. Esta vía cuenta con relictos de material de afirmado en su superficie con material muy fino, se desarrolla por una topografía plana por el antiguo trazado de una vía férrea existente. Parte del trazado de la vía va paralelo un punto de implantación de islas del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW.	




PERFIL LONGITUDINAL	
Bifurcación vía V3 (K4+510)	<div><div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 312, 323, 333 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 1.21 km    Ganancia/Pérd. de elev.: 36.7 m, -31.2 m    Inclinación máx.: 14.7%, -12.3%    Inclinación prom.: 4.1%, -3.3%</div></div>
	Vía V1 (K0+170)

VÍA V3.1




ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3.1	K0+000	Bifurcación de la vía a la derecha a caserío vereda Santa Cecilia V3.1, derecho continua vía a predios productores de Heno V3	Bifurcación de la vía a la derecha V3	-	-	-	4791946,12	2120533,91	
V3.1	K0+050	Vía terciaria tipo 4 (IGAC), ancho de vía 3 m con material de afirmado como rodadura, ancho de vía 3 m	Regulares condiciones de transitabilidad	3,5	-	-	4791987,19	2120502,84	
V3.1	K0+287	Viviendas caserío Santa Cecilia - La Esperanza, ancho de vía 3 m, con relictos de afirmado en su superficie	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4792167,52	2120399,87	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3.1	K0+427	Caserío vereda Santa Cecilia – La esperanza	Caserío vereda Santa Cecilia – La esperanza	-	-	-	4792303,82	2120403,92	
V3.1	K0+567	Posterior al caserío la vía cambia a nivel del terreno natural, con servidumbre y ancho de vía 2,5 m	Malas condiciones e transitabilidad	-	-	-	4792425,46	2120377,86	
V3.1	K1+080	Huella vehicular a nivel del terreno a finca San José, malas condiciones de transitabilidad	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4792861,73	2120433,30	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V3.1	K1+206	Fin vía V3.1 acceso predio San José	Fin vía V3.1 acceso predio San José	-	-	-	4792979,74	2120470,31	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

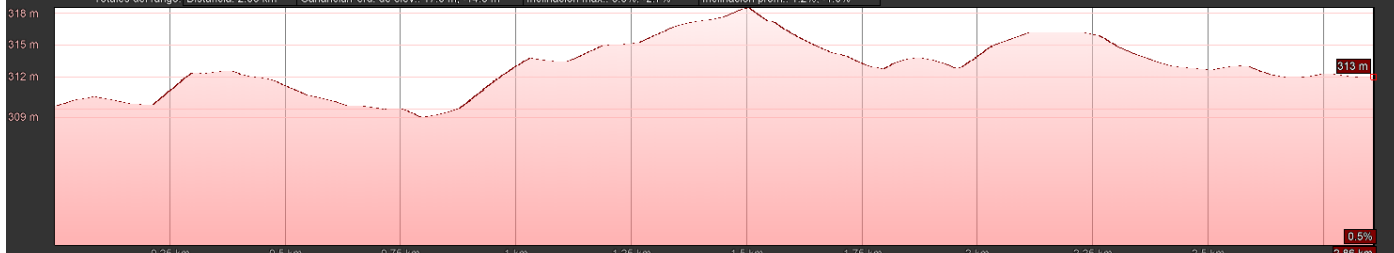
**Tabla 3-13 Descripción detallada V4 – desvío ruta nacional 4305 (K4+510) al costado derecho – vereda el Paraíso - club rotario**

VÍA V4			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
2,836 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K4+510) Punto Final: vereda el paraíso	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	PLANA
			ANCHO DE VÍA (m)
			5,0

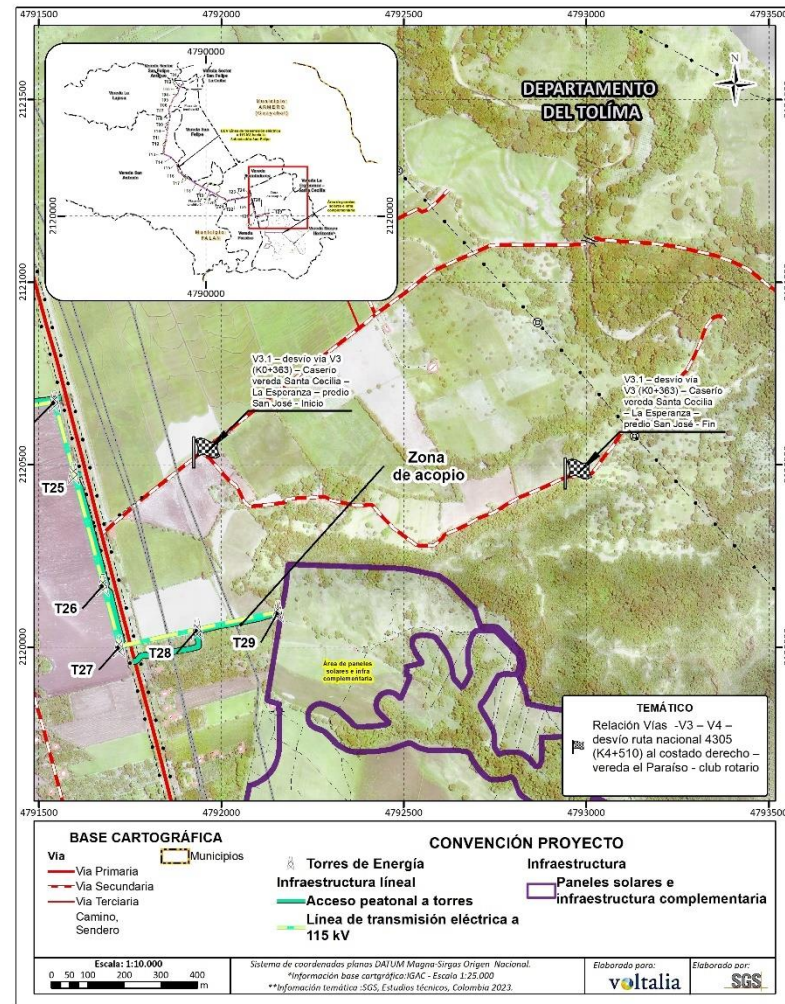
TRAYECTO DE VÍA V4


La vía V4 parte de la ruta nacional 4305 en el K4+510 en el mismo punto donde se bifurca la V2, pero con dirección al oeste hacia la vereda el paraíso (club rotario). Esta vía cuenta con material de afirmado como superficie de rodadura y un ancho de vía de 5,0 m, sin obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía. Esta vía no permite el acceso ni al parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW, ni al derecho de vía de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV propuesta.

Esta vía presenta regulares condiciones de transitabilidad y se clasifica como terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC).




PERFIL LONGITUDINAL	
Bifurcación ruta nacional (K4+510)	<div><div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 309, 313, 318 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 2.86 km   Ganancia/Pérd. de elev.: 17.0 m, -14.6 m   Inclinación máx.: 3.3%, -2.7%   Inclinación prom.: 1.2%, -1.0%</div><div></div></div>
	Vereda el paraíso- club rotario

VÍA V4



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V4	K0+000	Bifurcación de la ruta nacional 4305 (K4+510) a la izquierda vía acceso vereda el paraíso (club rotario) mismo punto de acceso a V2 hacienda el coco	Bifurcación de la vía a la izquierda V4, esta vía no accede al parque ni al trazado de la Línea de Transmisión	-	-	-	4791547,07	2119264,16	
V4	K0+085	Vía terciaria tipo 4 (IGAC), ancho de vía 5,0 m con material de afirmado como rodadura, acceso a club rotario	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4791851,13	2119311,48	
V4	K0+420	Bifurcación de la vía rodea predio vereda el Paraíso	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4791556,95	2119255,60	



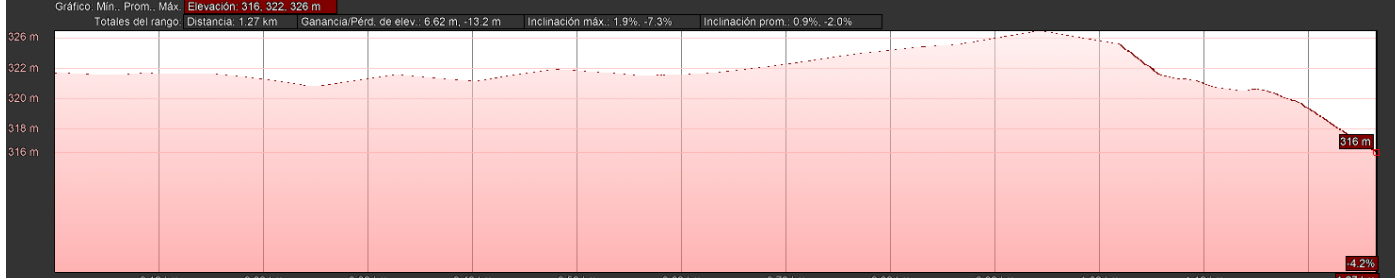
ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V4	K0+920	Viviendas perimetrales, viviendas vereda el paraíso (club rotario), ancho de vía 5,0 m con crudo de río como rodadura	Regulares condiciones de transitabilidad, vereda cuenta con alcantarillado, acueducto, gas y red eléctrica	5,0	-	-	4791195,44	2119359,76	
V4	K2+030	Viviendas perimetrales, viviendas vereda el paraíso (club rotario), ancho de vía 4,0 m con crudo de río como rodadura	Regulares condiciones de transitabilidad	4,0	-	-	4791462,59	2119986,51	
V4	K2+836	Vía perimetral predios vuelve al mismo punto, tipo 4 (IGAC), con afirmado como superficie de rodadura	Regulares condiciones de transitabilidad	-	-	-	4791925,63	2119342,49	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

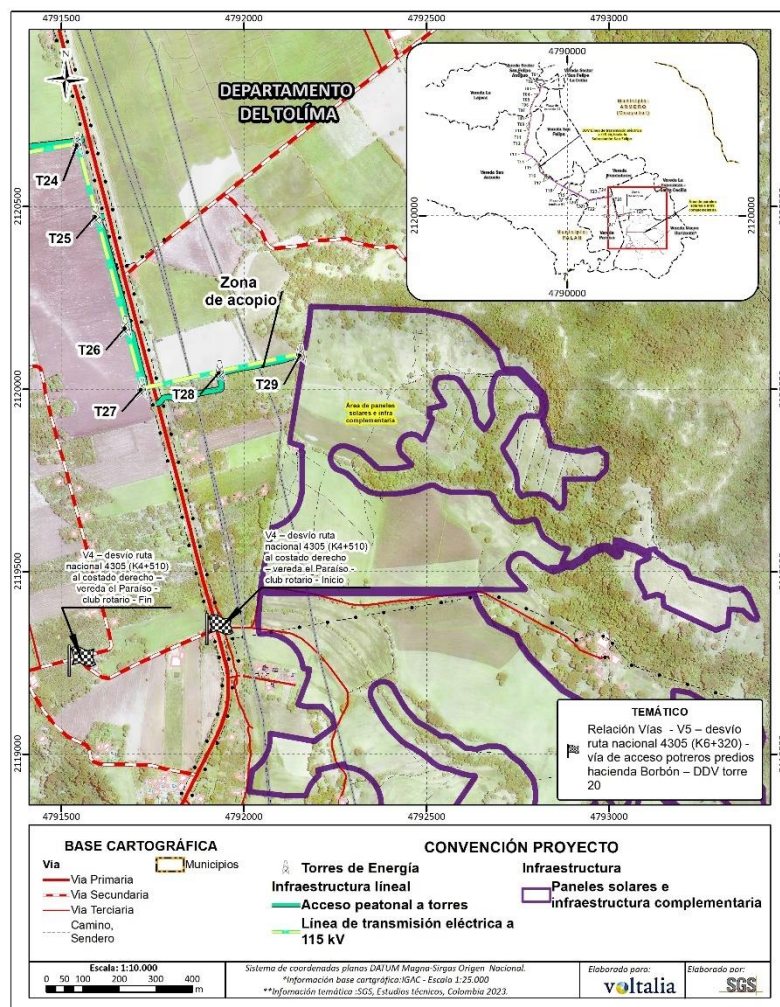
**Tabla 3-14 Descripción detallada V5 – desvío ruta nacional 4305 (K6+320) - vía de acceso potreros predios hacienda Borbón – DDV torre 20**

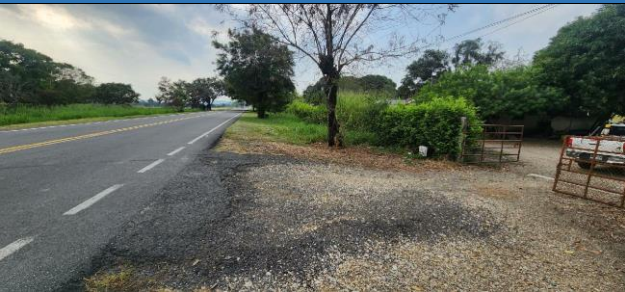


VÍA V5				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
1,122 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K6+320) Punto Final: Predio hacienda Borbón		MALO
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS		PLANA	
Tipo 6	Terciaria		ANCHO DE VÍA (m)	
				2,5

TRAYECTO DE VÍA V5				
La vía V5 parte de la ruta nacional 4305 en el K6+320 con dirección al oeste y permite el acceso a potreros de la hacienda el Borbón, corresponde a una vía tipo 6 I(IGAC) huella vehicular a nivel del terreno natural, sin obras para el manejo de aguas de escorrentía. Es un camino que permite la comunicación de potreros internos de ganado del predio hacienda el Borbón. Este camino podría ser usado para acceder al DDV de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV específicamente a inmediaciones de la torre 20 propuesta, presenta malas condiciones de transitabilidad y solo puede ser transitado por vehículos 4x4.				




PERFIL LONGITUDINAL					
Bifurcación ruta nacional (K6+320)	<div>Gráfico: Min., Prom., Máx. Elevación: 316, 322, 326 m</div> <div>Totales del rango: Distancia: 1,27 km   Ganancia/Pérd. de elev.: 6,62 m, -13,2 m   Inclinación máx.: 1,9%, -7,3%   Inclinación prom.: 0,9%, -2,0%</div> 				Potreros predios hacienda Borbón, torre 20


VÍA V5



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V5	K0+000	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso peatonal torres 20 predio Borbón, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 20	-	-	-	4791462,34	2121071,38	
V5	K0+140	Huella vehicular tipo 6 (IGAC), a nivel del terreno natural, potreros predio hacienda Borbón	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4791339,52	2121060,64	
V5	K0+255	Huella vehicular tipo 6 (IGAC), a nivel del terreno natural, hacienda Borbón, callejuela con cerca eléctrica de potreros	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4791350,43	2120966,28	

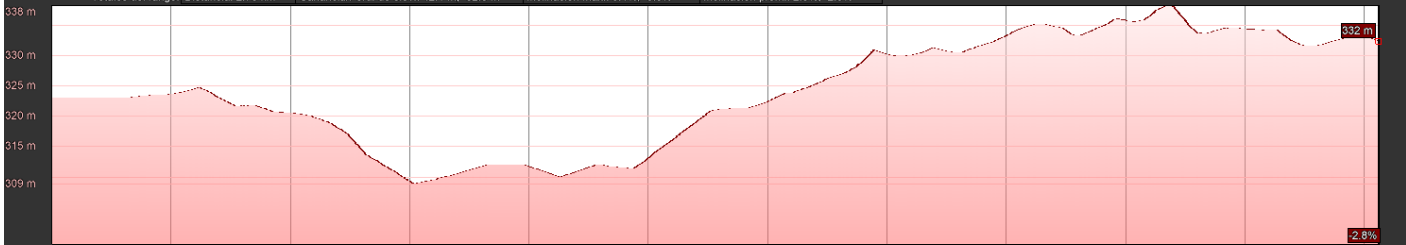


ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V5	K0+475	Huella vehicular tipo 6 (IGAC), a nivel del terreno natural, hacienda Borbón, callejuela con cerca eléctrica de potreros	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4791131,24	2120937,96	
V5	K0+850	Broche, cerca eléctrica otro potrero predio Hacienda Borbón	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4790756,94	2120890,33	
V5	K1+050	Huella vehicular tipo 6 (IGAC), a nivel del terreno natural, hacienda Borbón, callejuela con cerca eléctrica, potreros ganados	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4790560,37	2120865,46	

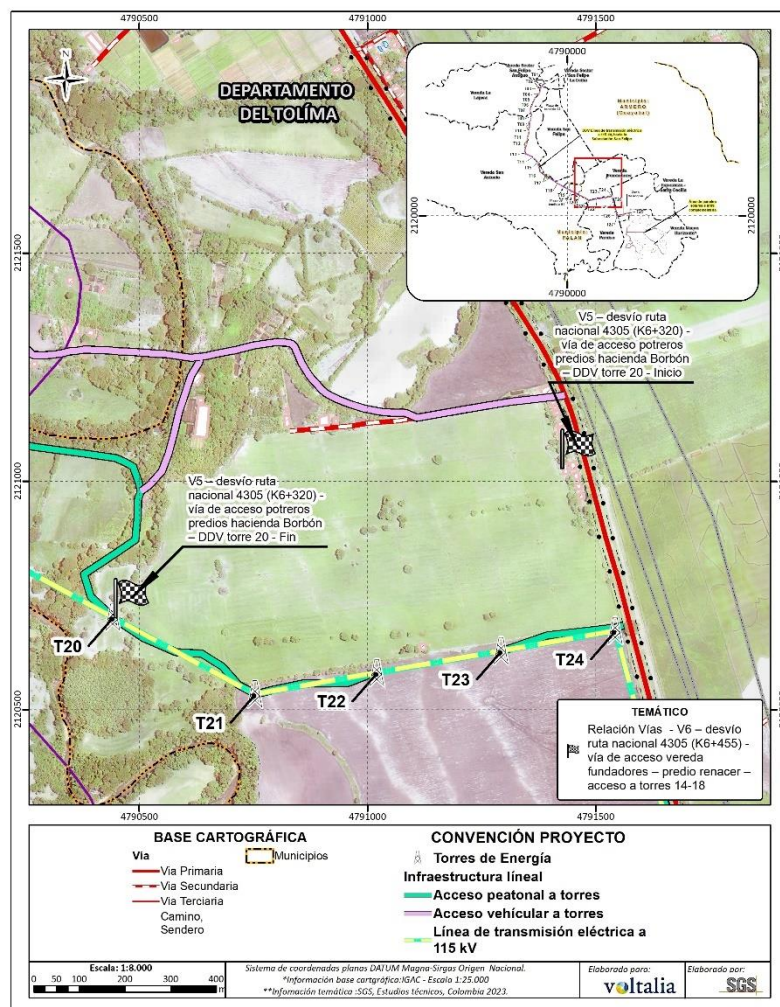
ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V5	K1+122	Fin huella vehicular, punto cercano a DDV propuesto torre 20	Fin vía V5	-	-	-	4790483,19	2120744,62	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024




**Tabla 3-15 Descripción detallada V6 – desvío ruta nacional 4305 (K6+455) - vía de acceso vereda fundadores – predio renacer – acceso a torres 14-18**

VÍA V6			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
2,758 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K6+455) Punto Final: Predio el renacer (vereda fundadores)	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		PLANA - SEMIONDULADA
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo	ANCHO DE VÍA (m)
			4,0
TRAYECTO DE VÍA V6			
La vía V6 parte de la ruta nacional 4305 en el K6+455 con dirección al oeste y permite el acceso al DDV de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV, a punto cercanos de las torres 14-18. Es una vía de importancia para la construcción de la línea de transmisión eléctrica, presenta regulares condiciones de transitabilidad y corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), que cuenta con material de afirmado como superficie de rodadura un ancho promedio de 4,0 m y algunas obras para el manejo de aguas de escurrentía.			
PERFIL LONGITUDINAL			
Bifurcación ruta nacional (K6+455)	<p>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 309, 324, 338 m</p> <p>Totales del rango: Distancia: 2,78 km Ganancia/Pérd. de elev.: 42,1 m, -32,8 m Inclinación máx.: 9,1%, -9,9% Inclinación prom.: 2,3%, -2,9%</p> 		
	Predio renacer (vereda fundadores)		


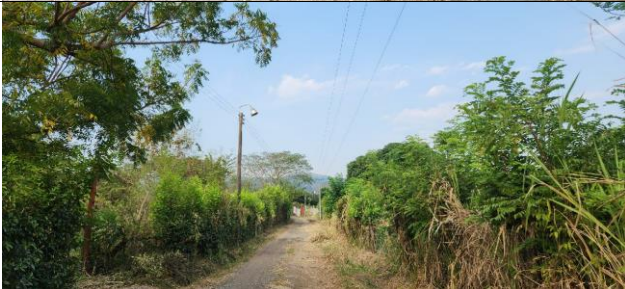
VÍA V6








ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6	K0+000	Bifurcación de la ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso peatonal torres 18,19 vereda fundadores, foto sentido contrario al avance, inicio vía V6	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 18-19, inicio V6	-	-	-	4791432,17	2121189,54	
V6	K0+010	Vía terciaria acceso a vereda fundadores con servidumbre, ancho de portón 5 m	Vía de acceso vereda fundadores	-	-	-	4791405,14	2121179,07	
V6	K0+135	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), vía angosta con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho 4,0 m	Regulares condiciones de transitabilidad	4,0	-	-	4791295,08	2121170,03	




ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6	K0+520	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), vía angosta con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho 4,0 m	Regulares condiciones de transitabilidad	4,0	-	-	4790921,71	2121186,44	
V6	K0+670	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), vía angosta con relictos de material de fresado, viviendas vereda fundadores	Regulares condiciones de transitabilidad	4,5	-	-	4790829,24	2121306,46	
V6	K0+856	Bifurcación de la vía a la izquierda a vía V6.1 acceso DDV línea de transmisión, torres 19-21, a la derecha continua V6	Bifurcación de la vía a la izquierda V6.1, derecho V6	-	-	-	4790645,95	2121276,33	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6 BATEA -1	K0+905	Batea en concreto ciclópeo atraviesa el río Cuamo, L= 27 m ancho = 4 m, balneario comunidad vereda fundadores	Regular estado estructural, funcional	4,0	27,0	-	4790597,42	2121277,97	
V6	K1+005	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), vía angosta 3,5 m requiere labores de rocería, afirmado (crudo de río)	Malas condiciones de transitabilidad	3,5	-	-	4790497,79	2121282,59	
V6 1QP-1	K1+585	Quiebrapatas antiguo, al costado derecho del trazado de la vía 3x3 m	Obra no es funcional, al costado derecho trazado vía	-	-	-	4789953,68	2121261,49	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6	K1+885	Cruce de trazado línea de transmisión a 115 kV, vía permite el acceso al DDV línea propuesta, a la derecha se ubicará la torre 18	Cruce de vía con DDV	4,5	-	-	4789728,71	2121095,30	
V6	K2+055	Vía paralela a predios de arrozceras, costado izquierdo Jarillón y canal para riego de cultivo de arroz.	Malas condiciones de transitabilidad	4,5	-	-	4789569,13	2121112,12	
V6 ALC-1	K2+345	Alcantarilla sencilla, solo tubería para paso de canal arrozceras, solo tubería sin muros ni atraques	Regular estado funcional, colmatada 50%	1,0	5,0	24"	4789346,22	2121051,01	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6 BOX-1	K2+605	Box culvert sencillo en concreto, canal arrocera, ancho = 0,9 m, altura 0,50 m, longitud 4,0 m	Buen estado estructural y funcional	0,9	4,0	-	4789193,04	2121184,08	
V6	K2+620	Bifurcación de la vía a la derecha camino o huella vehicular acceso peatonal torre 14-17, a la izquierda continua vía a predio renacer, vereda fundadores	Bifurcación de la vía a la derecha acceso peatonal torres 14-17	-	-	-	4789178,87	2121193,84	
V6	K2+758	Predio el Renacer, vereda fundadores	Predio el Renacer, vereda fundadores	-	-	-	4789050,83	2121144,35	

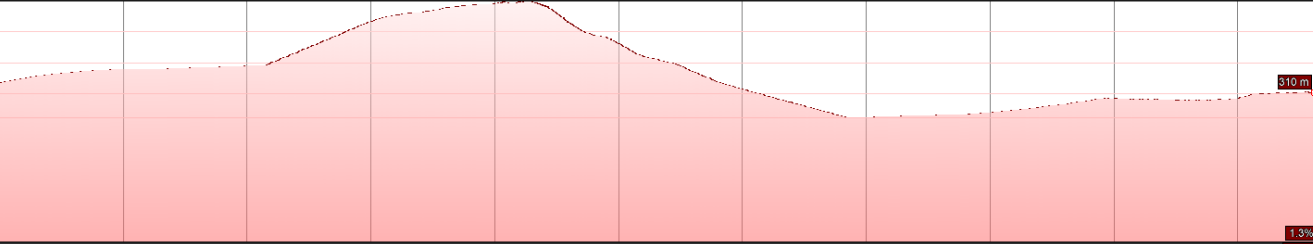
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-16 Descripción detallada V6.1 – desvío vía V6 (K0+856) - vía de acceso a predio el futuro – acceso a torres 19-20-21**

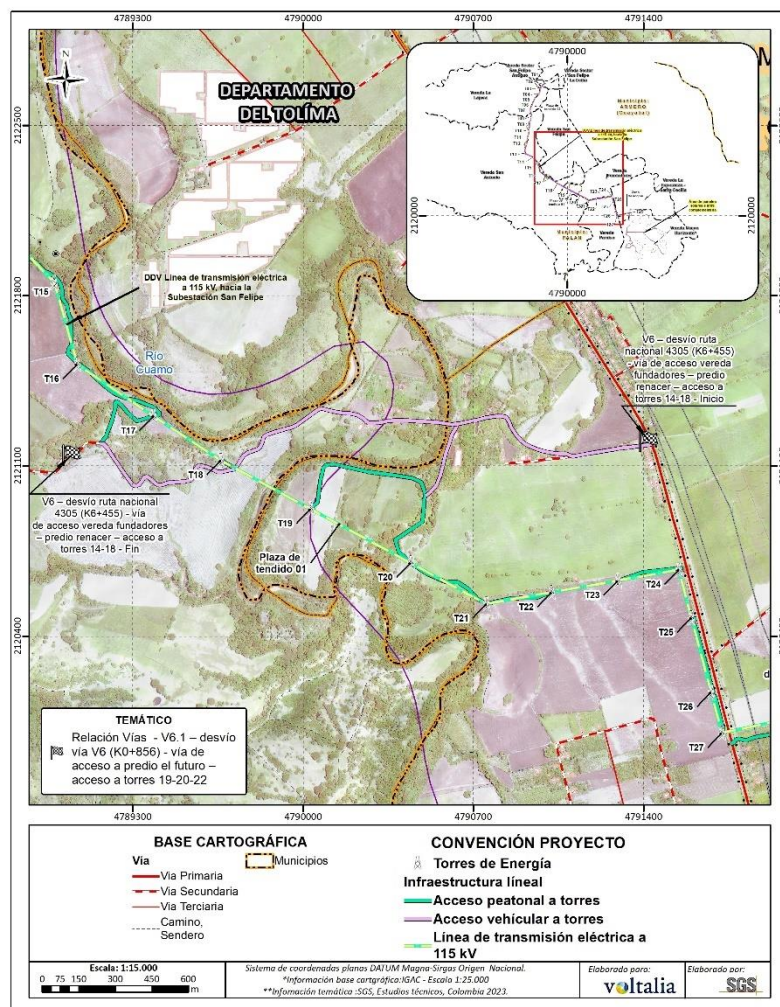
VÍA V6.1				
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL		ESTADO
0,808 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K6+455) Punto Final: predio el futuro, acceso peatonal torre 19-20-21		REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA	
IGAC	INVIAS		PLANA - SEMIONDULADA	
Tipo 5	Terciaria		ANCHO DE VÍA (m)	
			3,0	

TRAYECTO DE VÍA V6.1




La vía V6.1 parte de la vía V6 en el K0+856 con dirección al suroeste y permite el acceso a puntos cercanos a las torres 19,20 y 21 de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV propuesta. Corresponde a un carreteable a nivel del terreno natural sin mejoramiento, tiene un ancho aproximado de 3,0 y permite el acceso al predio el futuro y potreros cultivos de maíz. Presenta malas condiciones de transitabilidad y no cuenta con obras para el manejo de aguas de escorrentía.

PERFIL LONGITUDINAL		
Bifurcación de la vía (K0+856)	<div><div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 308, 312, 317 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 797 m   Ganancia/Pérd. de elev.: 11.4 m, -12.2 m   Inclinación máx.: 6.2%, -12.3%   Inclinación prom.: 1.7%, -4.0%</div><div><div><div>317 m</div><div>315 m</div><div>312 m</div><div>310 m</div><div>308 m</div></div><div><div><div>75 m</div><div>150 m</div><div>225 m</div><div>300 m</div><div>375 m</div><div>450 m</div><div>525 m</div><div>600 m</div><div>675 m</div><div>750 m</div></div><div><div>310 m</div><div>796 m</div></div></div></div></div>	Predio renacer (vereda fundadores)




**VÍA V6.1**





ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6.1	K0+000	Bifurcación de la vía a la izquierda a vía V6.1 acceso DDV línea de transmisión, torres 19-21, a la derecha continua V6	Bifurcación de la vía a la izquierda V6.1, derecho V6	-	-	-	4790645,95	2121276,33	
V6.1	K0+135	Vía terciaria (INVIAS) tipo 5 (IGAC), carreteable a nivel del terreno natural en malas condiciones de transitabilidad, acceso a predio el futuro	Malas condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4790583,44	2121159,54	
V6.1	K0+265	Vía terciaria (INVIAS) tipo 5 (IGAC), carreteable a nivel del terreno natural en malas condiciones de transitabilidad, predio el futuro	Malas condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4790497,79	2121282,59	

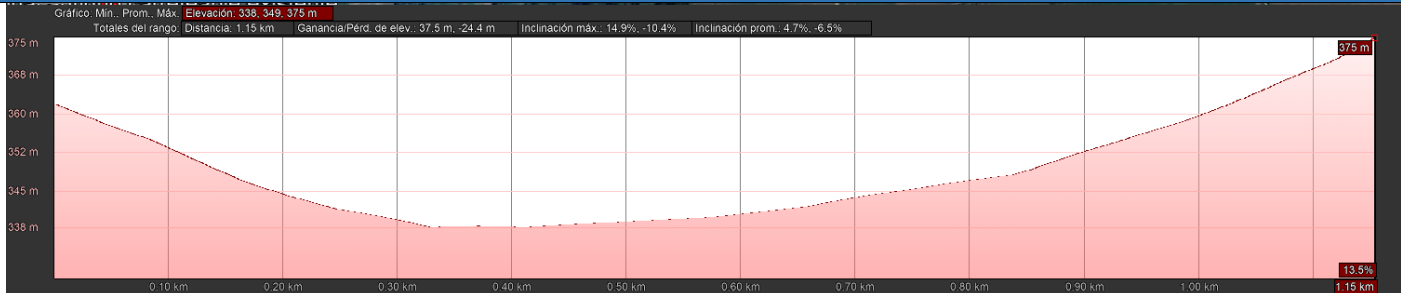


ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V6.1	K0+410	Vía terciaria (INVIAS) tipo 5 (IGAC), carretable a nivel del terreno natural en malas condiciones de transitabilidad, posterior al predio el futuro paralelo a cerca predios	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4790472,60	2121049,35	
V6.1	K0+590	Vía terciaria (INVIAS) tipo 5 (IGAC), carretable a nivel del terreno natural en malas condiciones de transitabilidad, posterior al predio el futuro paralelo a cerca predios	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4790293,24	2121076,74	
V6.1	K0+808	Fin vía terciaria (INVIAS) tipo 5 (IGAC), carretable a nivel del terreno natural en malas condiciones de transitabilidad I, potreros de cultivo de maíz,	Malas condiciones de transitabilidad	2,5	-	-	4790093,30	2121100,59	

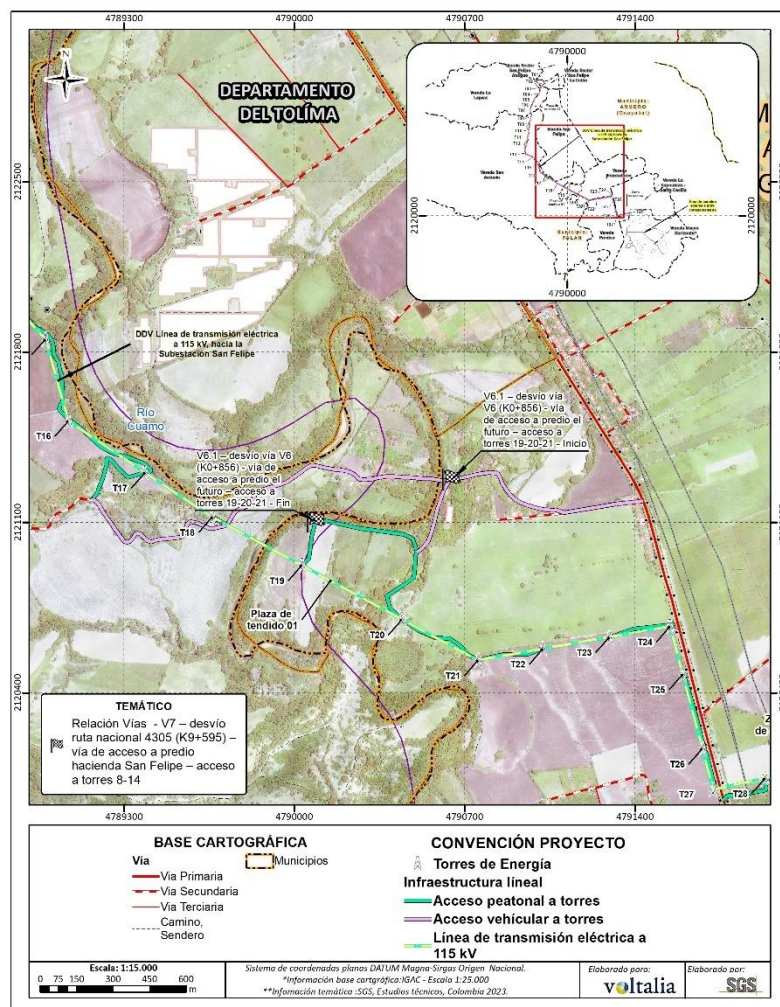
**Tabla 3-17 Descripción detallada V7 – desvío ruta nacional 4305 (K9+595) – vía de acceso a predio hacienda San Felipe – acceso a torres 8-13**

VÍA V7			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
1,157 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K9+595) Punto Final: vivienda hacienda San Felipe	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 4	Terciaria	Automóviles, Camperos, Camionetas, Busetas, Buses, Camión sencillo, camión doble	PLANA - SEMIONDULADA
			ANCHO DE VÍA (m)
			5,0




TRAYECTO DE VÍA V7	
La vía V7 parte de la ruta nacional 4305 en el K9+595 con dirección al oeste y permite el acceso al DDV de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV proyectada (principal vía de acceso para las torres (8-13). Es una vía privada de uso de la hacienda San Felipe, el tramo inicial comprendido entre el K0+000 al K0+172 presenta carpeta asfáltica como superficie de rodadura, a partir de este punto cambia ha afirmado. Gran parte de su trazado cuenta con cunetas perimetrales en concreto y bordillos, obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía y se desarrolla por una topografía plana a semiondulada. Presenta regulares condiciones de transitabilidad y será de gran importancia para el proyecto (línea de transmisión eléctrica a 115 kV).	

PERFIL LONGITUDINAL	
Bifurcación ruta nacional (K9+595)	<div><div>Gráfico: Mín.: Prom.: Máx.: Elevación: 338, 349, 375 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 1.15 km    Ganancia/Pérd. de elev.: 37.5 m, -24.4 m    Inclinación máx.: 14.9%, -10.4%    Inclinación prom.: 4.7%, -6.5%</div></div>
	Hacienda San Felipe

VÍA V7











ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V7	K0+000	ruta nacional 4305 a la izquierda a acceso vehicular hacienda San Felipe, DDV Línea de transmisión a 115 kV, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a DDV torre 8-13	-	-	-	4789774,14	2123852,24	
V7	K0+020	Portón de acceso hacienda San Felipe, vía privada	Portón de acceso a hacienda San Felipe	-	-	-	4789762,95	2123856,24	
V7	K0+090	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con carpeta asfáltica como superficie de rodadura, ancho de vía 4,5 m, con cunetas perimetrales en concreto	Regulares condiciones de transitabilidad	4,5	-	-	4791350,43	2120966,28	






ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V7	K0+172	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), cambio superficie de rodadura perdida de carpeta asfáltica a afirmado, ancho de vía 4,5 m	Regulares condiciones de transitabilidad	4,5	-	-	4789605,06	2123806,11	
V7	K0+510	Caballerizas hacienda San Felipe, vía con material de afirmado como rodadura, ancho de vía 4,5 m	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4789288,98	2123687,26	
V7 BOX-1	K0+710	Box culvert múltiple tipo batea, en concreto con L = 36 m, 4 cámaras de 2x1 m tres seguidas, ancho de la obra 3 m	Buen estado funcional y estructural	3,0	36	-	4789107,15	2123606,26	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V7 ALC-1	K0+820	Alcantarilla sencilla de 24", con muros y aletas en concreto. Muro cabezote encoleta fisurado	Regular estado estructural fisura longitudinal encoleta de la obra	1,5	5,0	24"	4789024,45	2123549,25	
V7	K0+840	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con cunetas y bordillos perimetrales en concreto, a partir de este punto	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4789006,77	2123540,91	
V7 ALC-2	K0+960	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, tipo cajón en buen estado	Buen estado funcional y estructural	1,0	5,0	24"	4788900,83	2123559,56	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V7 ALC-3	K1+060	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, tipo cajón en buen estado, vía con cunetas perimetrales en concreto con bordillos	Buen estado funcional y estructural	1,0	5,0	24"	4788817,18	2123512,26	
V7 ALC-4	K1+110	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, tipo cajón en buen estado, vía con cunetas perimetrales en concreto con bordillos	Buen estado funcional y estructural	1,0	5,0	24"	4788774,39	2123482,86	
V7 ALC-5	K1+115	Alcantarilla sencilla de 24" en concreto, tipo cajón en buen estado, vía con cunetas perimetrales en concreto con bordillos	Buen estado funcional y estructural	1,0	5,0	24"	4788772,79	2123483,64	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V7	K1+120	Cruce de la vía con trazado de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV propuesta	Cruce de DDV con la vía existente	5,0	-	-	4788770,78	2123483,29	
V7	K1+125	Broche cerca predio al costado izquierdo acceso peatonal a torre 8 - 14	Regulares condiciones de transitabilidad	5,0	-	-	4788725,46	2123453,43	
V7	K1+157	Vivienda San Felipe	Vivienda hacienda San Felipe	-	-	-	4788721,19	2123449,15	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

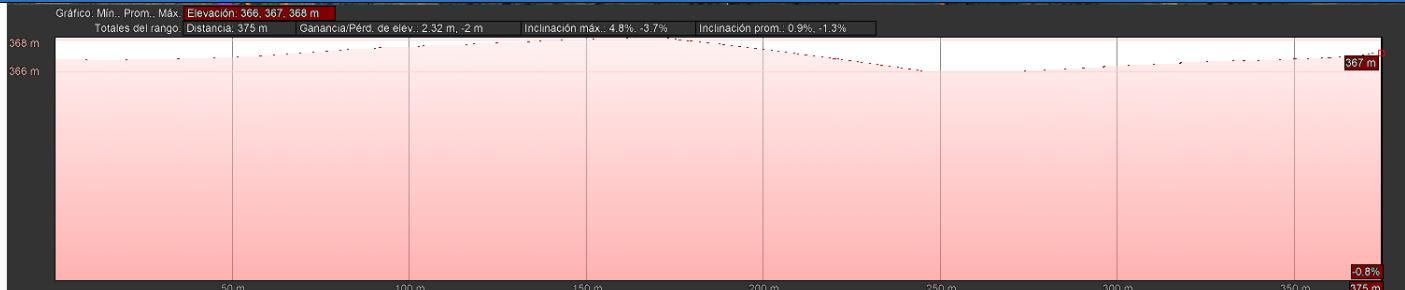


**Tabla 3-18 Descripción detallada V8 – desvío ruta nacional 4305 (K10+335) – carrera 1 San Felipe -Subestación eléctrica San Felipe**

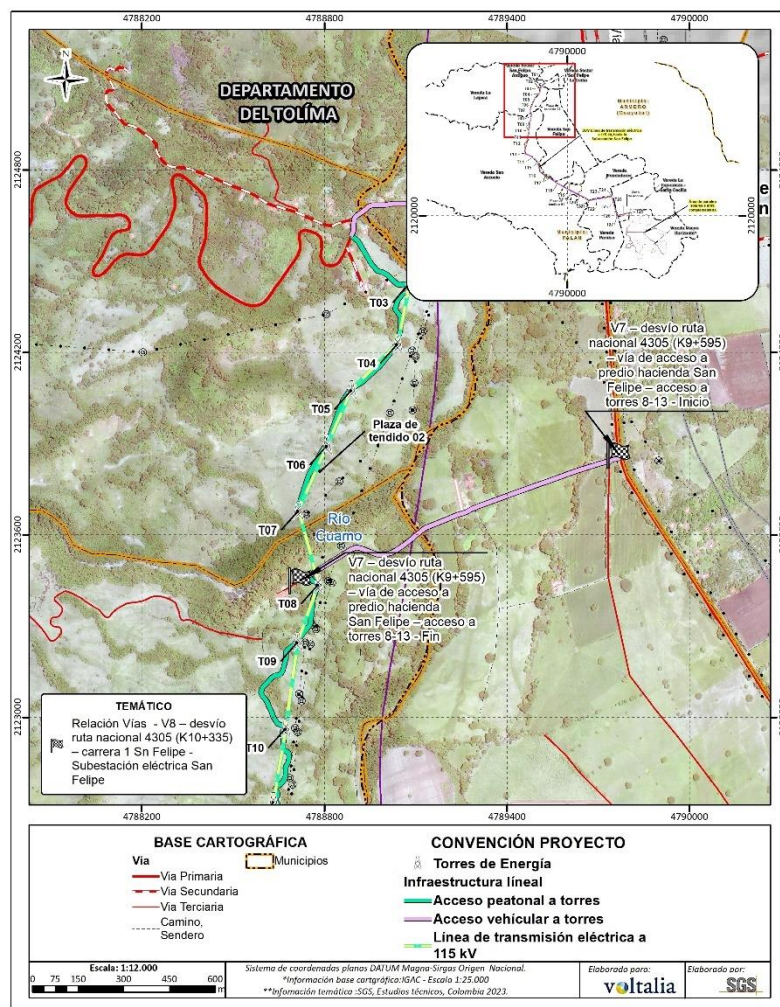
VÍA V8			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
0,375 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K10+335) Punto Final: Casa hacienda San Felipe	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 4	Terciaria	Camperos, Camionetas	PLANA
			ANCHO DE VÍA (m)
			3,0




TRAYECTO DE VÍA V8

La vía V8 parte de la ruta nacional 4305 en el K10+335 con dirección al oeste y permite el acceso a cerramiento subestación San Felipe, corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), que presenta un ancho de vía 3,0 m, con material de afirmado sin obras para el manejo de aguas de escorrentía. Presenta regulares condiciones de transitabilidad y es una vía alterna de acceso a la subestación eléctrica San Felipe, corresponde a la carrera 1 de San Felipe.




PERFIL LONGITUDINAL		
Bifurcación ruta nacional (K10+335)	<div><div>Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 366, 367, 368 m</div><div>Totales del rango: Distancia: 375 m    Ganancia/Pérd. de elev.: 2.32 m, -2 m    Inclinación máx.: 4.8%, -3.7%    Inclinación prom.: 0.9%, -1.3%</div><div><div><div>368 m</div><div>366 m</div></div><div></div><div><div>50 m</div><div>100 m</div><div>150 m</div><div>200 m</div><div>250 m</div><div>300 m</div><div>350 m</div><div>375 m</div></div><div><div>-0.8%</div><div>367 m</div></div></div></div> <td>Casa hacienda San Felipe</td>	Casa hacienda San Felipe

VÍA V8




ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V8	K0+000	ruta nacional 4305 (K10+335) a la izquierda a acceso vehicular viviendas San Felipe y subestación eléctrica San Felipe, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a viviendas San Felipe	-	-	-	4789339,77	2124661,01	
V8	K0+080	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho de vía 3,0 m	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4789628,75	2124607,44	
V8	K0+125	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho de vía 3,0 m	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4789585,60	2124611,96	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V8	K0+210	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho de vía 3,0 m, cerramiento subestación San Felipe operada por Celsia	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4789498,82	2124622,53	
V8	K0+262	Subestación eléctrica San Felipe, operada por Celsia	Subestación eléctrica San Felipe, operada por Celsia	-	-	-	4789447,59	2124628,63	
V8	K0+295	Vía terciaria (INVIAS) tipo 4 (IGAC), con material de afirmado como superficie de rodadura, ancho de vía 3,0 m, cerramiento subestación San Felipe operada por Celsia	Regulares condiciones de transitabilidad	3,0	-	-	4789415,78	2124636,43	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V8	K0+375	Unión con la vía V8 (a municipio de Falan)	Portería subestación eléctrica San Felipe, Celsia	-	-	-	4789709,12	2124598,87	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-19 Descripción detallada V9 – desvío ruta nacional 4305 (K10+665) – vía a Subestación San Felipe – acceso a torres 1-7**

VÍA V9			
LONGITUD		PUNTOS INICIAL Y FINAL	ESTADO
0,982 km		Punto Inicial: Bifurcación de la ruta 4305 (K10+665) Punto Final: Acceso predio el Ocaso	REGULAR
TIPO DE VÍA		TIPO DE VEHÍCULOS QUE TRANSITAN	TOPOGRAFÍA
IGAC	INVIAS		
Tipo 3	Terciaria	Camperos, Camionetas	PLANA
			ANCHO DE VÍA (m)
			6,0

TRAYECTO DE VÍA V9

La vía V9 parte de la ruta nacional 4305 en el K10+665 con dirección al oeste y permite el acceso a la subestación eléctrica San Felipe (torre 1 y 2) y posteriormente al predio el ocaso (torres 3-7). Esta vía corresponde a una vía terciaria (INVIAS) tipo 3 (IGAC), que hace parte de la red vial del Departamento del Tolima y permite el acceso al municipio de Falan, presenta una estructura con carpeta asfáltica como superficie de rodadura, obras de arte para el manejo de aguas de escorrentía, con desgaste y daos como fisuras longitudinales, piel de cocodrilo entre otros.

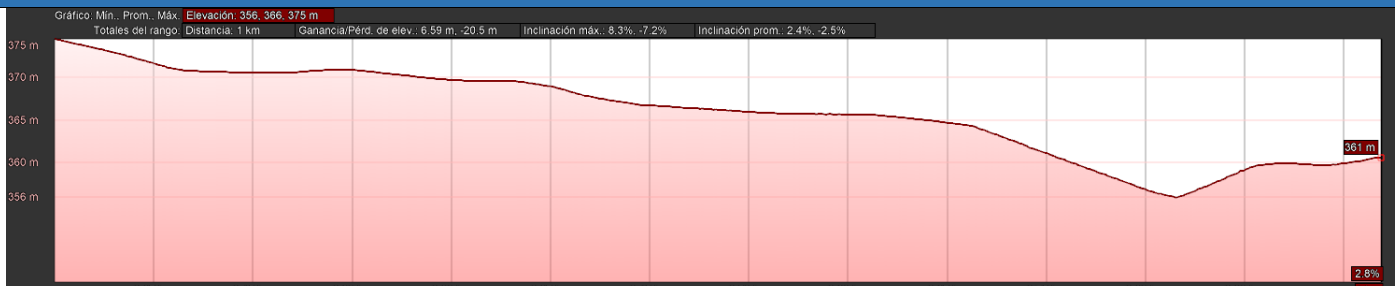
Esta vía es de gran importancia para la construcción de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV ya que permite acceder a las torres proyectadas de la 1 a la 7. Presenta regulares condiciones de transitabilidad.

PERFIL LONGITUDINAL

Bifurcación ruta nacional  
(K10+665)

Gráfico: Min.: Prom.: Máx.: Elevación: 356, 366, 375 m

Totales del rango: Distancia: 1 km    Ganancia/Pérd. de elev.: 6.59 m, -20.5 m    Inclinación máx.: 8.3% -7.2%    Inclinación prom.: 2.4% -2.5%



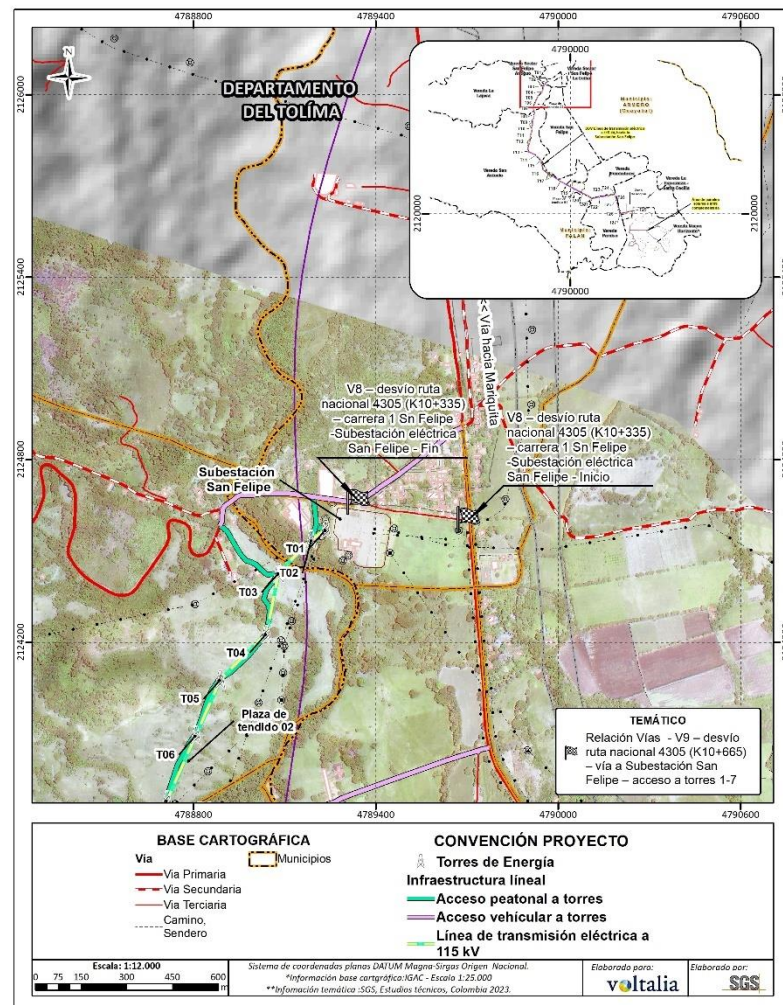
375 m  
370 m  
365 m  
360 m  
355 m

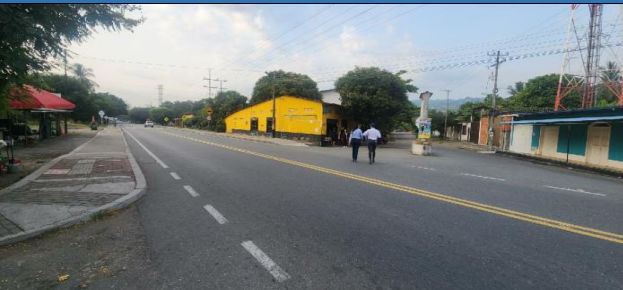
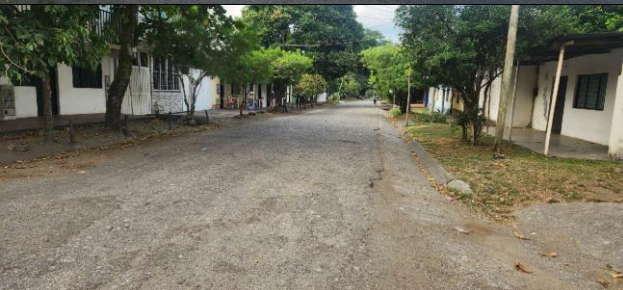
0.07 km 0.15 km 0.22 km 0.30 km 0.37 km 0.45 km 0.52 km 0.60 km 0.67 km 0.75 km 0.82 km 0.90 km 1 km

2.8%  
1 km




Vía a Falan, predio el Ocaso




VÍA V9




ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V9	K0+000	ruta nacional 4305 a la izquierda vía terciaria, acceso a municipio de Falan, Inspección San Felipe, foto sentido contrario al avance	Bifurcación al costado izquierdo acceso a subestación San Felipe y municipio de Falan	-	-	-	4788873,50	2124545,77	
V9	K0+035	Vía terciaria (INVIAS) tipo 3 (IGAC), con carpeta asfáltica como superficie de rodadura vía terciaria a municipio de Falan	Regulares condiciones de transitabilidad	6,0	-	-	4789661,28	2124895,13	
V9	K0+430	Unión de la vía V8 y V9 portería de acceso a Subestación San Felipe	Portería subestación San Felipe	-	-	-	4789343,62	2124664,34	



ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V9 ALC-1	K0+530	Alcantarilla sencilla de 36", tipo cajón costado derecho, buen estado funcional y estructural	Buen estado funcional y estructural	1,5	7,0	36"	4789250,14	2124663,66	
V9	K0+580	Acceso privado a torres 1 y 2, subestación San Felipe, Celsia, costado izquierdo sentido de avance	Acceso a ubicación torre 1 y 2	-	-	-	4789211,05	2124627,30	
V9 ALC-2	K0+740	Alcantarilla sencilla de 36", tipo cajón costado izquierdo, buen estado funcional y estructural	Buen estado funcional y estructural	1,5	8,0	36"	4789042,28	2124681,06	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V9 ALC-3	K0+765	Alcantarilla sencilla de 36", tipo cajón costado derecho, buen estado funcional y estructural	Buen estado funcional y estructural	1,5	7,0	36"	4789015,54	2124681,89	
V9 PUENTE-1	K0+845	Puente vehicular con estructura y superestructura en concreto capacidad 20 Ton, quebrada Cuamo, paralelo a puente peatonal con estructura metálica y superestructura en concreto	Regulares condiciones de transitabilidad	6,6	26,8	-	4788945,48	2124679,48	
V9 ALC-4	K0+910	Alcantarilla sencilla de 36", tipo cajón costado derecho, buen estado funcional y estructural	Buen estado funcional y estructural	1,5	7,0	36"	4788896,68	2124639,72	

ITEM	ABCSISA	DESCRIPCIÓN	EVALUACIÓN	DIMENSIONES			COORDENADAS PLANAS MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL		FOTOGRAFÍA
				A (m)	L (m)	Ø (")	ESTE	NORTE	
V9	K0+965	Desvío a acceso peatonal, predio el ocase para las torres 3-7, vía terciaria con carpeta asfáltica en regulares condiciones, ancho de vía = 6,0	Desvío a acceso peatonal torres 3-7	6,0	-	-	4788895,26	2124584,71	
V9	K0+982	Acceso principal predio el Ocase, torres 3-7	Acceso principal predio el Ocase, torres 3-7	-	-	-	4789684,95	2124906,00	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



### 3.2.1.3 Red Férrea

Dentro del área de influencia del proyecto parque Solar Fotovoltaica Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe, no se encontró infraestructura férrea existente y funcional. Paralelo a la ruta nacional 4305 existía un derecho de vía y una línea férrea que en la actualidad se encuentra desmontada.

En el proyecto específicamente el área del parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW actualmente corresponde a un tramo de la vía V2.1, a continuación, se presentan algunas fotos del estado actual de la vía. (**Fotografía 3-22; Fotografía 3-23**).

**Fotografía 3-22 Antiguo trazado línea férrea (V2.1) paralelo a ruta nacional 4305**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791969,07 N: 2118806,76



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-23 Antiguo trazado línea férrea (V2.1) paralelo a ruta nacional 4305**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4792008,76 N: 2118938,39



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

### 3.2.1.4 Infraestructura Social y/o Productiva

Para el desarrollo de las actividades del proyecto en el área de influencia la afectación de infraestructura corresponderá al uso de las vías de acceso existentes, uso de servicios hoteleros y prestación de otros servicios con los que cuenta el municipio de Armero – Guayabal. Lo anterior basado en cada una de las fases del proyecto (fase preoperativa, fase constructiva fase operativa y mantenimiento, fase post operativa), para las cuales se



requerirá que el personal asociado al proyecto pernocte y abastezca sus necesidades de los servicios ofrecidos por el municipio de Armero – Guayabal, Tolima.

### **3.2.1.5 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional (STN) y del Sistema Interconectado Regional (STR) en el área de influencia del proyecto.**

Al interior del área de influencia del proyecto se observan algunas líneas eléctricas de interconexión a las viviendas (hacienda el coco) y a su vez el trazado de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV realiza varios cruces con líneas existentes en su trazado. La **Fotografía 3-24**, **Fotografía 3-25** y **Fotografía 3-26**. Presentan algunos postes de líneas eléctricas operadas por Enertolima encontradas al interior del predio hacienda el Coco donde se va a implantar el parque solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW.

**Fotografía 3-24 Poste interconexión línea eléctrica baja tensión Enertolima, hacienda el Coco**  
Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4792987,49 N: 2119266,53



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-25 Poste interconexión línea eléctrica con transformador Enertolima, hacienda el Coco**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4792945,86 N: 2119332,90



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-26 Poste interconexión línea eléctrica con transformador Enertolima, hacienda el Coco**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4792349,84 N: 2119385,27



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

A continuación, se presenta alguna infraestructura que se identificó cercana al trazado propuesto de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe. (Ver **Fotografía 3-27**; **Fotografía 3-36**).

**Fotografía 3-27 Subestación San Felipe, Celsia**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789447,59 N: 2124628,63



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-28 Poste tipo R4 interconexión líneas eléctricas cercana a subestación eléctrica San Felipe**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789217,90 N: 2124556,15



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-29 Líneas eléctrica cercanas a trazado línea de transmisión propuesta**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789068,84 N: 2124287,61



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-30 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, torre 7**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4788738,78 N: 2123667,94



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-31 Líneas eléctricas cercanas a trazado línea de transmisión propuesta**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4788757,11 N: 2123305,12



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



**Fotografía 3-32 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, torre 10**

**Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4788700,25 N: 2122969,00**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-33 Línea eléctrica cercana a trazado línea de transmisión propuesta, paralela a línea existente entre torres 17-18**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4789619,19 N: 2121144,85



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-34 Poste paralelo (interconexión fincas entre torres 22-23) a trazado línea eléctrica de  
transmisión propuesta y ruta nacional 4305**

Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791074,87 N: 2120609,23



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-35 Poste línea paralela a trazado línea eléctrica de transmisión propuesta**

**Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791717,92 N: 2120077,23**



Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791717,92 N: 2120077,23

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Fotografía 3-36 Cruce línea electrica de transmisión con línea existente paralela a ruta nacional 4305 entre torres 27-28**



Coordenadas magna sirgas origen nacional: E: 4791745,31 N: 2120010,91

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



### 3.2.2 Fases y Actividades del Proyecto

El proyecto en general comprende cuatro etapas: preoperativa, constructiva, operativa y desmantelamiento, restauración y abandono; adicional a estas, se considera una denominada "etapa transversal" en la que se agruparon las actividades que no se asocian a un momento específico en el ciclo de vida del proyecto, sino que pueden presentarse en cualquiera de las etapas citadas inicialmente, bajo esta precisión, a continuación, se explica detalladamente cada una de las actividades previstas en las etapas definidas para el desarrollo del proyecto. (Ver **Fotografía 3-20**).

**Tabla 3-20 Fases y Actividades del Proyecto**

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
ETAPA TRANSVERSAL	Movilización de personal, equipo y maquinaria		Desplazamiento por corredores de acceso existentes o nuevos de la maquinaria, así como de los vehículos pesados y livianos para el transporte del personal, materiales de construcción, insumos y equipos, los cuales se requieren durante la etapa constructiva, operativa y de desmantelamiento, restauración y abandono.
	Contratación de personal		Comprende la vinculación de mano de obra calificada o mano de obra no calificada para el desarrollo de las actividades del proyecto; la contratación de personal puede darse a nivel local, municipal o nacional, en el marco de las políticas laborales actuales. A lo largo del desarrollo del proyecto, en la medida en que las actividades se ejecuten, se llevará a cabo el proceso de contratación, inducción y capacitación de personal, privilegiando la mano de obra local.
	Información del proyecto a autoridades y comunidades		Se llevan a cabo los procesos informativos con las autoridades, comunidades y organizaciones comunitarias de las unidades territoriales del área de influencia del proyecto, de acuerdo con las obligaciones que se establezcan en la licencia ambiental. Asimismo, se realiza un relacionamiento continuo, asociado con las actividades del proyecto en todas sus etapas.
	Adquisición de bienes y servicios		Esta actividad hace referencia a la adquisición de todos los elementos necesarios por etapa para el funcionamiento y operación del proyecto, consta de bienes como alimentos, bebidas, materiales para la construcción y servicios como transporte de personal, exámenes médicos, alimentación, hospedaje, entre otros, los cuales se adquieren en su gran mayoría en los municipios del área de influencia del proyecto.
	Generación y manejo de residuos		Los residuos sólidos que se generan en las diferentes actividades del proyecto se clasificarán de acuerdo a su tipo y se almacenarán temporalmente en sitios adecuados para este fin, realizando su disposición final por medio de un tercero. Los residuos líquidos se manejarán por medio de una empresa tercera, que cuente con los permisos ambientales, para su adecuada disposición final.
ETAPA PRE OPERATIVA	Diseño, ingeniería del proyecto y estudios preliminares		<p>En esta fase preliminar se inician los estudios técnicos y ambientales que promoverán la correcta estructuración del proyecto. Como parte de estos estudios se encuentra el Análisis de Restricciones Ambientales, en el cual se identifican áreas susceptibles de intervención para el desarrollo del proyecto, una estimación inicial del área de influencia del proyecto, lo cual se convierte en punto de partida para concebir la jerarquía de la mitigación entorno a los posibles impactos ambientales que se generarían por el desarrollo del proyecto.</p> <p>Así mismo, dentro de la planeación general del proyecto, se incluyen los diseños electromecánicos y de obras civiles, con apoyo en estudios preliminares. Incluye la recopilación de información meteorológica,</p>

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Negociación de predios		reconocimientos geológicos previos, topografía, cartografía y fotogrametría, imágenes de satélite, fotografías aéreas y otras, tanto para el parque solar fotovoltaico como de la línea de transmisión eléctrica.
			Igualmente, se evalúan las diferentes configuraciones preliminares de layouts (disposición y configuración de mesas, paneles solares y línea de transmisión eléctrica) que permitirán obtener los valores esperados de producción de energía, así como el dimensionamiento de conductores eléctricos, canalizaciones, centros de transformación, configuración de inversores, centros de maniobra, línea de transmisión y subestación eléctrica.
CONSTRUCTIVA	Adecuación de accesos existentes y construcción de accesos nuevos	Replanteo topográfico y demarcación	Previo a las actividades de obra civiles, se realizarán los trabajos de topografía para georreferenciar y materializar por medio de estacas, los puntos de cortes y rellenos, en las áreas que se deben intervenir.
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Esta actividad corresponde al desmonte y descapote del terreno natural, donde se incluye la remoción de la capa vegetal y de materiales blandos sobre los sitios que ameriten, como áreas de construcción previamente demarcados en el replanteo topográfico, utilizando los medios manuales o mecánicos necesarios para su ejecución.
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño y cuando se requiere construir estructuras de drenaje, en la adecuación o construcción de la vía. En este tipo de actividad se tienen en cuenta los movimientos de tierra que se requieren para la conformación de la superficie en afirmado, en donde se debe extender y compactar el material con maquinaria pesada.
		Adecuación de obras de drenaje	Construcción de obras de drenaje o estructuras hidráulicas, que ayudan al manejo de las aguas de escorrentía o al manejo en los cruces de cuerpos de agua.
		Conformación de la superficie de rodadura de caminos de acceso e internos	Las vías o caminos internos son aquellos que se conformarán dentro del Parque Solar que servirán para comunicar las diferentes instalaciones presentes dentro del parque y para el acceso a las diferentes torres que conforma la línea de transmisión eléctrica. Los caminos internos tendrán un ancho aproximado de 4 metros.
	Actividades de construcción e instalación de la línea de transmisión eléctrica de 115kW	Adecuación de sitios de estructuras (remoción, descapote, explanación y excavación)	Contempla la ejecución de acciones que permitan despejar las coberturas vegetales existentes en los sitios de torres, esto comprende la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás, así como explanación y excavación para cimentaciones en el sitio de la estructura de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño. Esta actividad traerá consigo la generación de residuos, como sobrantes de excavación y material vegetal.
		Cimentación, relleno y compactación en sitios de estructuras	Incluye la instalación de acero de refuerzo, fundición de concreto, relleno y conformación final del sitio de instalación de cada uno de los apoyos de la estructura, de acuerdo con la cimentación seleccionada para cada sitio de estructura. Se realizará el relleno y reconfiguración del terreno. De acuerdo con las recomendaciones geotécnicas del diseño detallado se reincorporará el material excavado si cumple con las condiciones requeridas para su uso.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		Construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura	Comprende la construcción de las fundaciones para: Los pórticos que reciben los conductores de las líneas de transmisión eléctrica; los soportes para los equipos de los patios de potencia, y los requeridos para la casa de control donde estarán alojados los equipos de control y protecciones para las bahías de línea.
		Montaje de torres	El montaje de las torres se realiza en cada uno de los sitios a intervenir mediante el ensamblaje de elementos y secciones en el piso para posteriormente llevar a cabo el armado en sentido ascendente con ayuda de grúas, malacates, plumas y poleas.
		Despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido	Hace referencia al despeje de la vegetación a lo largo de la línea en un ancho, faja o trocha que permita realizar las labores de tendido e izado del conductor y cable de guarda. Así mismo se realizará aprovechamiento forestal de aquella vegetación que genere riesgo a la línea debido a que no cumple con las distancias de seguridad definidas, hecho que depende de la configuración en planta y en perfil del proyecto, de la topografía y del tipo y altura de la vegetación.
		Tendido e izado del conductor (Obras Eléctricas)	Corresponde al tendido de conductores y cable de guarda a lo largo de la línea de transmisión, apoyándolo sobre las estructuras previamente instaladas. Se instalarán los aisladores de retención y las poleas temporales para tensionar los cables conductores y de guarda para la posterior instalación de los aisladores de suspensión.
		Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal	Se procede a retirar todos los elementos e instalaciones transitorias que sirvieron de apoyo al proceso constructivo. Es la última actividad que se realiza en la etapa de construcción y consiste en adelantar las acciones necesarias para recuperar los sitios de torre y zonas intervenidas durante la construcción y en dejar las instalaciones usadas como plazas de tendido y accesos en condiciones similares a las iniciales.
		Construcción de obras de protección y estabilización	Consiste inicialmente en la identificación de sitios de torre o zonas aledañas que requieren obras de protección o estabilidad geotécnica. Una vez identificados, se lleva a cabo el diseño y construcción de obras y acciones destinadas a proteger y mantener estables los sitios de torre, así como prevenir y controlar posibles procesos erosivos alrededor de las áreas intervenidas. Los tipos de obra serán los recomendados en los estudios geotécnicos según el análisis y necesidades cada zona en particular.
	Actividades de construcción e instalación de la infraestructura temporal y permanente del Parque Solar	Replanteo topográfico y demarcación	Previo a las actividades de obra civiles, se deben realizar los trabajos de topografía para georreferenciar y materializar por medio de estacas los puntos de cortes y rellenos, y las áreas que únicamente se deben intervenir para el parque solar.
		Remoción de la cobertura vegetal y descapote	Esta actividad corresponde al desmonte y descapote del terreno natural en el caso de que se requiera. Esta actividad incluye la remoción de la capa vegetal y de materiales blandos sobre los sitios que ameriten, dentro de lo autorizado por la licencia ambiental.
		Movimiento de tierras (excavación, cortes y rellenos)	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño del Parque Solar.
		Adecuación de obras de drenaje	Consiste en la construcción de cunetas u otro tipo de obra, que se requiera para el manejo de las aguas de escorrentía, durante las obras civiles que se realicen en el área de intervención del parque solar.
		Excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales	Los procesos de excavaciones, cortes y rellenos compensados se realizan para llegar al nivel del terreno requerido en el diseño de las áreas, para la instalación de los paneles e instalaciones de apoyo del Parque Solar.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
		Montaje de estructura de soporte de módulos fotovoltaicos	Las estructuras de soporte podrán ser del tipo hincado "perfiles metálicos en C" o "tornillo de anclaje", también se puede realizar cimentaciones combinadas según el tipo de suelo o resultados de la prueba de pull-out, lo que permitirá fijar las estructuras de soporte de los paneles fotovoltaicos a la superficie del suelo, sin requerir movimientos de tierras o explanaciones, ni el uso de hormigón.
		Montaje de paneles e instalación de inversores y centros de transformación	Corresponde a la instalación de los módulos solares, instalación de paneles, inversores y centros de transformación. Los inversores se instalan de forma modular. Estos son alimentados de los paneles fotovoltaicos y se conectan a la red directamente, con el fin de no generar ningún tipo de acumulación.
		Instalación conexión eléctrica (cableado, puesta a tierra, protecciones)	Corresponde a la instalación de la conexiones eléctricas de baja y media tensión de orden soterrado, las cuales conectarán los paneles solares con los inversores y centros de transformación.
OPERATIVA	Operación de la línea de transmisión eléctrica y parque solar fotovoltaico		<p>La operación de la línea corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, conservando distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.</p> <p>La operación del parque solar fotovoltaico corresponde a la conversión de la radiación solar en energía eléctrica, que tiene lugar en el panel o módulo fotovoltaico, el cual es el elemento base en la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. La operación considera el control diario que se llevará a cabo desde la Sala de Control y/o en forma remota. El sistema de monitoreo de las cajas de conexión, inversores, etc. permitirá detectar fallas tempranamente, tomando las medidas que correspondan, ya sea de mantenimiento correctivo o incluso conectar/desconectar equipos.</p>
	Mantenimiento Electromecánico de la línea de transmisión eléctrica y el parque solar fotovoltaico.		<p>El mantenimiento electromecánico de la línea de transmisión eléctrica comprende la ejecución de acciones tendientes a la 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, entre otras.</p> <p>El mantenimiento electromecánico del parque solar fotovoltaico consiste en actividades básicas preventivas en las instalaciones y sus partes, como: revisión del estado del cableado de los paneles, los cables que conectan el centro de transformación. Adicionalmente se realiza un mantenimiento correctivo que contempla actividades tales como replazo de piezas cercanas al término de la vida útil y actividades de mantenimiento generadas por eventos no previstos como daño y robo.</p>



ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Control de estabilidad en sitios de torre y obras civiles		En caso de ser necesarias de acuerdo con las recomendaciones del diseño geológico - geotécnico, se realiza la construcción de obras de protección tales como trinchos, gaviones, muros de contención y/u obras de drenaje para prevenir o corregir la desestabilidad del suelo en sitios de las estructuras.
	Limpieza de los paneles		La limpieza de módulos fotovoltaicos se realizará con agua, la que será suministrada por terceros autorizados. De acuerdo con la dinámica de precipitación en el área de influencia del proyecto, se tendrá que hacer necesaria la limpieza periódica de los módulos con agua, para mantener las mejores condiciones de captación de la radiación, en algunas épocas del año.
	Mantenimiento de zonas verdes - zona de servidumbre		Se llevará a cabo la revisión y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar si existe interferencia con la vegetación, viviendas o cualquier tipo de edificaciones; si tal situación se evidencia, se realizará la tala y/o poda de esta vegetación y/o acciones necesarias para retirar la infraestructura que allí se instaló, en la medida que las condiciones sociales y políticas lo permitan.
DESMANTELAMIENTO, RESTAURACIÓN Y ABANDONO	Desmantelamiento y retiro de equipos		Esta actividad tiene por objetivo desmantelar y retirar todas las construcciones realizadas. Las obras de concreto se demolerán, enviando los residuos a sitios de disposición autorizados para el manejo de residuos de construcción y demolición - RCD. En cuanto al retiro de los paneles solares, las cimentaciones de las estructuras de estos serán removidas en su totalidad y dispuestos según los tipos de residuos generados, mediante terceros autorizados.
	Desmante de conductores, cables de guarda y de las torres		Esta actividad consiste en el desmante y retiro de las partes que conforman cada una de las torres, así como el desmante y retiro de los conductores y los cables de guarda una vez se defina el abandono y cierre del proyecto. Esta actividad conlleva el desarrollo de las acciones de Retiro o demolición de Infraestructura, que consisten en el retiro de construcciones existentes en el área de intervención de los procesos, así como el desarrollo de actividades de poda y rocería de vegetación con el fin de facilitar el proceso de demolición que se requiera para el desarmado de la torre.
	Desmante de obras civiles excavaciones, demolición de fundaciones		Comprende diferentes actividades como la demolición de las cimentaciones de la línea, para lo cual se realizan las excavaciones con el fin de demoler los pedestales de las fundaciones, hasta una profundidad que garantice que no quedará evidencia alguna de la demolición, el retiro de todo el material producto de la demolición (RCD), el relleno, la compactación y la conformación del terreno al mismo nivel donde se encontró.
	Limpieza final del área		La limpieza consiste principalmente en el retiro de los escombros y gestión de los residuos sólidos generados durante el funcionamiento del parque solar y la línea de transmisión eléctrica dejando el lugar libre de residuos, para proceder a la reconformación final.

ETAPA	ACTIVIDAD	SUB-ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Reconformación del terreno y revegetalización		La reconformación geomorfológica de las áreas intervenidas se refiere principalmente a cubrir con material natural, las cimentaciones de las edificaciones y obras eléctricas, entre otros, que hayan sido retirados, para mantener el nivel natural del terreno.
	Cierre ambiental y social		Se adelantan los trámites administrativos para finalizar los contratos celebrados con personal y empresas para prestación de servicios, en cumplimiento de la normatividad aplicable. Posteriormente, se realiza una revisión de los compromisos adquiridos para que, en el momento de ejecutar el Plan de desmantelamiento y abandono, sea posible evidenciar su cumplimiento con las comunidades y las autoridades locales.

Fuente: Votalia Colombia S.A.S, 2024.

### 3.2.3 Diseño del Proyecto

El proyecto consiste en la instalación y operación de aproximadamente 114.143 módulos fotovoltaicos para generar energía eléctrica a través del uso de energía solar, con una potencia pico instalada de 71,94MWp (DC Power) equivalente a una potencia nominal final de 60 MW (Potencia AC), una subestación elevadora y sus respectivas obras complementarias. (Ver **Tabla 3-21**).

**Tabla 3-21 Características del proyecto**

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	
Localización	Colombia, Tolima, Armero Guayabal
Potencia nominal (AC)	60 MWac
Potencia pico (DC)	71,94 MWdc
Ratio DC/AC	1,19
CARACTERÍSTICAS CIVILES	
Área del predio de la Hacienda El Coco	176,70 ha
Área de intervención del proyecto (paneles, centros de transformación, cerramiento)	117,275 ha
Ratio de ocupación del terreno (GCR)	0,65 %
Tipo de estructura	Fija
Configuración	Generic-2V-20mm
Pitch	9,2 m
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Módulos fotovoltaicos (610 Wp)	114.143 *
Número de inversores (hasta 352 kVA)	173

\*Cifra aproximada, teniendo en cuenta los paneles disponibles en el mercado, optando por la opción más eficiente, este número podría variar.

Fuente: Votalia Colombia S.A.S, 2024.

El proyecto Planta Solar Heliconia tomó como referencia estudios de datos de radiación y temperatura provenientes de la base de datos meteorológicos incluida en el software PVSyst, que justifican buenas condiciones de recurso para la transformación en energía eléctrica. La energía generada en la Planta Solar será transportada hacia la subestación San Felipe a través de una línea de media tensión 115 kV de una longitud aproximada de 7420,945 m que conectará la planta de generación al Sistema de Transmisión Nacional (STN).

El proyecto se concibe como un proyecto de generación mediante el uso de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER) incentivado por el gobierno colombiano a través de la Ley 1715 de 2014<sup>1</sup>, la Ley 2099 de 2021<sup>2</sup> y demás normas del ordenamiento jurídico nacional que promueven la utilización de FNCER para generación de energía, como parte de las estrategias de política pública para la reducción de gases de efecto invernadero y en el marco de la transición energética de nuestro país. Los elementos de diseño claves para el desarrollo del proyecto son la topografía de la zona y el recurso solar disponible.

- **Recurso Solar**

El objetivo del análisis del recurso solar es proporcionar una estimación de la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año típico. El recurso solar se da generalmente como una serie de valores por hora para la irradiancia y la temperatura, por un período de un año. Esta serie se llama el Año Meteorológico Típico (TMY). La fuente utilizada para generar el TMY fue la base de datos del software PVSYST. Incluye meteorología desde el año 1991 hasta el 2007. (Ver Tabla 3-22).

<sup>1</sup> Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.

<sup>2</sup> Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.

**Tabla 3-22 Valores mensuales del recurso Solar**

Month	GHI kWh/m <sup>2</sup>	DNI kWh/m <sup>2</sup>	DIF kWh/m <sup>2</sup>	D2G	GTI <sub>opta</sub> kWh/m <sup>2</sup>	TEMP °C	WS m/s	CDD degree days	HDD degree days
Jan	170.9	137.0	75.8	0.444	179.6	24.6	1.3	189	0
Feb	155.6	106.9	75.7	0.486	160.4	25.1	1.3	172	0
Mar	170.9	101.9	89.9	0.526	172.1	25.0	1.2	159	0
Apr	166.1	108.0	81.1	0.488	163.6	24.8	1.2	174	0
May	172.8	125.9	77.8	0.450	166.8	24.6	1.3	165	0
Jun	168.5	133.5	71.1	0.422	160.9	24.8	1.6	162	0
Jul	182.2	149.8	72.6	0.398	174.5	25.1	1.8	178	0
Aug	187.3	143.0	78.6	0.419	182.8	25.6	1.7	179	0
Sep	181.2	131.0	78.8	0.435	181.0	25.6	1.4	182	0
Oct	177.4	130.0	78.5	0.443	181.6	24.6	1.2	182	0
Nov	160.5	124.3	72.2	0.450	167.8	23.9	1.2	160	0
Dec	165.5	136.6	72.9	0.441	175.0	24.2	1.2	182	0
<b>Yearly</b>	<b>2058.8</b>	<b>1528.0</b>	<b>924.9</b>	<b>0.449</b>	<b>2066.1</b>	<b>24.8</b>	<b>1.4</b>	<b>2445</b>	<b>0</b>

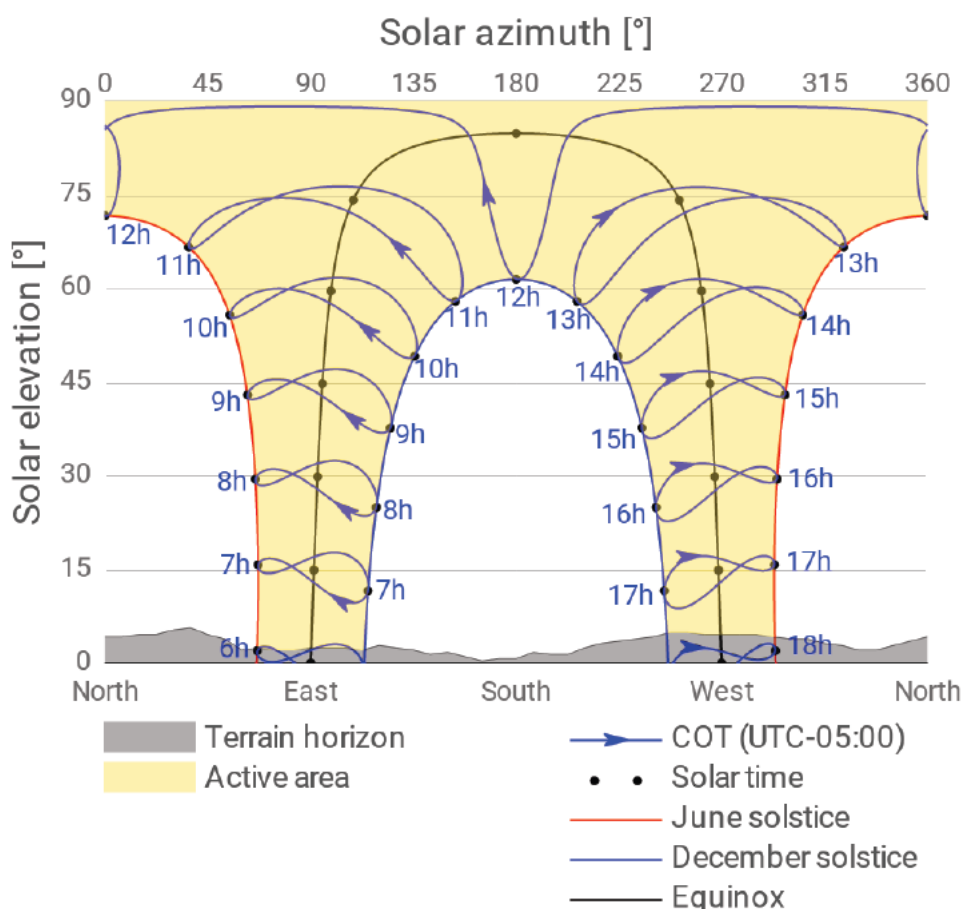
Fuente: Voltalia Colombia S.A.S, 2024.

- **Perfil del horizonte**

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte. Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa. Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica. La fuente de datos para la línea del horizonte fue la base de datos PVSYST. (Ver Tabla 3-6).



Figura 3-6 Perfil del horizonte



Fuente datos: PVGIS 5. Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.3.1 Criterios de diseños eléctricos

El criterio general para la selección de la potencia de los módulos y configuración de estos fue la optimización del área disponible para la generación de energía.

Para la configuración de la matriz fotovoltaica se estudiaron las características técnicas tanto de los módulos como de los inversores. Dentro de la información más relevante para el diseño se tuvieron en cuenta los voltajes máximos, corrientes de corto circuito, número de cadenas y controladores MPPT entre otros.

Debido a que la tensión del módulo se ve afectada bajo la temperatura ambiente de la ubicación del proyecto, se procedió a utilizar la herramienta computacional PVSyst para realizar la respectiva simulación y comprobar que el arreglo de paneles solares este dentro de los parámetros admisibles tanto de corriente como voltaje por los inversores.

El cumplimiento con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE y el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050 fue otro criterio de diseño empleado en las instalaciones,

garantizando los parámetros eléctricos y de seguridad requeridos para una adecuada operación de la planta de generación.

### 3.2.4 Características Técnicas

#### 3.2.4.1 Adecuación y construcción

A partir de la caracterización de vías existentes se determina que se realizará mantenimiento a las vías existentes en los tramos en los que sea necesaria su adecuación para el correcto tránsito de los vehículos del proyecto, específicamente en la zonas donde la vía es destapada y se encuentra erosibilidad, aun así, en tanto las vías a ser utilizadas son vías municipales y por tanto de uso público, el proyecto se encargará de realizar actas del estado vial después de finalizada la fase constructiva del mismo para ser contrarrestada con la caracterización vial ya realizada. Así mismo es importante resaltar que al interior del predio para la implantación del parque se podrá realizar el desmantelamiento de las vías existentes de tal modo que se construyan los viales internos que permitan el desarrollo adecuado del proyecto solar.

Respecto a las vías de acceso al trazado de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV, si se deben realizar adecuaciones o mantenimientos a las vías para poder acceder de forma adecuada al DDV propuesto.

##### 3.2.4.1.1 Vías de Acceso

- Corredores de acceso existentes:

En la Tabla 3-5 se presentan las vías de acceso y movilidad identificadas al interior del Área de influencia del proyecto. Cabe resaltar que, de acuerdo con el estado de estas, los mantenimientos se aplicarán a las vías que lo requieran exclusivamente, más aterrizados a las vías que permiten el acceso al DDV del trazado de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV. Respecto a las vías que se encuentran al interior del área de influencia del proyecto, pero no son de interés del proyecto (V3, V3.1 y V4); no se contempla realizar mantenimientos ya que las vías internas a construir permitirán el correcto desarrollo del proyecto.

**Tabla 3-23 Actividades técnicas para mantenimiento y/o adecuación de vías existentes**

Tipo De Adecuación Vial	Descripción	Actividades
Recuperación, adecuación y/o mejoramiento de la banca (Incluye excavaciones y rellenos)	Actividades requeridas para el mejoramiento de la capacidad estructural de la banca. Dependerán de la topografía del terreno, se buscará en lo posible realizar corte y relleno compensado.	Excavación / corte
		Instalación de geotextiles
		Rellenos
		Compactación
		Transporte de materiales
rectificación del alineamiento	Se busca llevar la vía a las condiciones óptimas para el tránsito mediante la rectificación de parámetros geométricos	Recolección, transporte y disposición de sobrantes
		Excavación / corte
		Instalación de geotextiles
		Rellenos

Tipo De Adecuación Vial	Descripción	Actividades
	como radios de curvatura, pendientes longitudinales, entre otros.	Compactación
		Transporte de materiales
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
Suministro, instalación y compactación de material granular	En tramos donde las condiciones de la capa de rodadura no sean óptimas se instalará material granular como capa de afirmado en un espesor que podrá variar entre 0,05 y 0,30 m o según diseños; debidamente compactado y con bombeo del 2 al 3%,	Transporte de materiales.
		Instalación de material granular.
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
Adecuación y conformación de cunetas	Esta labor se realizará con el objeto de mejorar el drenaje de la vía, preservando así su durabilidad. Se adecuarán las cunetas en tierra, concreto u otro material sintético que garantice el adecuado drenaje de las aguas de escorrentía, con ancho variable entre 0,40 m y 1,0 m o según diseños, dependiendo de las necesidades,	Excavación y limpieza de sedimentos
		Reconformación y/o perfilado de cunetas
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes
		Terraplenes y rellenos compactados
		Recolección, transporte y disposición de sobrantes.
		Empradización.

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- Corredores de acceso nuevos:

Se deberá garantizar un acceso adecuado para el ingreso de equipos, herramientas y personal al predio Hacienda el Coco y predios de la línea de transmisión eléctrica a 115 kV. En relación con los caminos internos de la Planta Solar, se habilitarán para el acceso a los paneles para limpieza, mantenimiento y labores que se puedan requerir en la fase de operación. Las vías de acceso privadas y las vías internas serán de uso exclusivo del proyecto, es así como, serán utilizadas para permitir el ingreso de materiales, equipos, maquinaria y personal hacia el proyecto desde la fase constructiva y en adelante.

Para las vías internas se encuentran unos tramos a construir y están diseñadas con un terraplén con material de relleno, en espesor aproximado de 0,15 m y capa granular de máximo 0,20 m con material de río. La vía se tratará mediante cortes y rellenos compensados a nivel de subrasante, siempre y cuando los contenidos de humedad de los materiales se presten para las compactaciones necesarias, y teniendo en cuenta los déficits de materiales para equilibrar el diagrama de masas.

Se estima la construcción de vías internas en los predios con una longitud máxima de 5,75 km, los cuales están trasados respetando lo establecido en la zonificación de manejo ambiental del proyecto, igualmente los accesos están diseñados buscando aprovechar al máximo las vías y caminos o senderos existentes en los predios de manera que se construyan vías de la menor longitud posible y permitiendo el acceso a los equipos más robustos como subestación y centros de transformación.

Las vías internas existentes son caminos que serán adecuados para transportar maquinaria, equipos y personal dentro de las instalaciones de la Planta Solar. Estas se adecuarán siguiendo las premisas técnicas mencionadas a continuación, con la finalidad

de permitir la instalación de paneles y en etapa de operación, realizar limpieza y mantenimiento. Estas vías internas tendrán las dimensiones de caminos carreteables, no pavimentados que serán privados al encontrarse dentro de la Planta Solar Heliconias.

Para el tramo correspondiente a la vía interna dirigida a la subestación elevadora del proyecto se plantea la adecuación de una Vía Categoría 2, correspondiente a una especificación para infraestructura de mayor volumen y peso (transformador de la subestación). Para dicha categoría se presentan a continuación los parámetros de diseño (Ver **Tabla 3-24**).

**Tabla 3-24 Especificaciones técnicas generales para la construcción de vías internas**

Parámetro	Especificación
Velocidad de diseño	20 km/h
Superficie de rodadura	Afirmado
Radio de giro mínimo	15 m
Bombeo	2%
Calzada o superficie de rodadura	6,0 m
Pendiente longitudinal mínima	0 % (la vía drena por el bombeo)
Pendiente longitudinal máxima	10 %

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Dada la pendiente plana que presenta el terreno en la zona del proyecto, se propone que la rasante de la vía se localice entre 0,3 m y 0,5 m sobre el nivel del terreno, esta situación hace que la sección típica de la vía sea en relleno, con relación de lleno de 2,0H:1,0V.

La disposición de las vías internas debe seguir los criterios comunes para las plantas fotovoltaicas en relación con la ubicación y accesibilidad al Centro de Control, Centro de medida y entrega, inversores y otros equipos que necesitan mantenimiento durante la operación de la planta solar.

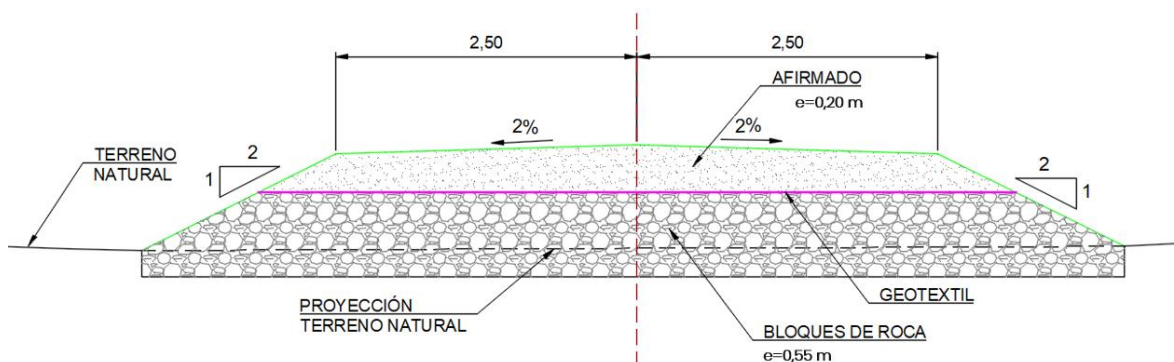
Dadas las características del terreno y los parámetros de diseño, según la categoría especificada, el diseño de las vías internas tendrá las siguientes premisas:

- Ancho de accesos internos: 6,0 m útiles aproximadamente.
- Radio interno estándar: 15,0 m, pero asegurando la ampliación para el paso de un camión de 16 metros de largo.
- Pendiente mínima de la sección transversal: 2,0%, de eje a borde.
- La rampa máxima: 6,0%.
- La subrasante tendrá su altura de tamaño en diseño, y debe tener al menos 30 cm de altura de capa compactada.
- La subbase tendrá su tamaño de altura en diseño, y debe tener al menos 25 cm de altura de capa compactada.
- La base tendrá su altura dimensionada en diseño, y debe tener al menos 20 cm de altura de capa compactada.



- Se diseñará un sistema de drenaje para proteger la vía, protegiéndola de inundaciones y daños a la lluvia equivalente al TR 50, previsto para el sistema de drenaje.
- Las canaletas tendrán un ancho máximo de 0,60 m (se pueden utilizar a 0,50 m considerando las características locales) y una pendiente transversal máxima del 10%. La pendiente longitudinal mínima debe ser del 0,30% (puede ser del 0,25% en el uso de la canaleta de 0,50 m).
- El bordillo (guía) puede tener una altura útil que oscila entre 0,10 y 0,20 m, dependiendo de la configuración del terreno.
- Dimensionamiento de pisos para tráfico de acuerdo con el estándar) y para una vida útil de 30 años.
- La superficie de la capa debe ser de material liso, uniforme, impecable y suelto. Las irregularidades no deben tener más de 2 cm de espesor.

Figura 3-7 Sección de la vía



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Para los accesos a los puntos de torre, se plantearon los accesos existentes de tipo vehicular a los cuales no se propone hacer intervención.

- **Acceso a utilizar**

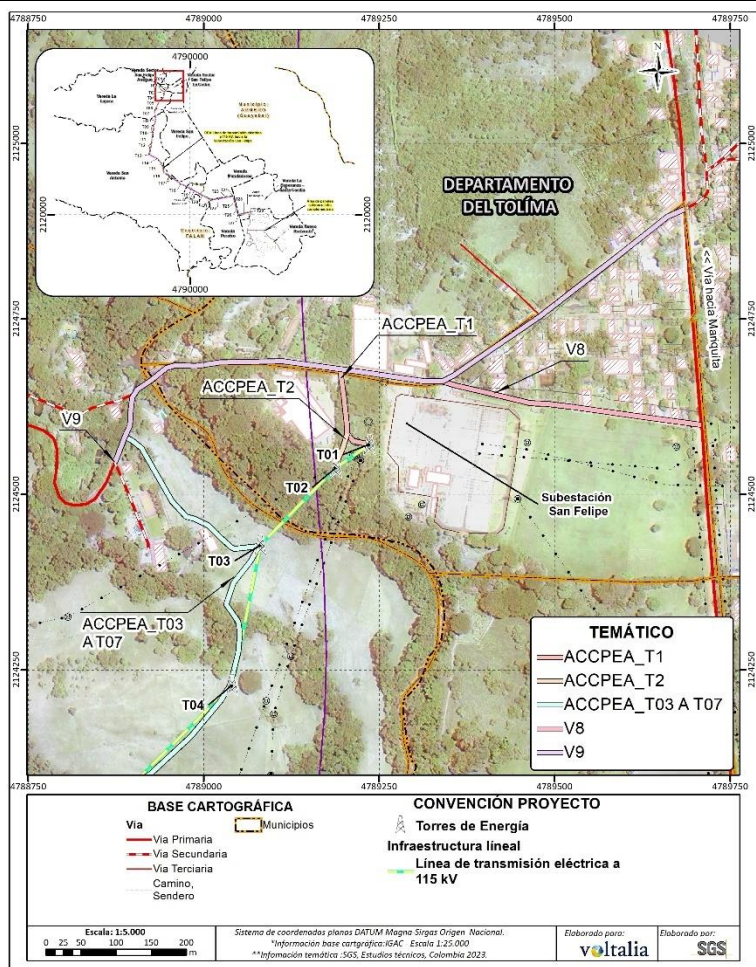
A continuación, se presentan los accesos a utilizar para acceder a los puntos de implantación de las torres para la línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe, que están descritas de manera detallada en el numeral 3.2.1.2.2. (Ver **Tabla 3-25**; **Tabla 3-34**).

Tabla 3-25. Acceso a estructuras T-01 y T-02 tramo de vía V9

Accesos infraestructura V9		T01 – T02
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4788873,50	2124545,77
Punto final T01	4789236,91	2124571,34
Punto final T02	4789188,80	2124538,37
Descripción		

El acceso corresponde a la vía V9 y parte de la ruta nacional 4305 por 580 m hasta el punto con coordenadas E: 4789211,05 N: 2124627,30 desde donde se debe continuar hacia el sur a pie o empleando semovientes hasta los puntos de ubicación de cada torre.

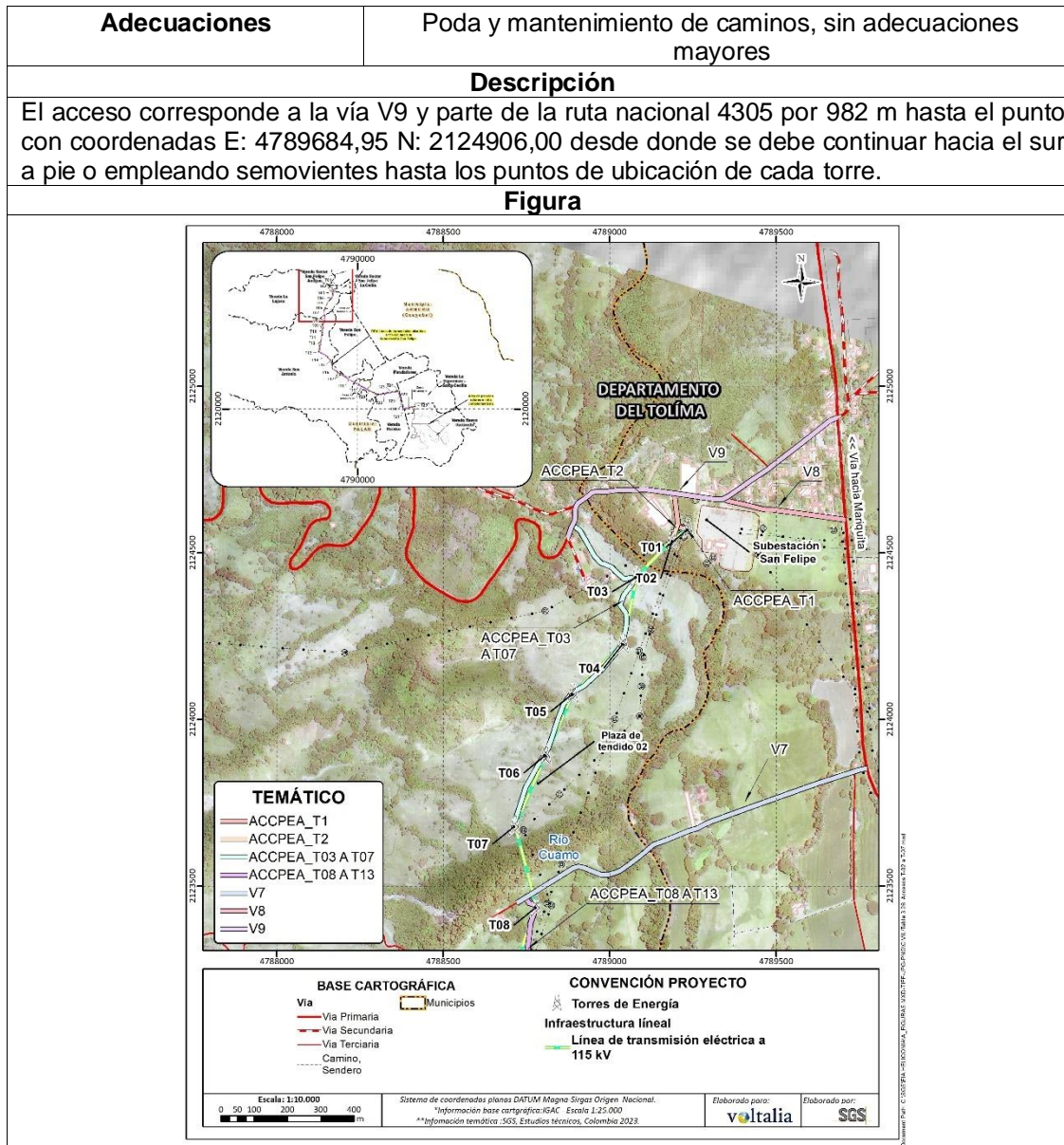
**Figura**



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-26. Acceso a estructuras T-03 y T-07 tramo de vía V9**

Accesos infraestructura V9		T03-T07
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4788873,50	2124545,77
Punto final T03	4789081.48	2124427,83
Punto final T04	4789041.02	2124228,68
Punto final T05	4788890.17	2124077,83
Punto final T06	4788809.45	2123894,30
Punto final T07	4788715,62	2123680,87



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

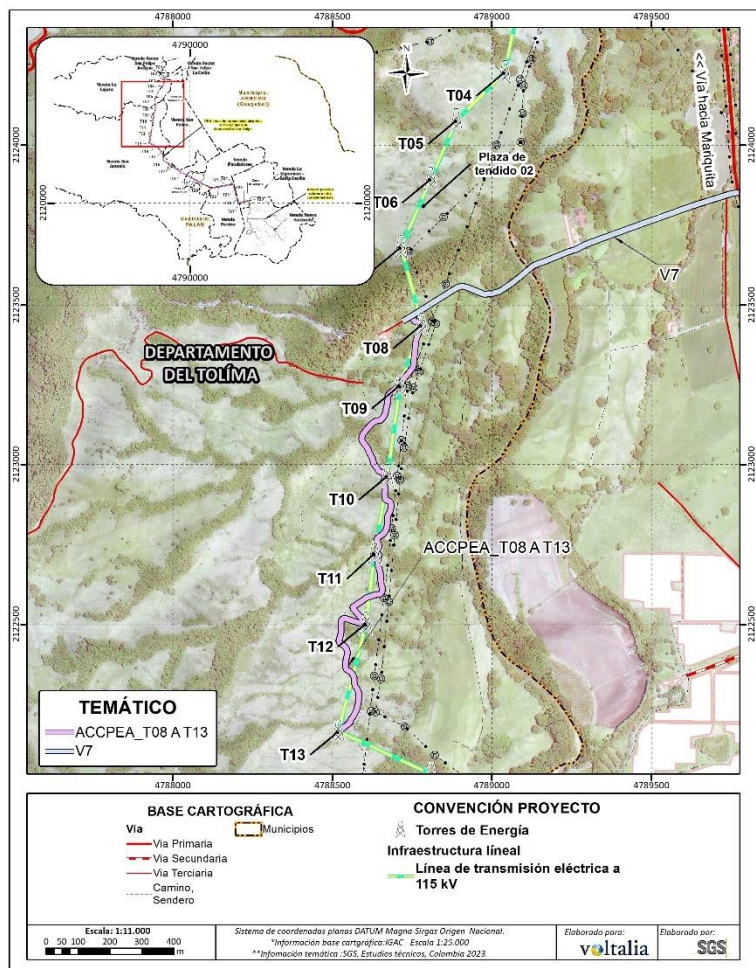
Tabla 3-27. Acceso a estructuras T-08 y T-13 tramo de vía V7

Accesos infraestructura V7		T08-T13
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4789774,14	2123852,24
Punto final T08	4788780,53	2123437,77
Punto final T09	4788713,27	2123249,04
Punto final T10	4788673,39	2122964,22
Punto final T11	4788633,56	2122723,16
Punto final T12	4788607,01	2122503,23



<b>Punto final T13</b>	4788520,24	2122164,98
<b>Adecuaciones</b>	Poda y mantenimiento de caminos, sin adecuaciones mayores	
<b>Descripción</b>		
El acceso corresponde a la vía V7 y parte de la ruta nacional 4305 por 1125 m hasta el punto con coordenadas E: 4788725,46 N: 2123453,43 desde donde se debe continuar hacia el sur a pie o empleando semovientes hasta los puntos de ubicación de cada torre.		

**Figura**

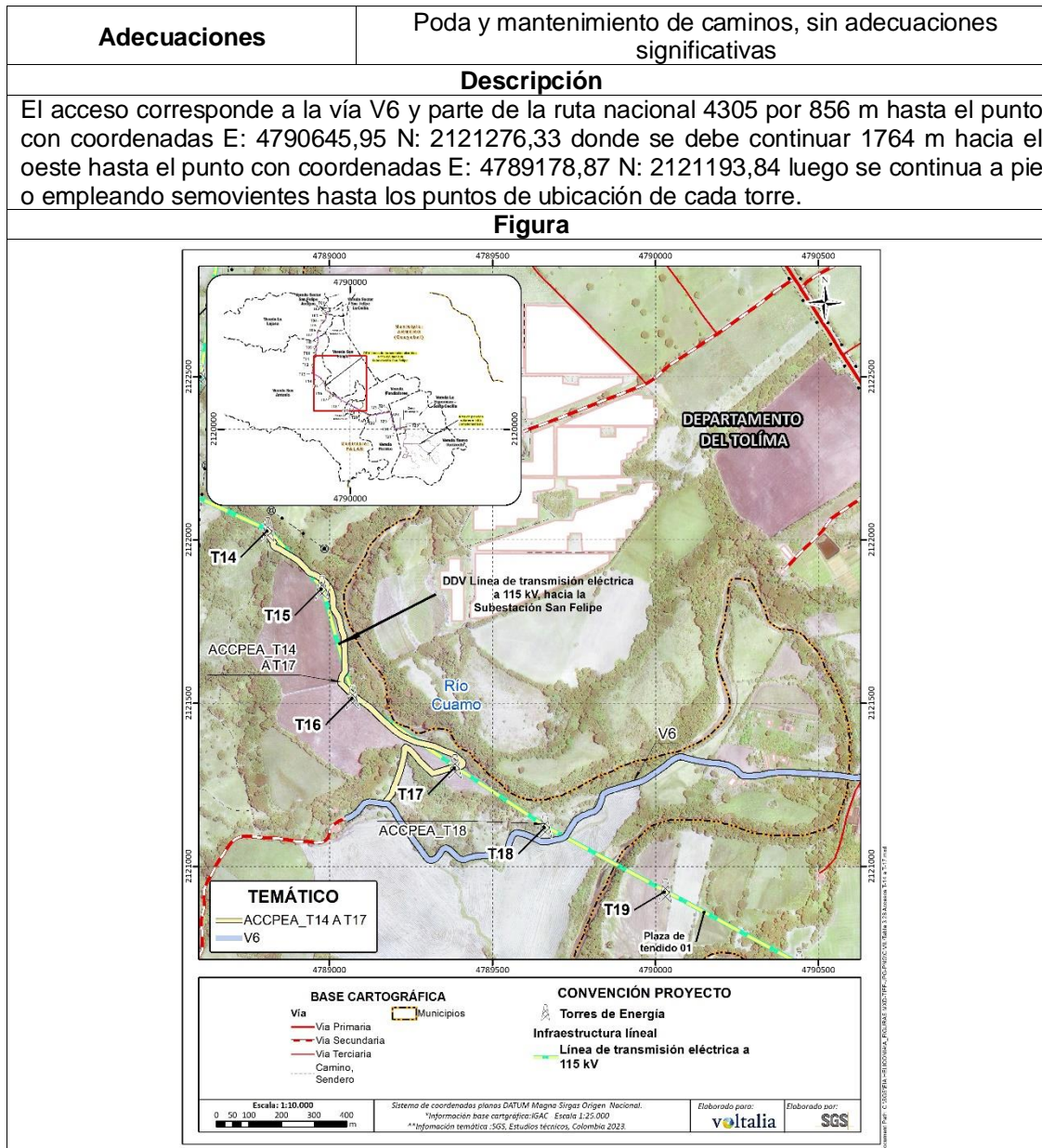


Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-28. Acceso a estructuras T-14 y T-17 tramo de vía V6**

Accesos infraestructura V6		T14-T17
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
<b>Punto inicial</b>	4791432,17	2121189,54
<b>Punto final T14</b>	4788811,98	2122031,12
<b>Punto final T15</b>	4788977,70	2121853,40
<b>Punto final T16</b>	4789071,92	2121517,83
<b>Punto final T17</b>	4789386,22	2121305,23





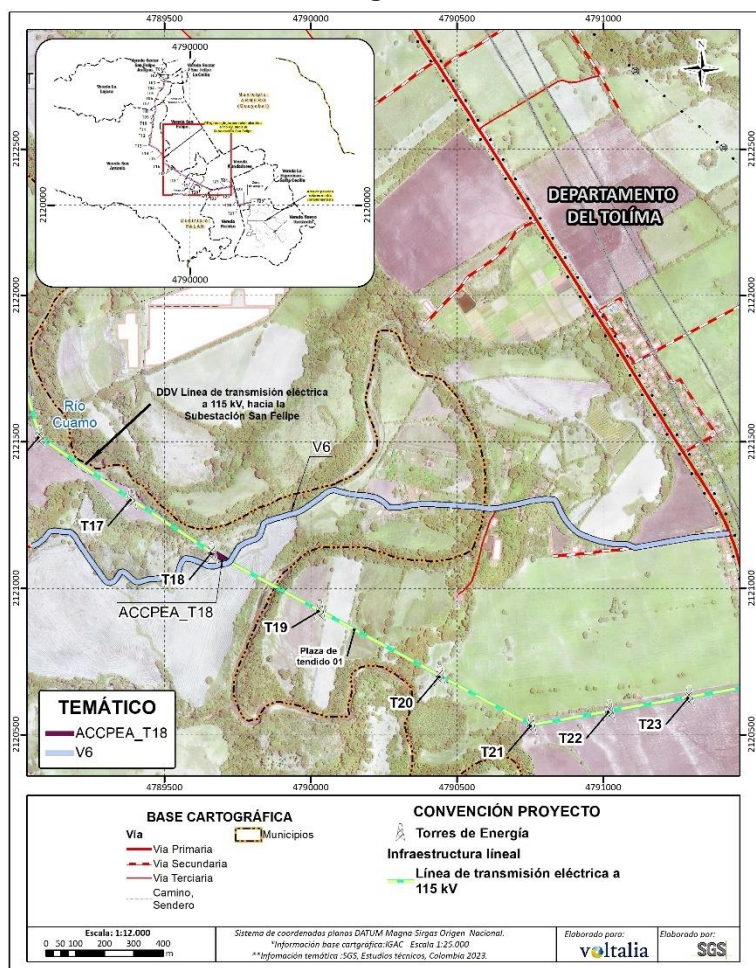
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-29. Acceso a estructuras T-18 tramo de vía V6

Accesos infraestructura V6		T18
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4791432,17	2121189,54
Punto final T18	4789662,82	2121122,64
Adecuaciones	Poda y mantenimiento de caminos, sin adecuaciones significativas	
Descripción		

El acceso corresponde a la vía V6 y parte de la ruta nacional 4305 por 856 m hasta el punto con coordenadas E: 4790645,95 N: 2121276,33 donde se debe continuar hasta el kilómetro 1764 m hasta el punto con coordenadas E: 4789728,71 N: 2121095,30 luego se continua a pie o empleando semovientes hasta el punto de ubicación de la torre.

**Figura**



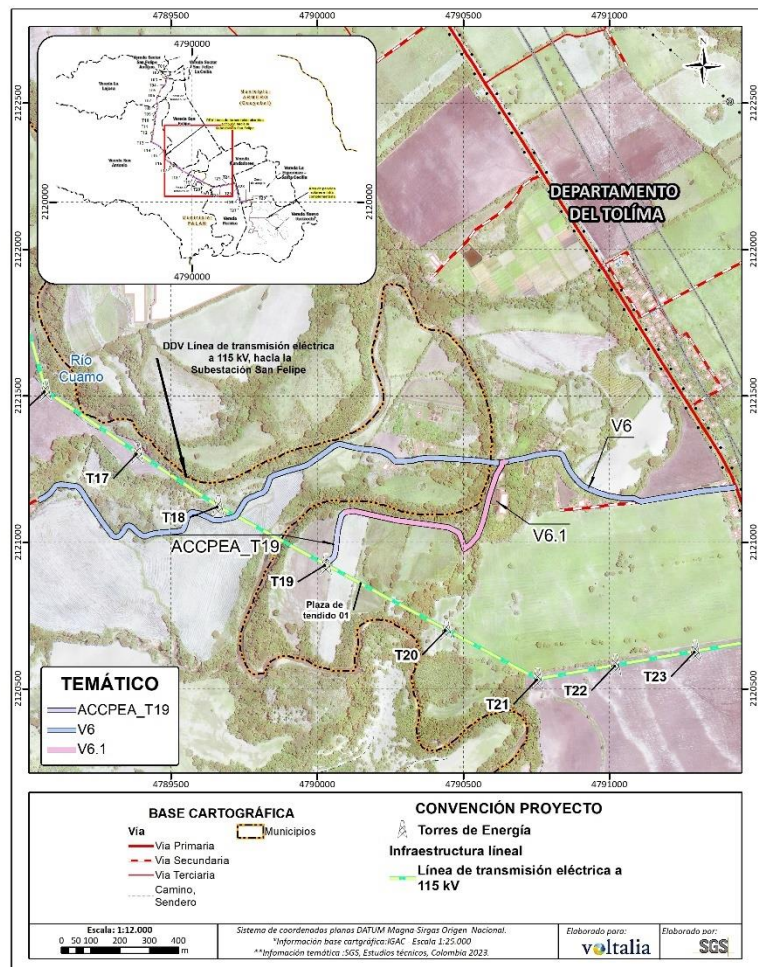
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

**Tabla 3-30. Acceso a estructuras T-19 tramo de vía V6.1**

Accesos infraestructura V6.1		T19
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4790645,95	2121276,33
Punto final T19	4790031,12	2120923,88
Adecuaciones	Poda y mantenimiento de caminos, sin adecuaciones significativas	
Descripción		

El acceso corresponde a la vía V6 y parte de la ruta nacional 4305 por 856 m hasta el punto con coordenadas E: 4790645,95 N: 2121276,33, a partir de este punto se bifurca la V6.1 que permite el acceso vehicular inmediaciones de la torre 19 hasta el punto con coordenadas E: 4790093,30 N: 2121100,59 desde este punto se continua a pie o empleando semovientes hasta el punto de ubicación de la torre.

Figura



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-31. Acceso a estructuras T20 – T22 tramo de vía V6.1

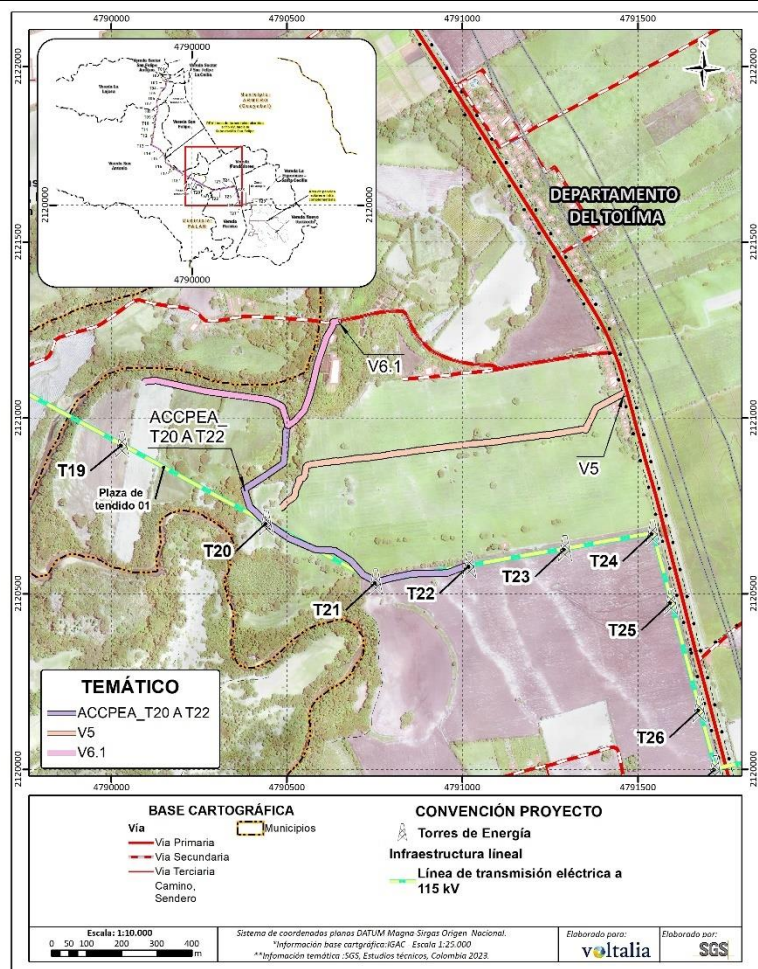
Accesos infraestructura V6.1		T20 – T22
	Coordenadas magna sirgas origen nacional	
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4790645,95	2121276,33
Punto final T20	4790442,55	2120701,86
Punto final T21	4790754,37	2120533,57
Punto final T22	4791021,23	2120580,60
Adecuaciones	Poda y mantenimiento de caminos, sin adecuaciones significativas	



### Descripción

El acceso corresponde a la vía V6 y parte de la ruta nacional 4305 por 856 m hasta el punto con coordenadas E: 4790645,95 N: 2121276,33, a partir de este punto se bifurca la V6.1 que permite el acceso vehicular inmediaciones de las torres 20, 21 y 22 hasta el punto con coordenadas E: 4790497,79 N: 2121282,59 desde este punto se continua a pie o empleando semovientes hasta el punto de ubicación de cada torre.

### Figura



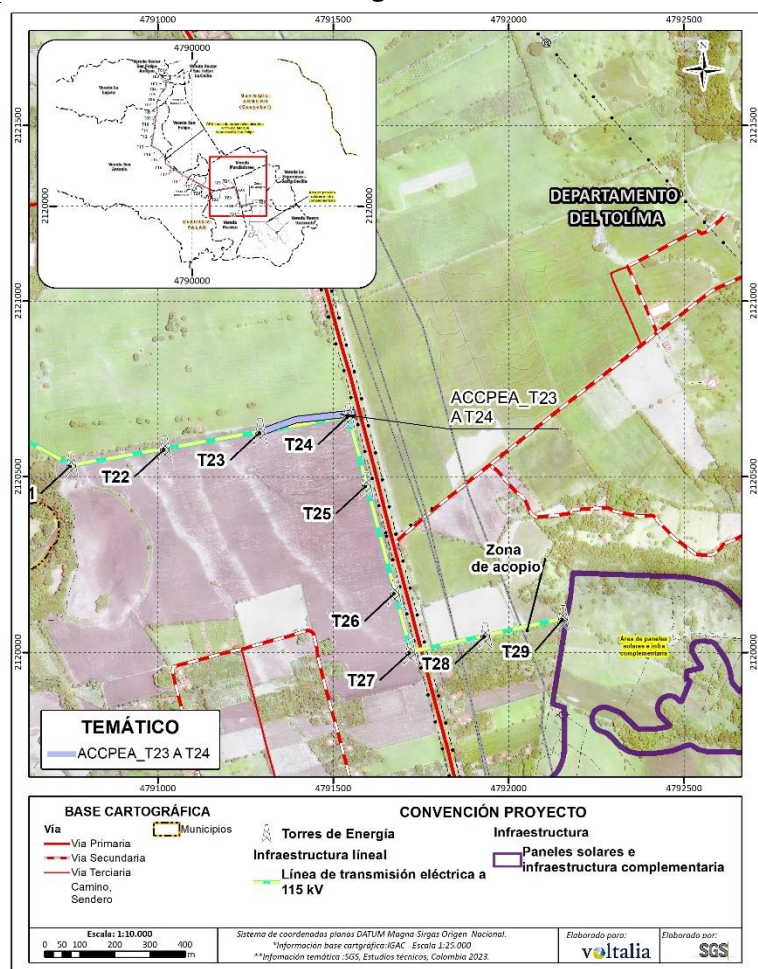
Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-32. Acceso a estructuras T23 – T24 Ruta nacional 4305

Accesos infraestructura Ruta nacional 4305		T23 – T24
Coordenadas magna sirgas origen nacional		
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4791562,13	2120684,05
Punto final T23	4791293,65	2120628,41
Punto final T24	4791543,65	2120672,59
Descripción		
El acceso se debe hacer a pie o por medio de semovientes a partir de la ruta nacional 4305 hasta el punto de ubicación de cada torre.		



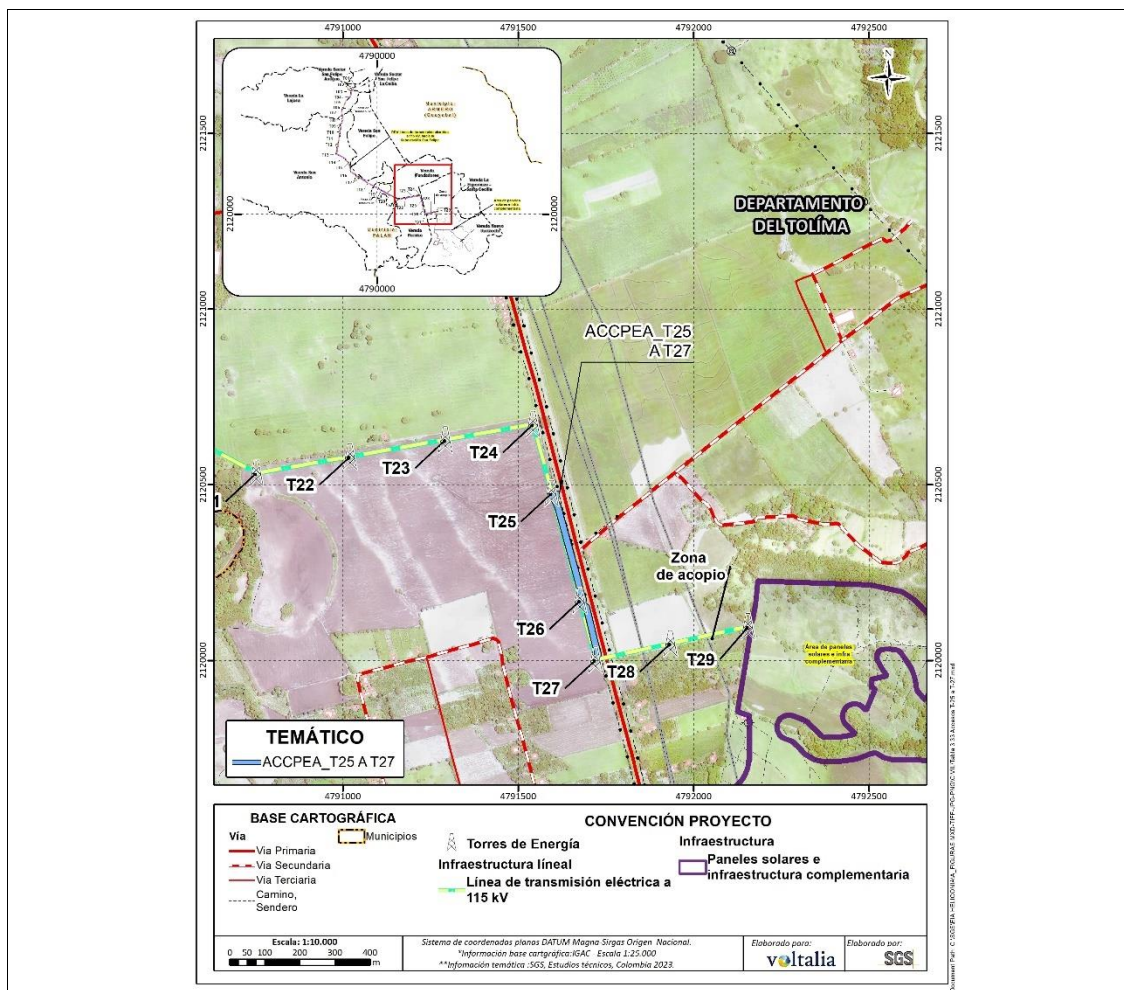
Figura



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-33. Acceso a estructuras T25 – T27 Ruta nacional 4305

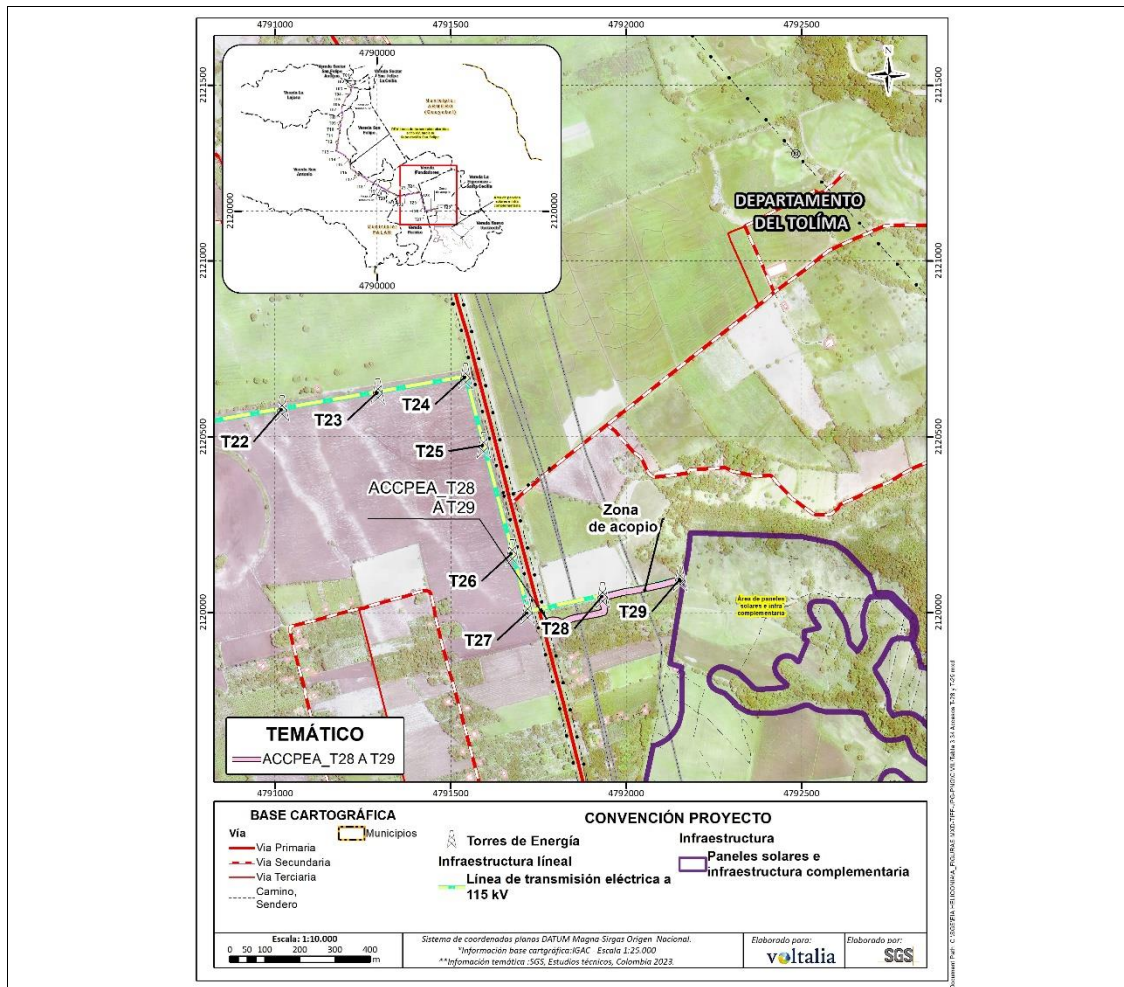
Accesos infraestructura Ruta nacional 4305		T25 – T27
Coordenadas magna sirgas origen nacional		
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4791562,13	2120684,05
Punto final T25	4791595,69	2120475,99
Punto final T26	4791676,59	2120170,33
Punto final T27	4791721,17	2120001,89
<b>Descripción</b>		
El acceso se debe hacer a pie o por medio de semovientes a partir de la ruta nacional 4305 hasta el punto de ubicación de cada torre. Cabe resaltar que el trazado de la vía se desarrolla paralelo al trazado de la línea de transmisión propuesta.		
<b>Figura</b>		



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

Tabla 3-34. Acceso a estructuras T28 – T29 Ruta nacional 4305

Accesos infraestructura Ruta nacional 4305		T28 – T29
Coordenadas magna sirgas origen nacional		
	ESTE	NORTE
Punto inicial	4791776,98	2119956,77
Punto final T28	4791934,56	2120048,53
Punto final T29	4792155,67	2120096,80
<b>Descripción</b>		
El acceso se debe hacer a pie o por medio de semovientes a partir de la ruta nacional 4305 con dirección al este, hasta el punto de ubicación de cada torre.		
<b>Figura</b>		



Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024

- Cantidades estimadas de materiales para conformación de vías**

Para la construcción de vías para el proyecto corresponden a 8268,70 metros lineales para las cuales se estima el uso de material de afirmado como superficie de rodadura presentado en la Tabla 3-35.

**Tabla 3-35 Cálculo aproximado de materiales requeridos para las vías del proyecto**

VÍAS	LONGITUD DE VÍAS (m)	MATERIAL DE RODADURA (m <sup>3</sup> )
Vías internas (espesor capa de rodadura 0,20 m)	8268,70	6614,96
Total		6614,96

\*Cabe resaltar que este volumen de material podrá variar dependiendo de las necesidades del proyecto.

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- Métodos constructivos para la conformación de corredores viales**



- Replanteo topográfico y demarcación

En esta actividad se incluyen las referencias geográficas con las coordenadas respectivas del terreno suministradas en los planos de diseño para la localización en las diferentes áreas del proyecto. En esta parte se localizan los bordes y ejes de la ruta, referenciando los niveles de estos. Cada nivel se marcará por medio de estacas que sean visibles para los operarios de la maquinaria amarilla a utilizar, esta actividad será monitoreada durante la realización de diferentes trabajos con el fin de verificar que no se hayan movido las estacas por vibraciones, golpes o paso de los equipos.

- Remoción de la cobertura vegetal y descapote

El trabajo consiste en la limpieza del terreno y el desmonte necesario de las áreas cubiertas de rastrojo, maleza y pasto.

En zonas donde se evidencien árboles sobre los trazados de los corredores viales que tengan ramas bajas y que interfieran con el tránsito de cargas se procederá al descope de los mismos, cortando y picando las ramas para su posterior disposición, atendiendo lo establecido en el permiso de aprovechamiento forestal.

El material resultante del descapote será dispuesto en los taludes de las vías, para posterior uso en labores de revegetalización y control de erosión.

- Movimiento de tierras (excavaciones, cortes y rellenos)

Sobre los trazados de los corredores definidos para el proyecto, se procederá a realizar el corte del terreno para obtener las cotas de diseño. Para esto se utilizará maquinaria y control topográfico de la actividad, con el fin de garantizar que los cortes se hagan de acuerdo con lo contemplado en los diseños.

El material proveniente del corte que cumpla con las características y requerimientos técnicos del proyecto podrá ser utilizado para conformar el relleno de la banca y/o de las zonas que por diseño deban ser rellenadas.

Los taludes de corte y de relleno se perfilarán según rango de pendientes descritas en la y en caso de encontrar materiales más o menos competentes se evaluará su pendiente juntamente con la interventoría del proyecto, siempre garantizando la estabilidad de estos.

Los taludes de corte y relleno deberán ser protegidos y revegetalizados según se indica en los siguientes numerales para evitar posibles procesos erosivos y de desestabilización.

- ◆ Rellenos y terraplenes

El volumen requerido para los rellenos podrá ser el producto de cortes y/o de las canteras licenciadas en el área, con permisos para la explotación y comercialización de materiales



pétreos. Cabe resaltar que el material a utilizar deberá cumplir con las especificaciones técnicas para la construcción de vías.

Durante la etapa de construcción de los rellenos se deberá garantizar la protección de fuentes de agua, cunetas, árboles existentes, drenajes, viviendas, etc., que estén adyacentes a la obra. Los rellenos con los que se conformarán los terraplenes serán compactados al 95% del proctor modificado.

♦ Cuneteo, nivelación y compactación del terreno

Durante esta actividad se asegurará el cuneteo en los hombros de la vía con un ancho aproximado de 0,50 m y una profundidad de 0,10 m. Estas cunetas en tierra o concreto de acuerdo con diseños, cumplen con el objeto de canalizar el agua de escorrentía hacia alcantarillas y áreas de drenaje natural. De igual forma se verificarán los niveles de la vía para la posterior compactación y conformación de la capa de rodadura.

♦ Conformación de la superficie de rodadura

El estudio de suelo que se realice para el diseño de vías internas definirá los parámetros técnicos de captación de relleno. Se contempla la conformación y compactación de una capa de material granular (afirmado) de 0.20 m a 0.40 m de espesor. Esta capa se podrá conformar con material de afirmado o zahorra, garantizando una compactación igual o mayor al 95% del Proctor modificado.

Para disminuir la suspensión de material particulado por el paso de vehículos sobre las vías a construir, se considera importante la aplicación de sellantes mezclados con la capa de rodadura, debido a que de lo contrario se incurriría en gastos pérdidas de energía y/o mantenimiento más rigurosos y constantes a los paneles (Principalmente lavado). Para controlar la emisión de material particulado se sugiere lo siguiente:

♦ Estabilizantes químicos:

Para este tipo de proyectos se ha desarrollado una variedad de sustancias químicas con las que se puede disminuir la emisión de material particulado al ambiente, estos pueden ser agentes creadores de costras superficiales, agentes humificadores, sales higroscópicas, entre otros.

Algunos agentes creadores de costra superficial pueden ser resinas sintéticas, compuestos vinílicos, polímeros sintéticos, entre otros. Para la correcta aplicación, el material sobre el que se va a ubicar debe estar húmedo, de esta forma una vez que se seque, se conforma una costra que permite eficazmente el control del esparcimiento de material particulado.

Los agentes humificadores permiten que se mantenga el control del material particulado más fino por medio de la reducción de la tensión superficial del agua.

Por otro lado, las sales higroscópicas permiten la humedad del material, lo que aumenta la cohesión del material y mejora la compactación del material que se utilizará para la

conformación de la capa de rodadura. Las sales que más se utilizan son el cloruro de sodio y el cloruro de calcio. Estas sales logran atraer el vapor del agua de la atmósfera, retrasan la gasificación del agua y de esta forma se eleva la humedad del material en la parte superficial.

♦ Conformación de la banca, perfilado de taludes

Esta actividad consiste en efectuar el alistamiento y conformación de la superficie final de la vía, en la cual está incluida la calzada y las bermas. Se realizan los cortes y rellenos necesarios para obtener las cotas de la subrasante. Se buscará que exista una compensación entre los cortes y rellenos, en el caso de no ser así por las características topográficas del terreno, se adquirirá el material en sitios que cuenten con licencias ambientales y títulos mineros vigentes.

Es importante señalar que no se espera la generación de material sobrante durante la construcción de las vías internas; sin embargo, en caso de generarse, estos podrán ser utilizados en la conformación de los terraplenes y/o dispuestos con terceros que cuenten con los respectivos permisos y autorizaciones ambientales.

♦ Obras de geotecnia y estabilización de taludes

En las vías internas a construir para la adecuada movilización dentro del parque solar fotovoltaico Heliconia de 60 MW, así como en los cuellos de acceso a los predios, se mantendrán y ejecutarán las obras de geotecnia necesarias para su adecuada conservación y harán parte de las actividades de mantenimiento de las mismas.

♦ Construcción de obras de drenaje

En los procesos de construcción y/o mejoramiento de la infraestructura vial se requerirá la construcción de obras de arte y estructuras hidráulicas longitudinales y transversales necesarias y faltantes, con el fin de captar los flujos que afecten la estabilidad de las vías y evacuar la escorrentía superficial hacia los drenajes naturales, evitando daños en la banca por la afluencia de aguas en la superficie. La ubicación y diseños definitivos de las estructuras de protección y evacuación, como alcantarillas, canales, entre otros se presentan en el Anexo Hidrología.

♦ Señalización vial

Con el fin de prevenir los riesgos a los usuarios y personal que trabaja en la fase de construcción, específicamente asociados a la movilización de maquinarias y equipos, se contempla la creación de un Plan de Manejo de Tráfico – PMT (movilidad y transporte), de acuerdo con las especificaciones normativas, en particular el Manual de Señalización Vial del Ministerio de Transporte aplicado para la vía Nacional.

El Plan de Manejo de Tráfico - PMT consistirá en la instalación de las señales informativas, preventivas y reglamentarias (aplique según el caso) a lo largo del tramo a construir y/o adecuar; así como las estrategias y mecanismos de comunicación a la comunidad y las

alternativas de paso durante la ejecución de las obras, esto con el fin de alterar lo menos posible la cotidianidad de la comunidad ubicada en el área de Influencia del proyecto.

No se podrán iniciar actividades constructivas que afecten la libre circulación por la vía departamental sin que se hayan instalado los elementos reglamentarios de señalización. Estos elementos deberán ser modificados o retirados siempre que corresponda.

De igual manera, se realizará una señalización adecuada de los sitios de almacenamiento de los materiales por utilizar en los diferentes procesos constructivos y se tomarán las medidas necesarias, para que los materiales, instalaciones y obras que constituyan el objeto del proyecto, no sufran daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible de acuerdo con la situación de la obra y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales por utilizar. Los diferentes tipos de señales se instalarán antes de la iniciación de la construcción (ver **Tabla 3-36**).

**Tabla 3-36 Tipos de señales viales**

TIPO DE SEÑALIZACION	EJEMPLO	SIMBOLO
Señales preventivas	<b>SP-12. VÍA LATERAL IZQUIERDA</b>	 VÍA LATERAL IZQUIERDA
Señales reglamentarias	<b>SR-02- CEDA EL PASO</b>	 CEDA EL PASO
Señales informativas	<b>SI-21. TALLER</b>	 TALLER
Señales transitorias - preventivas	<b>SEÑALES PREVENTIVAS EN OBRAS</b>	 ZONA DE PEATONES

Fuente: Ministerio de Transporte, Manual de Señalización, 2015.

♦ Estimativos de maquinaria y equipos

Las labores para la construcción y mejoramiento de vías requieren el uso de maquinaria y equipos que se relacionan en la Tabla 3-37.

**Tabla 3-37 Maquinaria y equipos necesarios para el mejoramiento y construcción de vías**

ACTIVIDAD	MATERIALES Y EQUIPOS
Localización y Replanteo	El equipo mínimo que debe tener la comisión es: Una Estación Total, Nivel de precisión, Equipo menor (machete, estacas, plomadas de 16 onzas, nivel Lock, porras, jalones, mira, paraguas, etc.).
Desmonte, Limpieza y descapote	Guadaña, motosierra, machete, pica y pala, carretilla, etc. Para el descapote podrá emplear equipos como buldóceres, retroexcavadoras, cargadores, vehículos de transporte de materiales como volquetas, entre otros.
Excavación	En excavaciones manuales y de perfilado, se requerirá de herramienta menor como picas, palas, carretillas, etc. El Contratista podrá utilizar equipos para excavación como buldóceres, retroexcavadoras, martillos neumáticos y taladros; equipos para el cargue como retroexcavadoras y cargadores; vehículos de transporte de materiales como volquetas, equipos para disposición como buldócer y compactador, entre otros.
Rellenos Compactados	Los equipos serán los apropiados de acuerdo con el área por rellenar, tales como motoniveladora, equipo de riego o carro tanque distribuidor de agua, compactador de llantas, compactador por amasado, compactador vibratorio o vibrocompactador de cilindro metálico y equipo de transporte.
Afirmado de Vía	

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- Relación de movimientos de tierras estimados para el proyecto**

La longitud estimada de las vías de movilidad interna será de aproximadamente 8268,70 ml, se buscará que el material de corte sea compensado con el material de relleno, cumpliendo con las especificaciones recomendadas por el ingeniero encargado, de esta forma se trata de generar un menor impacto negativo al medio ambiente al realizar el movimiento de tierra. A continuación, se presentan los movimientos de tierras Tabla 3-38 estimados para la construcción de vías y áreas totales del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW.

**Tabla 3-38 Cálculo aproximado de volúmenes de movimiento de tierras**

MOVIMIENTOS DE TIERRAS	VOLÚMEN TOTAL DE CORTE ESTIMADO (m <sup>3</sup> )	VOLÚMEN TOTAL DE RELLENO ESTIMADO (m <sup>3</sup> )
Cantidades estimadas para vías y áreas del proyecto	7569,35	2759,67
Material sobrante balance de masas a disponer con terceros autorizados	4809,67	

*Cabe resaltar que este volumen podrá variar dependiendo de la sección definitiva para la construcción de las vías. Los cálculos aproximados corresponden a un espesor de capa de rodadura de 0,2 m*

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



- **Instalaciones de apoyo para el mejoramiento y construcción de vías**

Para la construcción y adecuación de las vías no se requerirá la instalación de campamentos para pernoctación del personal, puesto que la mano de obra no calificada será contratada en la región, por lo que se desplazarán diariamente hasta sus viviendas. En el caso de la mano de obra calificada, se contempla hacer uso de la infraestructura hotelera del municipio Armero - Guayabal y alrededores.

- **Sistema de drenaje de aguas lluvias**

Entre las estructuras propuestas a construir para garantizar el correcto manejo de la escorrentía superficial del Parque Solar fotovoltaico Heliconia 60 MW se encuentran:

- ♦ **Obras de drenaje transversales**

Debido a que en algunos lugares se requirió el cruce de las obras por pasos de vía, se proyectaron cuatro ODT, las cuales deben tener una pendiente mínima del 1 % con las dimensiones indicadas en la Tabla 9-4 para un Tr 50 años y en la Tabla 9-5 para un Tr 100 años en el informe "CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA PROYECTO SOLAR VOLTALIA –HELICONIAS, TOLIMA." Que se puede encontrar en los **Anexos/Anexo3Descripción del proyecto/Hidrología**

Las obras proyectadas en el estudio buscan evitar posibles problemas de erosión por exceso de escorrentía superficial, sin embargo, debido a las pendientes de la zona y que estas áreas son pequeñas y corresponden al nacimiento de las corrientes hídricas dentro del predio de estudio, algunas zonas no se les da manejo de obras de control por considerarse una mejor opción el escurrimiento superficial natural hacia las quebradas del predio.

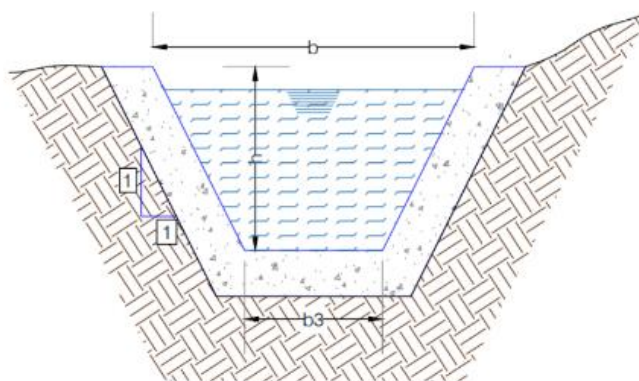
El chequeo de las capacidades hidráulicas de las ODT propuestas para un Tr 50 años para el predio hacienda el coco con verificación para un Tr 100 años, se pueden consultar en la tabla 9.4 los anexos **Anexos/Anexo3Descripción del proyecto/Hidrología/ "CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA PROYECTO SOLAR VOLTALIA –HELICONIAS, TOLIMA."**

### ♦ Canales

Este tipo de obra corresponde a aquellas obras necesarias para interceptar la escorrentía en proximidades de la base de un terraplén, respectivamente (Ministerio de Transporte, 2009).

Los canales pueden ser trapezoidales, rectangulares o triangulares. El caudal y las dimensiones se estiman con el método racional y la expresión de Manning para una sección y un revestimiento seleccionados y una topografía dada (Ministerio de Transporte, 2009). Para el caso de diseño se adopta una sección tipo tal como se muestra en la **Figura 3-8**.

**Figura 3-8 Sección tipo propuesta para canales**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Las obras proyectadas en el estudio buscan evitar posibles problemas de erosión por exceso de escorrentía superficial, sin embargo, debido a las pendientes de la zona y que estas áreas son pequeñas y corresponden al nacimiento de las corrientes hídricas dentro del predio de estudio, algunas zonas no se les da manejo de obras de control por considerarse una mejor opción el escurrimiento superficial natural hacia las quebradas del predio

### ♦ Canales escalonados

Los canales escalonados o estructuras de disipación escalonados son infraestructuras en donde el agua es transportada desde un nivel superior hasta un nivel inferior, por ende, el flujo de estos escalones se podrían dar en tres diferentes condiciones (Ministerio de Transporte, 2009).

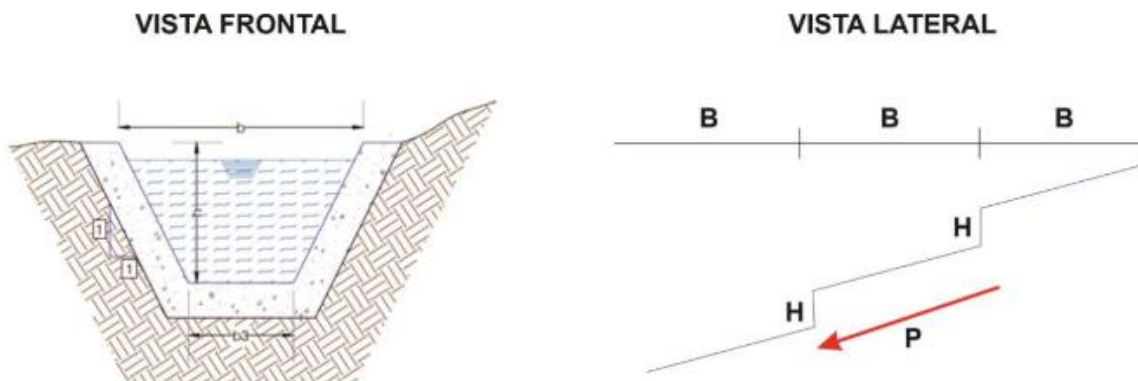
- Flujo rasante ("skimming flow"): Para esta condición, el agua fluye sobre las esquinas externas, produciendo una recirculación del agua en la parte interna del escalón, por lo cual la reducción de energía se da, por recirculación de agua en el escalón y por impacto en el escalón aguas abajo.
- Flujo escalón a escalón ("nappe Flow"): El flujo de cada escalón sigue una trayectoria tipo jet (chorro) con un lente de aire bajo la napa, golpeando la huella del escalón aguas abajo y generando un resalto hidráulico, por lo cual, la pérdida de energía se produce por la

dispersión del chorro en el aire, por la mezcla del agua en el impacto y por el desarrollo total o parcial del resalto hidráulico.

- Flujo de transición: El flujo de transición es la condición intermedia entre las dos condiciones anteriormente mencionadas, en que la napa sobre el lente de aire puede o no formarse y se produce una recirculación parcial del agua en cada Escalón.

De acuerdo con lo anterior, los canales escalonados para el presente proyecto deben ser de condición de tipo flujo escalón a escalón generando la menor amenaza y el menor costo para el presente proyecto. El caudal y las dimensiones se estiman con el método racional y la expresión de Manning para una sección y un revestimiento seleccionados y una topografía dada (Ministerio de Transporte, 2009). Para el caso de diseño del predio Hacienda el Coco se adopta una sección con vista frontal y lateral tipo tal como se muestra en la Figura 3-9.

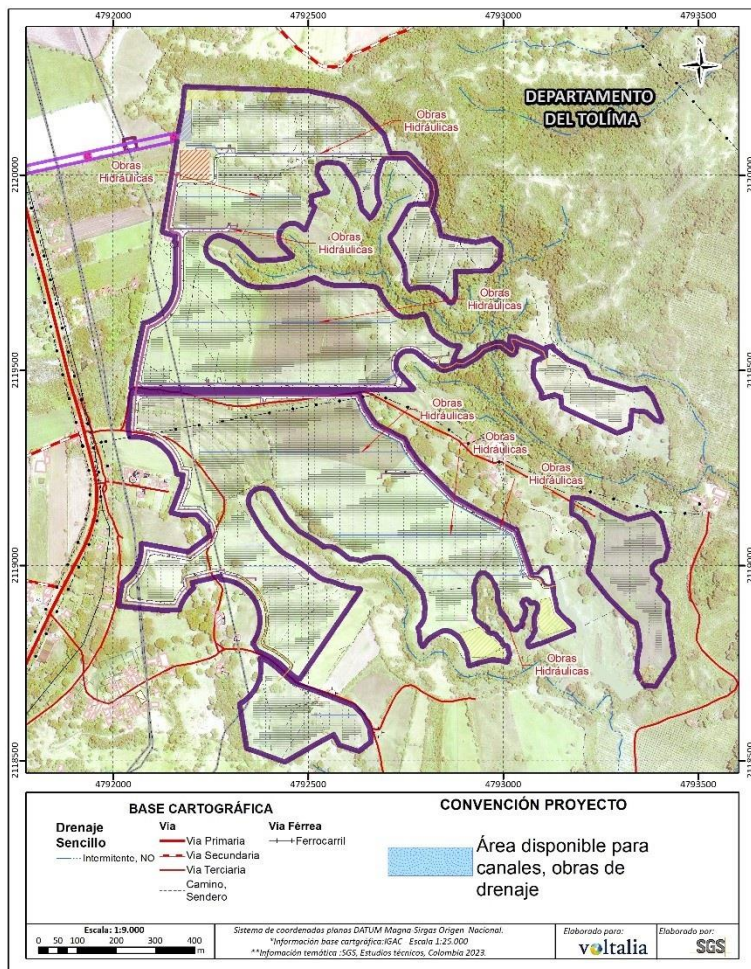
**Figura 3-9 Sección de vista frontal y lateral para tipo propuesta para canales escalonados**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

A partir del análisis de información existente del predio hacienda El Coco se realizó el diseño de las obras hidráulicas para el manejo de agua de escorrentía superficial, es importante mencionar que durante la fase de construcción del parque fotovoltaico será necesario un levantamiento topográfico detallado que permita corroborar los resultados obtenidos en el diseño propuesto, la Figura 3-10 muestra el diseño de obras hidráulicas propuestas para el predio Hacienda el Coco.

Figura 3-10 Diseño de obras hidráulicas del predio Hacienda el Coco



Fuente: Suelos y Geotecnia S.A.S., 2024.

### 3.2.4.2 Infraestructura de generación de energía

#### - Paneles solares

El panel o módulo fotovoltaico tiene la capacidad de convertir la radiación solar que captura, mediante la tecnología fotovoltaica en energía eléctrica. Los paneles solares proyectados para implantación en el Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW son paneles bifaciales, están fabricados con células monocristalinas de silicio.

Cada panel solar está compuesto por células solares, conectadas en serie y en paralelo de forma que puedan entregar en sus bornes positivo y negativo unos niveles de voltaje y corriente adecuados para su conexión. Estas células se encuentran encapsuladas en un vidrio templado bajo en hierro y láminas de Etileno-Vinil-Acetato modificado (EVA). En su cara posterior cuenta con varias capas que garantizan adhesión, aislamiento eléctrico y protección a la intemperie. El módulo cuenta con un marco de aluminio adonizado que



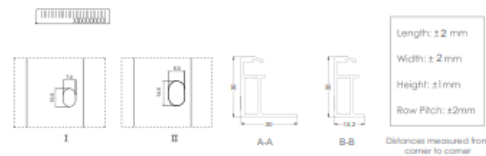
proporciona rigidez mecánica, protección contra la humedad y salinidad y un medio de continuidad para conducir las corrientes de falla a tierra. Los módulos fotovoltaicos considerados para utilizar en el Parque Solar Heliconeas son fabricados por Jinko Solar y su referencia o modelo es JKM610N-66HL4M-BDV (ver Figura 3-11), los cuales tienen las características descritas en la Figura 3-12. El número de módulos a instalar será de [114.143](#)

**Figura 3-11 Módulo fotovoltaico JKM610N-66HL4M-BDV**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Figura 3-12 Características del panel solar



For detailed sizes and tolerance specification, please consult detailed module drawing

### Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

36pcs/pallets, 72pcs/stack, 720pcs/ 40HQ Container

### Mechanical Characteristics

Cell Type	N type Mono-crystalline
No. of cells	132 (2×66)
Dimensions	2382×1134×30mm (93.78×44.65×1.18 inch)
Weight	32.4 kg (71.43 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm, Heat Strengthened Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm , (-): 200mm or Customized Length

SPECIFICATIONS												
Module Type	JKM600N-66HL4M-BDV		JKM605N-66HL4M-BD		JKM610N-66HL4M-BDV		JKM615N-66HL4M-BDV		JKM620N-66HL4M-BDV		JKM625N-66HL4M-BDV	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	600Wp	453Wp	605Wp	457Wp	610Wp	461Wp	615Wp	464Wp	620Wp	468Wp	625Wp	472Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.16V	37.60V	40.31V	37.76V	40.46V	37.92V	40.60V	38.10V	40.74V	38.25V	40.88V	38.44V
Maximum Power Current (Imp)	14.94A	12.05A	15.01A	12.10A	15.08A	12.15A	15.15A	12.19A	15.22A	12.24A	15.29A	12.28A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.28V	45.86V	48.48V	46.05V	48.68V	46.24V	48.88V	46.43V	49.08V	46.62V	49.28V	46.81V
Short-circuit Current (Isc)	15.84A	12.79A	15.90A	12.83A	15.96A	12.88A	16.02A	12.93A	16.08A	12.98A	16.14A	13.03V
Module Efficiency STC (%)	22.21%		22.40%		22.58%		22.77%		22.95%		23.14%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C											
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)											
Maximum series fuse rating	35A											
Power tolerance	0~+3%											
Temperature coefficients of Pmax	-0.29%/ °C											
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C											
Temperature coefficients of Isc	0.045%/°C											
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C											
Refer. Bifacial Factor	80±5%											

Fuente: Jinko Solar 2022

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar las cadenas (strings) de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos (si hay), el cableado y los inversores para obtener los parámetros que satisfagan el objetivo de ratio DC/AC. Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en DC posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de DC.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de DC) con respecto a la potencia nominal del sistema de AC, para maximizar el rendimiento energético.

Las principales características de la configuración eléctrica se muestran en la **Tabla 3-39**.

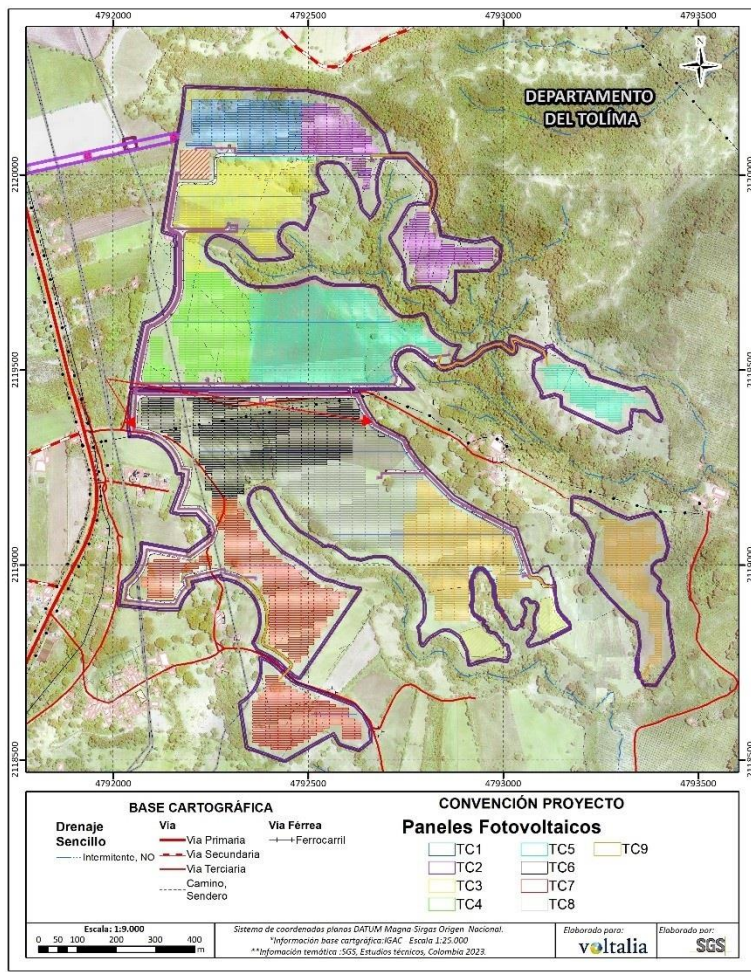
**Tabla 3-39 Características de la configuración eléctrica**

Características de la configuración eléctrica	
Potencia nominal de la planta	60,9 (Limitada por control a 60 de acuerdo con asignación de potencia UPME) MW <sub>ac</sub>
Potencia máxima de la planta	71,94 MW <sub>dc</sub>
Ratio DC/AC	1,19
Módulos por string	28

Fuente: Votalia Colombia S.A.S., 2024.

El área disponible para la instalación de los paneles fotovoltaicos con su distribución de acuerdo con la conexión en los centros de transformación (por colores) se muestra en la **Figura 3-13**.

Figura 3-13 Ubicación paneles solares



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2023.

#### - Estructuras fijas

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en mesas fijas inclinadas de tal manera que enfrenten el hemisferio sur y adaptándose lo más posible a la topografía del terreno para minimizar la cantidad de movimientos de tierra. Las mesas consisten en estructuras metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y aluminio, formando una estructura fijada al suelo. En la Figura 3-14 se muestra un ejemplo de una estructura de este tipo.



Figura 3-14 Ejemplo mesa fija



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Las mesas fijas se orientan de tal forma que se optimice la radiación solar a lo largo del día. El número de mesas a instalar se resume en la **Tabla 3-40** y serán ubicadas en la misma localización de los paneles solares. El proyecto contará con dos tipos de mesas, identificadas como "media mesa" con 2 filas y 14 columnas de módulos y "mesa" con 2 filas y 28 columnas.

Tabla 3-40 Número de mesas a instalar

CONFIGURACIÓN	MÓDULOS POR ESTRUCTURA	CANTIDAD
2V x 14	28	290
2V x 28	56	1961

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

#### • Inversor de strings

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos y agrupada por los strings en corriente alterna a través de elementos de electrónica de potencia. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.
- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti-isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc. Además de las protecciones para la seguridad del personal operativo.

En la **Tabla 3-15** se muestra un inversor string comúnmente usado para proyectos fotovoltaicos.

Figura 3-15 Ejemplo inversor de string



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Las principales características del inversor seleccionado se muestran en la **Tabla 3-41**.

Tabla 3-41 Características del inversor

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR	
<b>Características principales</b>	
Modelo	SG350HX
Tipo	STRING
Fabricante	SUNGROW
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	99.01 %
<b>Entrada (DC)</b>	
Rango búsqueda MPPT	500 - 1500 V
Tensión máxima de entrada	1500 V
<b>Salida (AC)</b>	
Potencia nominal	350.0 kVA
Potencia a 30 C (datasheet)	352.0 kVA
Potencia a 50 C (datasheet)	295.0 kVA
Tensión de salida	800 V
Frecuencia de salida	60 Hz

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

La cantidad de inversores a utilizar en el proyecto se muestran en la **Tabla 3-42**.

Tabla 3-42 Cantidad inversores

INVERSORES	CANTIDAD	STRINGS	POTENCIA DC
Sungorw SG350HX-15A	173	22, 24 y 26	352 kW

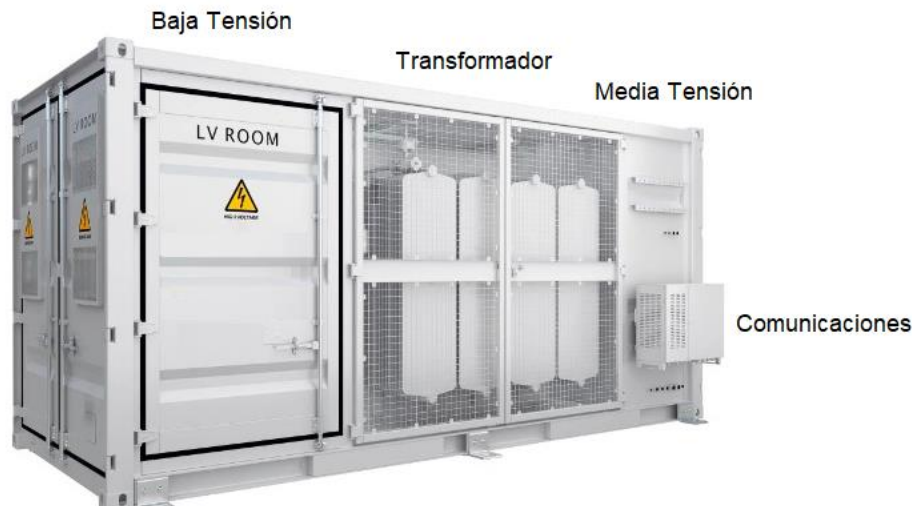
Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- El cableado de salida de los inversores será canalizado en redes subterráneas y transportado en triadas con su respectivo conductor de puesta a tierra, desde los bornes del inversor hasta la conexión en el centro de transformación. Cada triada contará con sus elementos de sujeción y accesorios para su identificación donde corresponda.

### • Centro de transformación

Los centros de transformación consisten en edificios contenerizados con compartimentos independientes e interconectados para equipos de baja tensión, transformador de potencia, equipos de media tensión y comunicaciones. En el compartimento de baja tensión se encuentran las protecciones eléctricas a las que se conectan las salidas de los inversores. El transformador de potencia es el encargado de elevar el nivel de tensión de salida de los inversores para poder exportar la energía eléctrica a niveles elevados y reducir el número de pérdidas de energía. El compartimento de media tensión contiene los elementos de conexión, protección o seccionamiento para la entrada / salida en media tensión. Un ejemplo de un centro de transformación se muestra en la Figura 3-16.

Figura 3-16 Centro de transformación



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El transformador de potencia albergado en un compartimento del centro de transformación eleva la tensión de salida AC del grupo de inversores conectados en paralelo para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica. Un ejemplo de un transformador de potencia se muestra en la Figura 3-17.

Figura 3-17 Ejemplo de un transformador de potencia



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Las principales características del transformador de potencia se muestran en la **Tabla 3-43**.

Tabla 3-43 Características del transformador de potencia

Características transformador de potencia	
Potencia nominal	(Depende de cada Centro de Transformación, Ver Potencia AC [MW] de <b>Tabla 3-45</b> )
Relación de transformación	0,8/34,5kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2,5%, 5%, 7,5%, 10%
Corto circuito (Xcc)	0,08

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El centro de transformación se suministrará con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas. En particular, para el primer centro de transformación de cada línea de MT, la unidad de entrada directa no se instalará.

Las características principales del centro de transformación predeterminado se muestran en la **Tabla 3-44**. Las cantidades de centros de transformación a instalar en el proyecto se presentan en la **Tabla 3-45**.

Tabla 3-44 Características del centro de transformación

Características del centro de transformación	
Número de transformadores por centro de transformación	1



Características del centro de transformación	
Relación de transformación	0,8/34,5kV
Servicio	Indoor

Fuente: Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

**Tabla 3-45 Cantidades centros de transformación**

TRANSF.	NUMBER OF INVERTERS	INVERTER B 22 STRINGS	INVERTER D 24 STRINGS	INVERTER 26 STRINGS	NUMBER OF HALF TABLES	NUMBER OF TABLES	NUMBER OF MODULES	MODULE PEAK POWER	DC POWER (MW)	AC POWER (MW)	DC/AC
	10	0	10	0	12	114	6720	610	4,10	3,52	1,16
MAGENTA	11	1	5	5	22	125	7616		4,65	3,87	1,20
YELLOW	15	0	8	7	28	173	10472		6,39	5,28	1,21
GREEN	14	0	12	2	24	158	9520		5,81	4,93	1,18
CYAN	28	0	13	15	20	341	19656		11,99	9,86	1,22
WHITE	26	8	18	0	38	285	17024		10,38	9,15	1,13
RED	25	6	12	7	74	264	16856		10,28	8,80	1,17
GRAY	18	0	10	8	18	215	12544		7,65	6,34	1,21
ORANGE	26	4	17	5	54	286	17528		10,69	9,15	1,17

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

La **Tabla 3-46** muestra los equipos principales a ser instalados, la unidad de medida y su respectiva cantidad:

**Tabla 3-46 Equipos principales a instalar**

1	Equipos Principales	Unidad	Cantidad
1.1	<b>Módulos FV</b>	-	-
1.1.1	Jinko JKM610N-66HL4M-BDV	Unidad	117936
1.2	<b>Estructura</b>	-	-
1.2.1	Mesa Fija 2Vx28	Unidad	1964
1.2.2	Mesa Fija 2Vx14	Unidad	290
1.3	<b>Inversor</b>	-	-
1.3.1	Sungrow SG350HX.15A	Unidad	173
1.4	Centro de transformación	Unidad	9

Fuente: Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

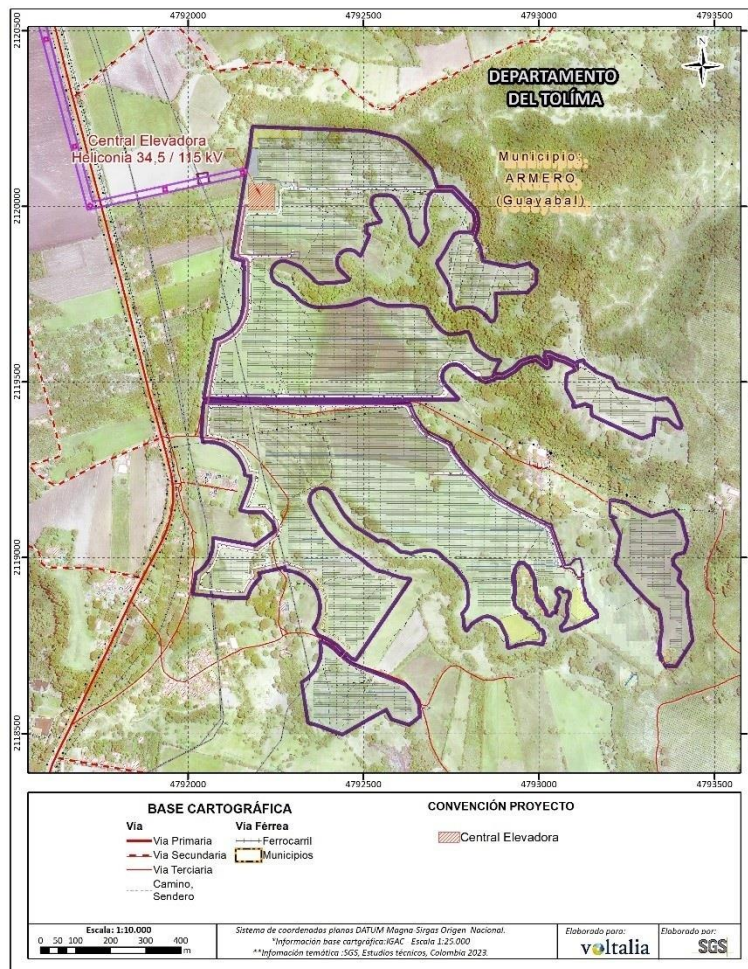
- Subestación Elevadora (S/E)**

Los conductores que transportan la corriente eléctrica proveniente de los centros de transformación se canalizan de forma subterránea hasta la Subestación elevadora del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW. La red de media tensión que conecta los centros de transformación a la subestación elevadora opera a 34,5 kV.

La Subestación elevadora será tipo AIS, estará compuesta por una posición de transformador de línea con una capacidad de 60 MVA y transformará los niveles de tensión de 34,5 kV (salida de los centros de transformación) a 115 kV (línea de transmisión para conexión con SIN en la subestación San Felipe).

Esta subestación estará formada por un parque de intemperie 34.5/115 kV con configuración de línea – transformador, un tren de celdas interior a nivel de 34,5 kV y servicios auxiliares.

**Figura 3-18 Ubicación Subestación elevadora**

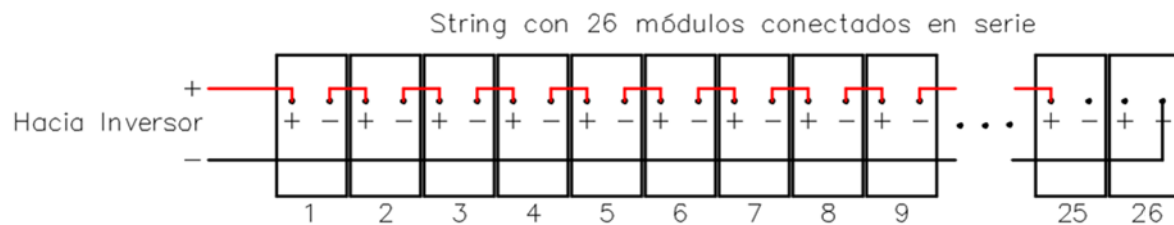


Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- **Conectividad entre las partes**

Los paneles conectados en serie se denominan string (cadena), y los strings se conectan en el espacio del controlador MPPT de cada inversor. La cantidad de módulos en serie por string y la cantidad de strings conectados al inversor depende de la capacidad de corriente y voltaje de entrada del controlador MPPT, el número de strings máximo por controlador MPPT y otras consideraciones de diseño. El proyecto contempla strings de 28 módulos conectados en serie (Figura 3-19).

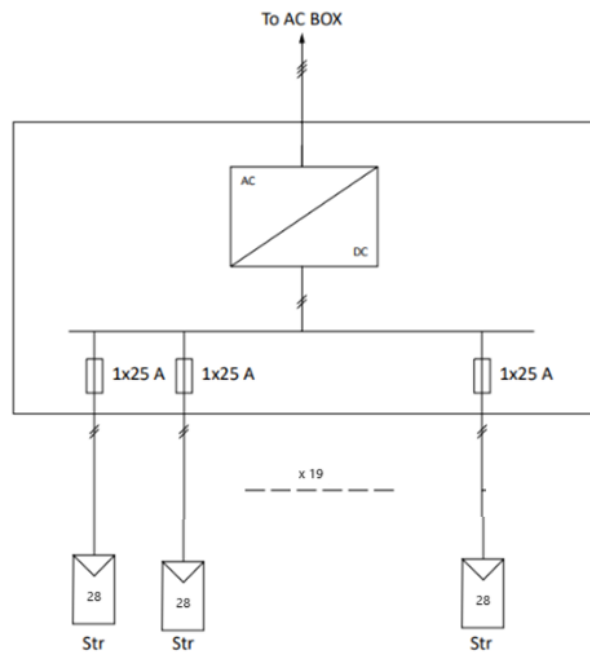
**Figura 3-19 Esquema conexión string**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- El proyecto cuenta con cuatro (4) tipos de inversores dependiendo del número de strings conectados (19 a 22). La Figura 3-20 muestra un esquema de conexión de un inversor con 19 strings.

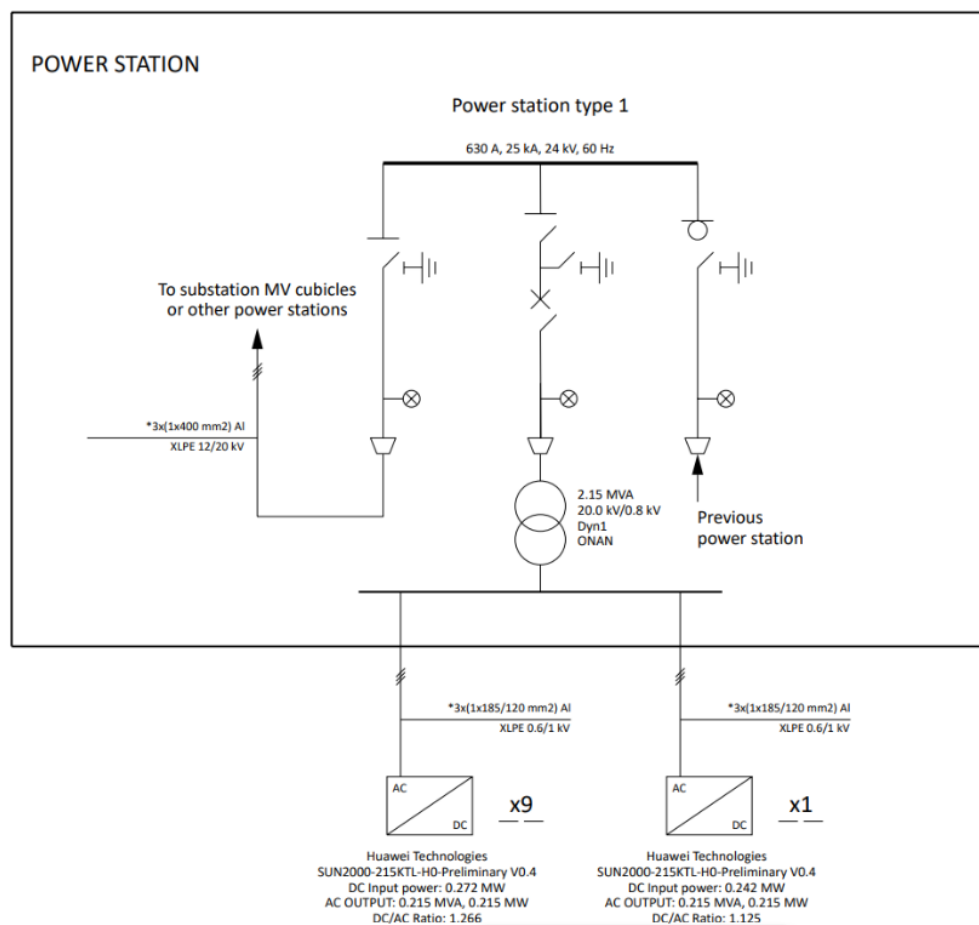
**Figura 3-20 Conexión Strings – Inversor**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

- El cableado de salida de los inversores a nivel de tensión de 800 V será canalizado en redes subterráneas y transportado en triadas con su respectivo conductor de puesta a tierra, desde los bornes de salida del inversor hasta la conexión en las protecciones del centro de transformación. Cada triada contará con sus elementos de sujeción y accesorios para su identificación donde corresponda.
- Los inversores se conectan a los centros de transformación por el compartimento y protecciones de baja tensión. El número de inversores a conectar en cada centro de transformación depende de la potencia del transformador (Figura 3-21).

**Figura 3-21 Conexión inversores - Centro de Transformación**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

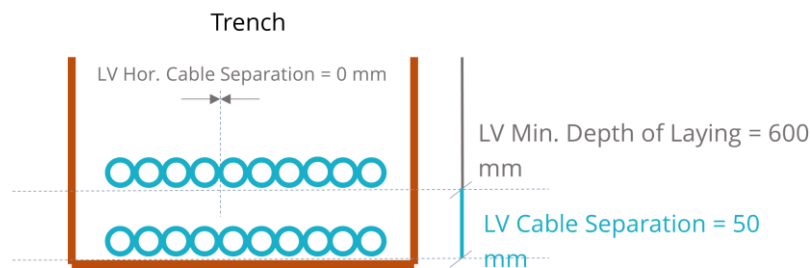
El nivel de tensión a la salida de los centros de transformación es de 34,5 kV. Esta energía es conducida desde los centros de transformación hasta el tren de celdas de la Subestación elevadora en redes subterráneas (Figura 3-22). Los cables de baja tensión entre los inversores de string y los centros de transformación serán enterrados directamente en zanjas posteriormente rellenadas y compactadas. Estas canalizaciones son denominadas bancoductos. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables y las zanjas de baja y media tensión están separadas. **Adicionalmente, el sistema contempla un único tramo de conexión**



aérea en media tensión. En este punto, se realizará una transición entre red subterránea y aérea o viceversa, dependiendo de condiciones del terreno y diseño de trazado. Esta transición permite conectar tramos subterráneos con la línea aérea, mediante estructuras de afloramiento diseñadas específicamente para este tipo de cambio de medio, garantizando la continuidad eléctrica y el cumplimiento normativo.

La profundidad mínima de los cables de baja tensión es 600.0 mm. Estos cables están pegados horizontalmente, pero tienen una separación de 50.0 mm en vertical. En la Figura 3-22 se muestra la sección transversal simplificada de unos bancoductos en baja tensión.

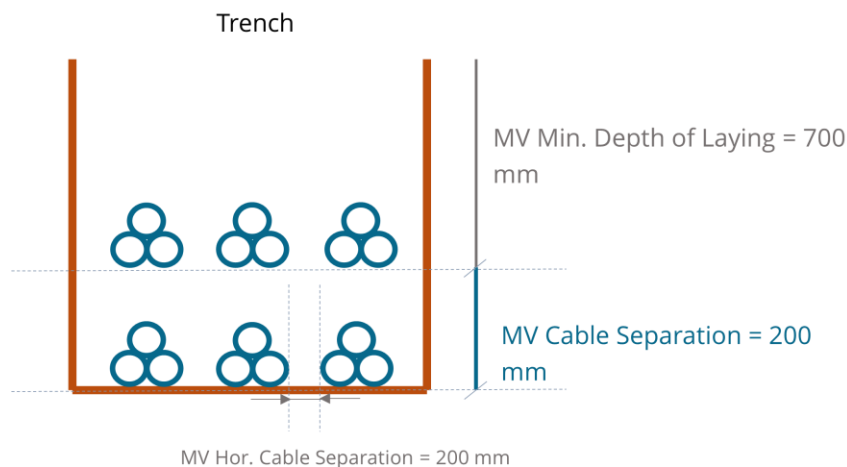
**Figura 3-22 Sección transversal banco ductos BT**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

La profundidad mínima de los cables de media tensión es 700.0 mm. Estos cables están separados por 200.0 mm en la dirección horizontal y 200.0 mm en la dirección vertical. En la se muestra la sección transversal simplificada de unos bancoductos para media tensión. (Ver **Figura 3-23 y Tabla 3-47**).

**Figura 3-23 Sección transversal banco ductos MT**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

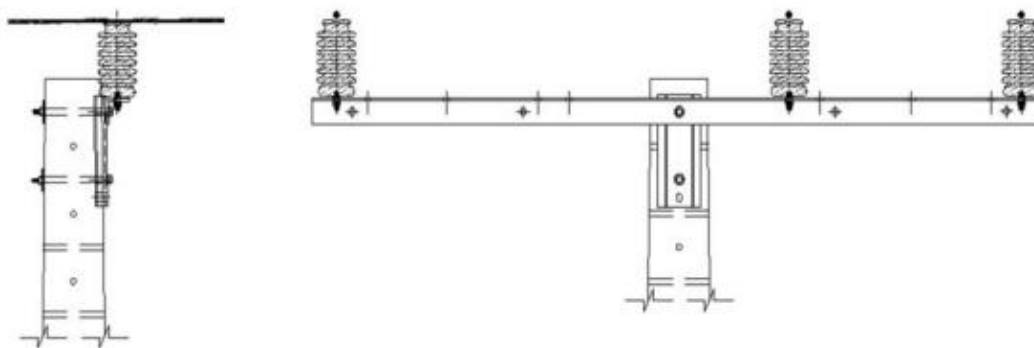
Tabla 3-47 - Longitudes Zanjas MT y BT

Zanja	Dimensiones	Longitud [m]
Baja Tensión	0,4 x 1,0 m	30744,6
Media Tensión	0,4 x 1,0 m	1,977.53
	0,8 x 1,0 m	1,074.89
	1,0 x 1,0 m	966.86
	3,8 x 1,0 m	630.70

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El diseño del tramo aéreo contempla únicamente la instalación de dos postes, uno de inicio y otro final cuya altura puede variar considerando las condiciones del terreno pero que serían mínimo de 10 m. Sobre cada uno se instalará una estructura tipo alineación con cruceta horizontal, adecuada para soportar las tres fases del sistema de media tensión. Esta estructura está conformada por, un conjunto de elementos como herrajes, crucetas, soportes, aisladores y sus accesorios (grapaspas, cadenas de amarre, retenciones, entre otros), cuya función principal es sostener los conductores y transferir los esfuerzos mecánicos hacia los dos postes que conforman el tramo.

Estas estructuras, además de cumplir una función mecánica, determinan la configuración física de los conductores en el espacio. Para este proyecto se ha definido una configuración de alineación horizontal (ver Figura 3-24 y Tabla 3-48), en la cual los tres conductores se disponen en un mismo plano horizontal, a igual altura sobre el nivel del suelo, ubicados a ambos lados del eje longitudinal del poste, como se observa en un corte transversal típico de línea aérea.



Fuente: Celsia, Manual de red aérea MT – V2

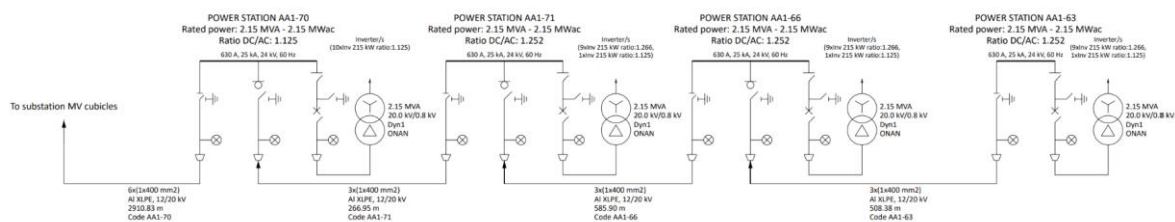
Tabla 3-48 - Longitud Red aérea MT

Tramo Red MT	Longitud [m]
MSV - 9	110.47

Asimismo, el diseño contempla el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad establecidas por el RETIE, tanto en lo que respecta a la separación entre conductores,

como a la altura libre sobre zonas peatonales o vehiculares, y la distancia respecto a edificaciones, estructuras o áreas arboladas, garantizando la seguridad de personas, equipos e infraestructura.

Finalmente, toda la estructura de conexión se diseñará conforme a la normativa técnica vigente, y su implementación se ajustará en campo de acuerdo con los equipos adquiridos y las condiciones reales del terreno.



**Figura 3-24 Conexión Centros de Transformación - Subestación elevadora**

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.4.3 Infraestructura de transmisión de energía eléctrica

La ingeniería de la Línea de Transmisión del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW se conectará a la subestación San Felipe en 115 kV. La línea de conexión tendrá una longitud aproximada de 7,7 km y será en circuito sencillo (**Tabla 3-49**). La fecha de entrada en operación programada para el proyecto es Q4 de 2024.

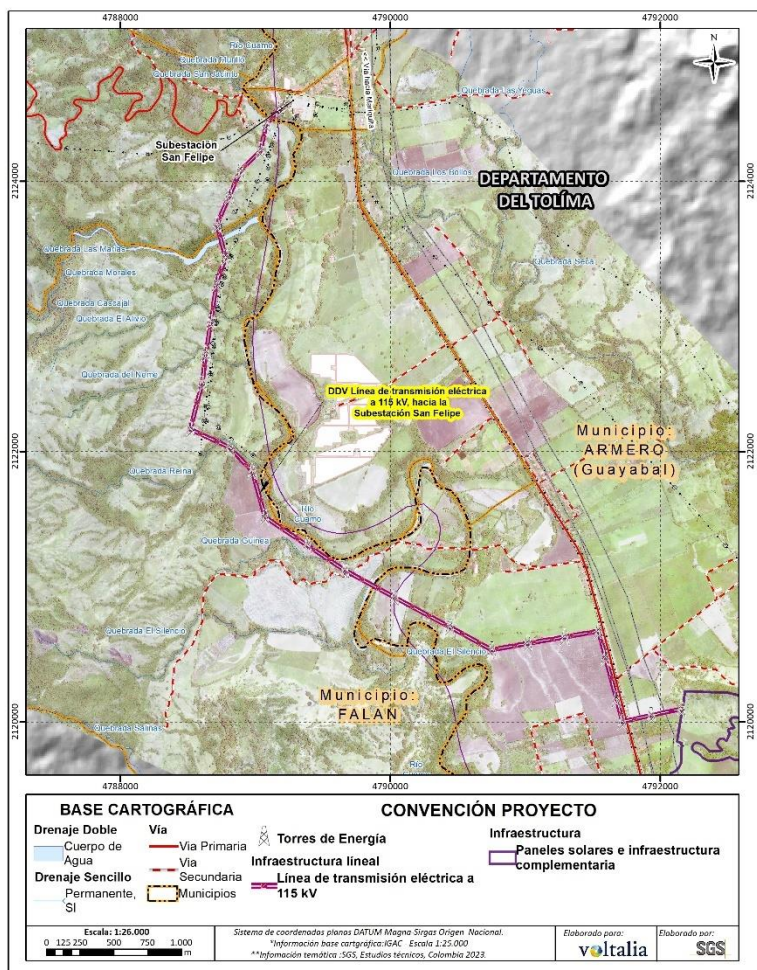
**Tabla 3-49 características Generales de la Línea de Transmisión**

Longitud estimada [km]	Nivel de tensión [kV]	Potencia por circuito [MW]	Capacidad ampérica de transporte requerida [A]
7,421	115	60	354,17

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El trazado de la línea parte desde el extremo noroccidental del Parque Solar y llega hasta la Subestación San Felipe, ver Figura 3-25.

Figura 3-25 Trazado línea de transmisión a 115 kV



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Tabla 3-50. Coordenadas puntos de partida y llegada de la línea.

Lugar	Coordenadas Magna sirgas origen nacional	
	Este	Norte
Inicio Línea de transmisión	4792155,67	2120096,80
Fin línea de transmisión	4789236,91	2124571,34

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.



Las características de la línea de transmisión se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 3-51 Características de la línea de transmisión**

Ítem	Descripción
Nombre de la línea	Heliconia - San Felipe
Tensión del sistema	115 kV
Altura sobre el nivel del mar	340 m.s.n.m
Potencia	60 MW
Localización	Mariquita - Guayabal Tolima

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

**Tabla 3-52 Características de la línea de transmisión**

Características	Unidad	Valor
Número de circuitos	N/A	1
Número de cables de guarda	N/A	1
Número de conductores por fase	N/A	1
Tensión de operación del sistema	kV	115
Tensión máxima de operación del sistema	kV	127
Frecuencia asignada	Hz	60
Tipo de puesta a tierra	N/A	Sólido
Identificación de fases	N/A	R,S,T

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

Características del cable de guarda:

**Tabla 3-53 Características Cable de Guarda**

Características	Unidad	Comunicaciones y protección
Tipo	sin	OPGW
Denominación	sin	OPGW 24 F.O.
Número de fibras ópticas	Unidad	24
Diámetro total	mm	14,1
Sección total	mm <sup>2</sup>	111,54
Peso	kg/m	0,496
Tensión de rotura	kgf	6966 máximo
Resistencia DC a 20°C	Ω/km	0,3775
Capacidad térmica I2t	kA2s	103

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

Características del cable de fase seleccionado:

**Tabla 3-54 Características Cable de fase.**

Características	Unidad	Valor / Descripción
Tipo	sin	AAAC
Denominación	sin	BUTTE
Calibre	kcmil	312,8
Número alambres aluminio 6201-T81	sin	19
Diámetro nominal de alambres aluminio	mm	3,26
Diámetro exterior nominal del conductor	mm	16,3
Sección	mm <sup>2</sup>	158,498
Resistencia AC del conductor a 75°C	Ω/km	0,252
Resistencia DC del conductor a 20°C	Ω/km	0,211
Peso unitario nominal	kg/m	0,434
Resistencia mínima a la rotura	kg	4767
Módulo de elasticidad	kgf/mm <sup>2</sup>	6300
Coefficiente de dilatación lineal	(1/°C)	2,30E-05

Fuente: Valtalia Colombia S.A.S., 2024.

La Línea de transmisión se construirá con un total de veintinueve (29) estructuras metálicas tipo “caregato” y “delta” para circuito sencillo en todo el trayecto; serán en celosía autosoportadas, sin incluir los pórticos de llegada a las subestaciones elevadora del proyecto Heliconia y de San Felipe a 115 kV. Las estructuras tendrán forma tronco piramidal, fabricadas con perfiles de acero resistentes a la corrosión, apenados entre sí, de alta resistencia, de acuerdo con el diseño estructural de las mismas. La Tabla 3-55 presenta el tipo, coordenadas, altura, vanos y otras características de las estructuras diseñadas. La Figura 3-26 muestra las siluetas típicas de las estructuras a utilizar.

Dichas torres fueron localizadas en las áreas de menor impacto ambiental en términos de coberturas vegetales o de afectaciones prediales, teniendo en cuenta adicionalmente, la infraestructura eléctrica existente.

La composición química y las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que se utilizarán en la fabricación de las torres, cumplirán como mínimo con las siguientes especificaciones:

- El acero de resistencia normal estará de acuerdo como mínimo con la especificación ASTM A36.
- El acero de alta resistencia estará de acuerdo como mínimo con la especificación ASTM A572 Grado 50.
- Los tornillos y tuercas deberán cumplir como mínimo con lo especificado en las normas ASTM A394 y ASTM A563.

- El galvanizado que llevarán las estructuras será por inmersión en caliente con un recubrimiento mínimo de  $915\text{g/m}^2$ , incluyendo los *stubs*.

La altura de las estructuras está en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo. Se consideró en el diseño de las estructuras el uso de extensiones de cuerpos, con el objeto de aprovechar los desniveles naturales del terreno y/o poder alcanzar mayores alturas entre el suelo y el punto de suspensión o retención del conductor, para vencer obstáculos naturales.

También, se consideró el uso de extensiones de patas, con el propósito de nivelar la estructura en los diferentes sitios de ubicación de las estructuras.

Las siluetas de las estructuras fueron definidas de acuerdo con las distancias eléctricas, los requerimientos de altura que se determinen en el alineamiento y el desempeño de la línea ante fallas por rayos. En la Tabla 3-55 se observa la silueta de las estructuras que se utilizarán en el proyecto.

**Tabla 3-55 Tabla de estructuras**

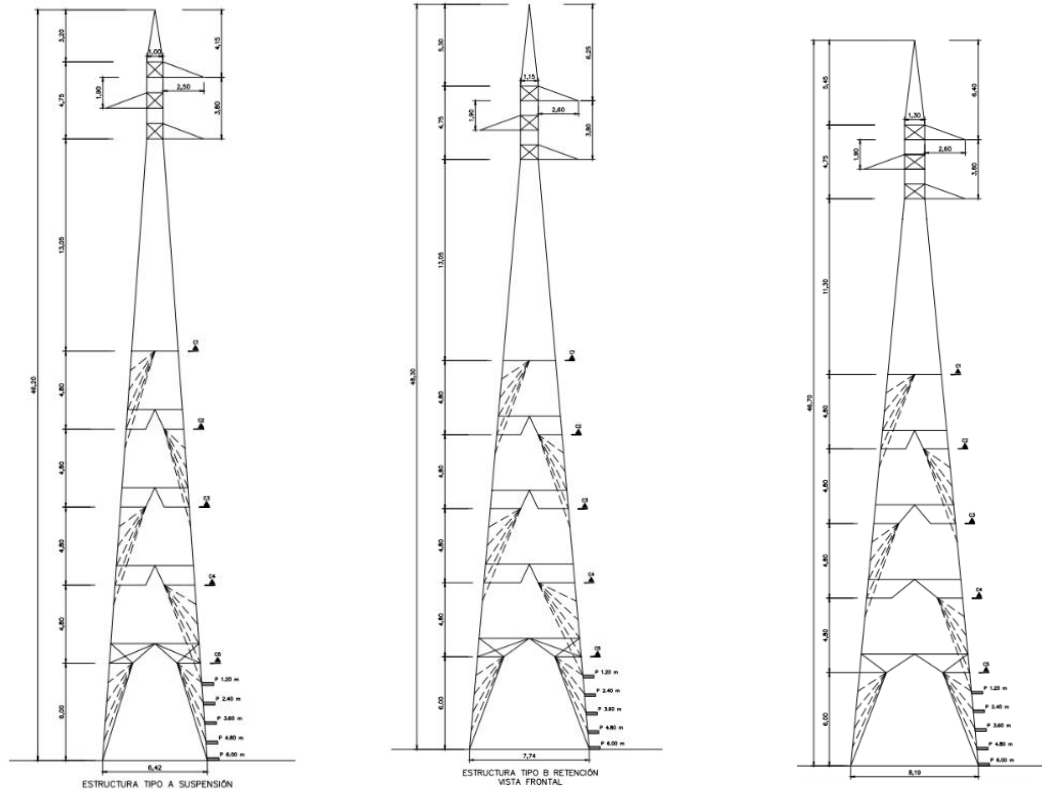
ESTRUCT. No.	Estación	COORDENADAS magna sirgas Origen Nacional		COTA (m)	VANO (m)
	(m)	ESTE	NORTE		
1	K0+000,000	4789236,91	2124571,34	363,81	58,32
2	K0+058,318	4789188,80	2124538,37	363,65	154,07
3	K0+212,393	4789081,48	2124427,83	346,13	203,21
4	K0+415,603	4789041,02	2124228,68	360,97	213,34
5	K0+628,939	4788890,17	2124077,83	372,20	200,50
6	K0+829,441	4788809,45	2123894,30	378,43	233,14
7	K1+062,580	4788715,62	2123680,87	392,22	251,62
8	K1+314,205	4788780,53	2123437,77	371,21	200,36
9	K1+514,564	4788713,27	2123249,04	382,52	499,78
10	K2+014,342	4788673,39	2122964,22	374,19	511,51
11	K2+525,856	4788633,56	2122723,16	370,83	221,53
12	K2+747,385	4788607,01	2122503,23	373,43	347,50
13	K3+094,887	4788520,24	2122164,98	364,36	281,78
14	K3+376,670	4788811,98	2122031,12	333,78	243,00
15	K3+619,668	4788977,70	2121853,40	325,24	348,55
16	K3+968,215	4789071,92	2121517,83	322,37	399,11
17	K4+367,322	4789386,22	2121305,23	319,70	314,27
18	K4+681,593	4789662,82	2121122,64	344,21	418,51
19	K5+100,100	4790031,12	2120923,88	304,03	467,51
20	K5+567,612	4790442,55	2120701,86	318,04	354,33
21	K5+921,947	4790754,37	2120533,57	322,81	270,98
22	K6+192,924	4791021,23	2120580,60	322,23	276,58

ESTRUCT. No.	Estación	COORDENADAS magna sirgas Origen Nacional		COTA (m)	VANO (m)
	(m)	ESTE	NORTE		
23	K6+469,507	4791293,65	2120628,41	321,89	253,87
24	K6+723,373	4791543,65	2120672,59	320,28	203,38
25	K6+926,755	4791595,69	2120475,99	318,11	316,18
26	K7+242,938	4791676,59	2120170,33	315,17	174,23
27	K7+417,172	4791721,17	2120001,89	313,96	218,50
28	K7+635,676	4791934,56	2120048,53	312,82	225,87
29	K7+861,542	4792155,67	2120096,80	318,85	0,00

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.



Figura 3-26 Silueta estructuras a emplear



Estructura Tipo A Suspensión

Estructura Tipo B Retención  
Pesada

Estructura Tipo D Terminal

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

La altura de las estructuras está en función de las distancias de seguridad de los conductores con respecto al suelo establecidas en el Artículo 13 del Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas - RETIE. Se consideró en el diseño de las estructuras el uso de extensiones de cuerpos, con el objeto de aprovechar los desniveles naturales del terreno y/o poder alcanzar mayores alturas entre el suelo y el punto de suspensión o retención del conductor, para vencer obstáculos naturales.

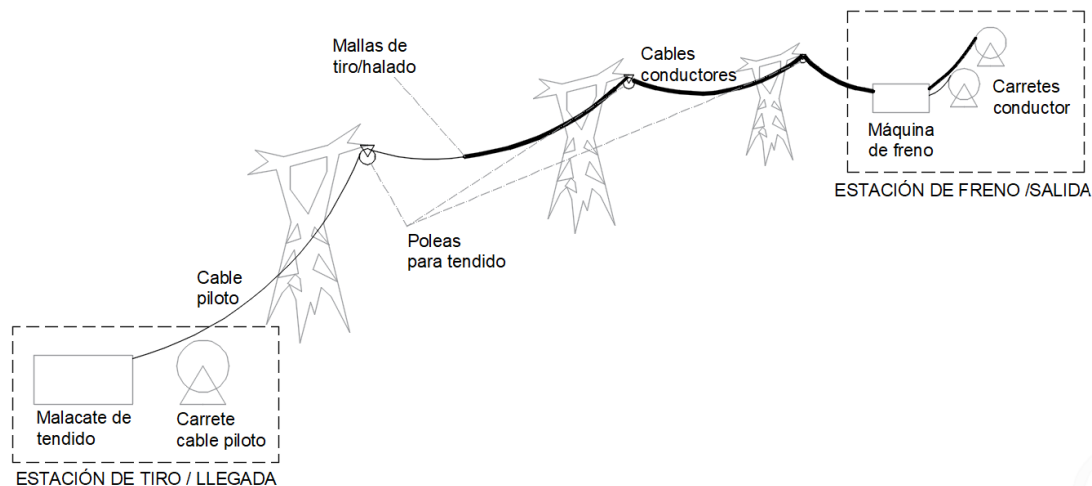
Para levantar las torres de la línea de transmisión se realizará un pre-armado de estructuras en cada sitio de torre. Este consiste en armar la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. El montaje de las torres se realizará en sitio, ensamblando los elementos y secciones en el piso y luego se realiza el armado en sentido ascendente con ayuda de grúas, malacates, trinchos, plumas y poleas. Posteriormente, se realizará el izado y tendido de los cables (cable piloto, tendido del conductor) y, finalmente, se realizará el empalme y tensionado de los conductores. Para el montaje o tendido de conductores se tienen alternativas como el uso de helicópteros o drones, los cuales son muy útiles para el montaje en sitios donde se determine conveniente debido a las restricciones ambientales o de difícil acceso.

En las plazas de tendido de la línea se almacenará el material y se ubicará el equipo necesario para el tendido de los conductores y cables de guarda. En las áreas designadas para la instalación del freno y el malacate, se limpiarán y nivelarán si es necesario para permitir la colocación de los carretes, enrolladores y bobinas de cable piloto según sea necesario.

En secciones donde la línea cruza con obras como carreteras o caminos, u otras líneas existentes, se considerará la posibilidad de colocar portales de protección (trinchos) hechos con postes de madera. El procedimiento de tendido seguirá los siguientes pasos:

- Se instalarán las cadenas de aisladores con poleas en los extremos para que el conductor pase a través de ellas.
- Se colocará un cable guía desde el malacate hasta el freno y se unirá al conductor.
- Se tenderá el cable de guarda y el conductor mediante el uso del malacate mientras se controla la tensión del cable de guarda y el conductor con el freno para asegurar que el conductor esté a una distancia segura del suelo. Una vez que el conductor se ha tendido entre dos estructuras de anclaje, se tensará para que alcance su altura final (Figura 3-27).
- Finalmente, se fijarán mecánicamente los conductores a las cadenas de suspensión y anclaje. Se instalarán accesorios como amortiguadores de vibración en los cables, balizas en los cruces de ríos y protecciones antiescalada.

**Figura 3-27 Tendido de Línea 115 kV**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Para la conexión aérea entre el pórtico de salida y la torre 29 se deberá adecuar el terreno donde se ubicarán las cuatro bases de la torre de acuerdo con su diseño. Estas bases estarán debidamente cimentadas con concreto reforzado. Su ubicación obedece a una caracterización geotécnica. En el área donde se instalarán deberá realizarse una remoción de la cobertura vegetal, descapote, explanación y obras de excavación (manual o mecánica dependiendo del material a excavar y las posibilidades de acceso al sitio de torre con equipos).

### 3.2.4.3.1 Cimentaciones

La excavación para las cimentaciones de las torres debe ser mecánica debido a los grandes volúmenes de tierra que se debe mover, el cual resulta excesivo para realizarse de forma manual y el material sobrante debe colocarse al menos a 3 metros de distancia del borde de la excavación para evitar derrumbes de tierra.

La excavación en limos, arcillas o suelos húmedos en los cuales exista el riesgo de deslizamiento, deberán dejarse abiertas el menor tiempo posible y adicionalmente se entibarán a partir de una profundidad superior a 1,5 m. Cuando sea necesario, toda la excavación debe protegerse por cercas o taparse con cubiertas fuertes removibles según sea el caso.

Para la construcción de las cimentaciones en zonas con nivel freático alto, se debe contar con el equipo de bombeo suficiente y adecuado para conservar secas las excavaciones durante estas operaciones. Se deberán tomar las medidas preventivas del caso para evitar que el agua desalojada cause erosión.

Se separará el material apto para rellenos y lo acumulará a un lado de la excavación a una distancia no menor a 3 metros del borde excavado. Los materiales sobrantes o de desecho, deberán esparcirse uniformemente alrededor del sitio de estructura y de tal forma que no se obstruya el drenaje natural, ni se afecten las áreas adyacentes a causa de su mala disposición mientras son llevados a los depósitos de materiales designados.

El cemento deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones para cemento Portland ASTM C150, tipo I con la exigencia adicional de que el contenido de álcalis no debe exceder al 0,60% medido como óxido de sodio equivalente. Tanto en el transporte, como en la bodega y sitio de la obra debe protegerse adecuadamente de la humedad y de la contaminación. No podrá usarse en el trabajo cemento regenerado o cemento que contenga terrones, o que presente falso fraguado.

Las partículas de arena y gravas deberán estar compuestas por fragmentos de roca dura, densa, durable, libres de cantidades objetables de polvo, materia orgánica, álcalis, mica, pizarra o partículas de tamaño mayor que el especificado, además, deberán cumplir con los siguientes requisitos:

La granulometría en la **Tabla 3-56** de la arena deberá estar dentro de los límites indicados.

**Tabla 3-56 Granulometría de la arena**

Mallas US Standard	Porcentaje que pasa (%)
3/8"	100
No. 4	95 a 100
No. 8	80 a 100
No. 16	50 a 85
No. 30	25 a 60
No. 50	10 a 30

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

No se admitirá arena con un módulo de finura menor de 2,3 ni superior a 3,1. No deberá contener materia orgánica, ni arcilla en cantidad superior al uno por ciento (1%) en peso. No contendrá raíces, micas, limos o cualquier otro material que pueda alterar la calidad del concreto o corroer el acero de refuerzo.

El agregado grueso deberá ser clasificado en tres gradaciones para almacenar separadamente y ser combinadas posteriormente de acuerdo con los diseños ejecutados con miras a lograr muestras de concreto con la resistencia y trabajabilidad necesarias con un mínimo contenido de cemento y de acuerdo con el tipo de obra a construir. Estas gradaciones corresponden a las siguientes aperturas de malla:

De 4,8 a 19 mm ó 3/16" a 3/4"  
De 19 a 37,5 mm ó 3/4" a 1,5"  
De 38 76 mm ó 1,5" a 3"

El tamaño máximo de los agregados gruesos, aunque esté dentro de los límites fijados, no será mayor de una quinta (1/5) parte del espesor mínimo de la sección respectiva de una estructura de concreto, ni mayor que las tres cuartas (3/4) partes de la distancia mínima libre entre las varillas del refuerzo.

Por otra parte, la cimentación de las torres estará constituida por elementos que transmiten las cargas y peso de las estructuras a un estrato del suelo con la capacidad portante adecuada; dichos elementos podrán ser zapatas, pedestales o pilotes en concreto reforzado.

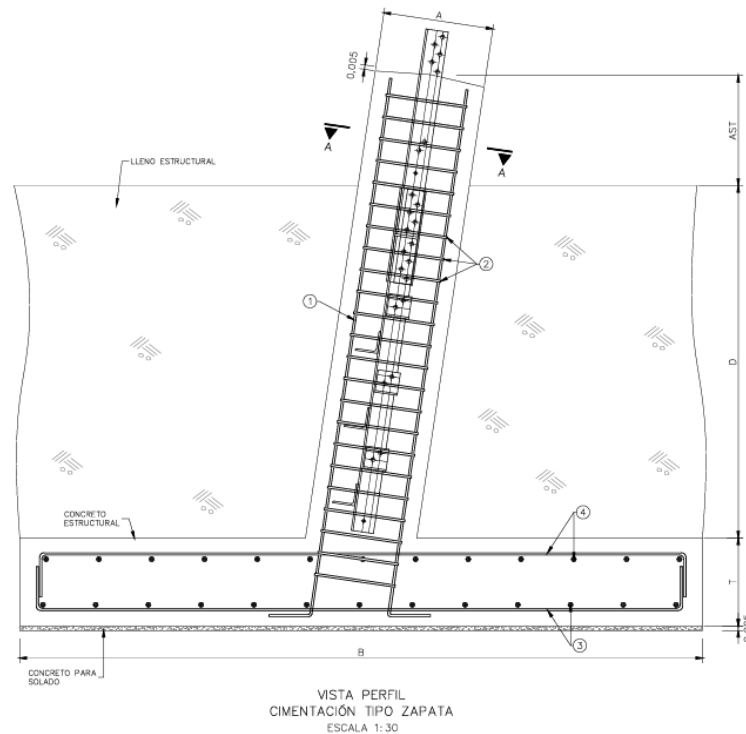
En suelos con buenas propiedades de resistencia se utilizarán cimentaciones superficiales, principalmente zapatas aisladas. En casos donde se detecten suelos con propiedades desfavorables de resistencia o deformación, se utilizarán cimentaciones profundas, con una longitud de empotramiento suficiente para alcanzar el estrato de suelo más competente.

Para el proyecto se seleccionaron cimentaciones tipo zapata (tipo A, B, C y D), dimensionadas para cada tipo de estructura, y una pila cuadrada para las torres tipo D Monocolumna. El detalle con las cantidades de materiales de cada tipo de cimentación se



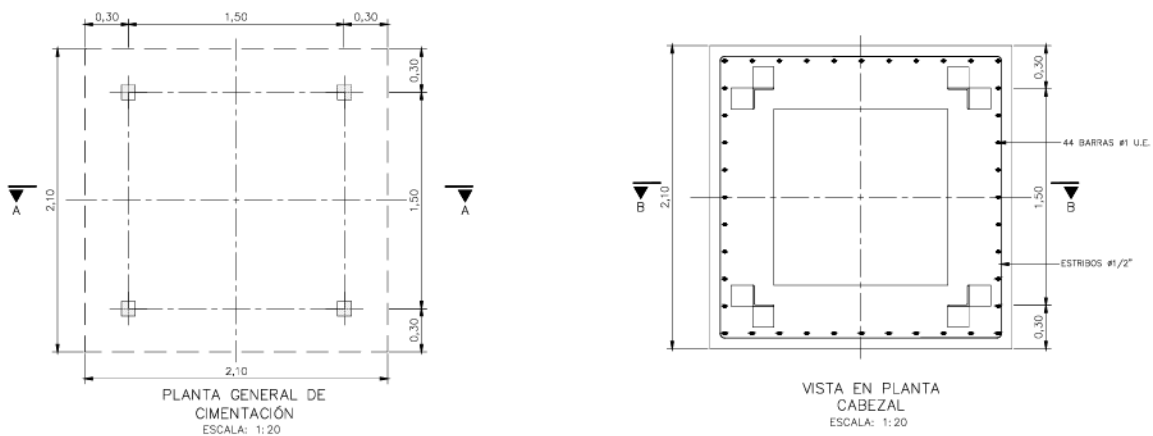
puede encontrar en los archivos anexos: IEB-846-23-115-E1-DC204(1) y IEB-846-23-115-E1-PC 205(1) (Ver Figura 3-28; Figura 3-29).

**Figura 3-28 Cimentación tipo zapata**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

**Figura 3-29 Cimentación tipo pila cuadrada**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El relleno consiste en la colocación y compactación de los materiales seleccionados de la misma excavación o de materiales de préstamo, para cubrir todas las cimentaciones y llenar los espacios sobrantes de las excavaciones. Al terminar las cimentaciones, se procederá a llenar con los materiales adecuados de la excavación realizada. Los materiales para emplear pueden ser los que se excavaron (siempre y cuando no se encuentren contaminados) o se pueden adquirir de un tercero que cuente con toda la normativa minera y ambiental, y finalmente, al terminar de rellenar se afirma.

Vale reiterar que Los parámetros geotécnicos de diseño se obtuvieron del estudio de suelos de línea de transmisión para la línea de transmisión eléctrica del parque fotovoltaico Heliconia – S/E San Felipe a 115 kV, elaborado en diciembre del 2023 por la empresa Suelos y Geotecnia S.A.S.

#### **3.2.4.3.2 Cable de fase**

De acuerdo con los cálculos realizados, el conductor AAAC 312,8 Kcmil(19) Butte propuesto para la implementación en la línea de conexión del parque solar Heliconia con la subestación San Felipe 115 kV en configuración circuito sencillo, cumple con todos los requerimientos técnicos y normativos aplicables al proyecto. Las características del cable seleccionado se presentan en la **Tabla 3-54**.

#### **3.2.4.3.3 Cable de guarda**

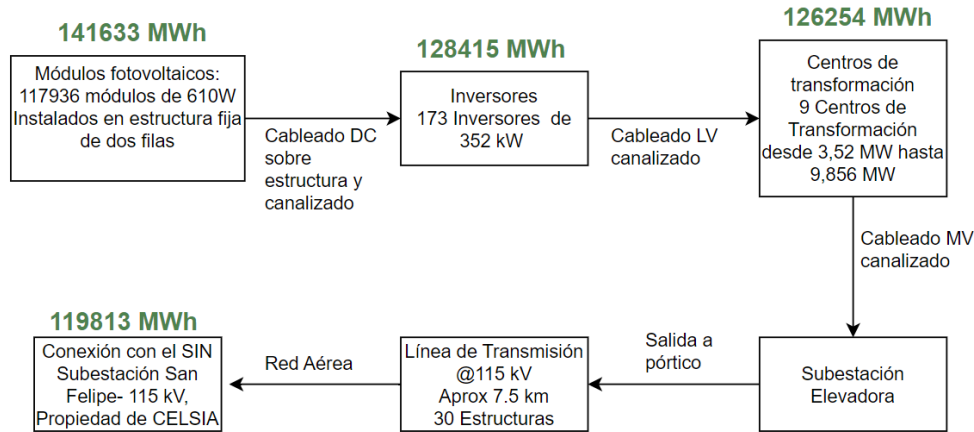
Las características del cable seleccionado se presentan en la **Tabla 3-53**.

#### **3.2.4.4 Operación**

La operación del parque fotovoltaico comprende las actividades necesarias para que el plante de generación y su línea de transmisión funcionen de manera óptima, generando energía eléctrica mediante la transformación de la radiación solar.

Un esquema de operación del parque fotovoltaico con la producción de energía (en verde), sus componentes y características principales se presenta en la Figura 3-30:

**Figura 3-30 Esquema operación**



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

El proyecto contempla una operación de 30 años dentro de la cual para la línea y la subestación en el punto de conexión no se contará con personal permanente. El personal permanente para la operación permanecerá en el Parque Solar. Por otra parte, las actividades correspondientes a la operación y mantenimiento de los equipos e instalaciones en la subestación San Felipe estarán a cargo del operador de red propietario de los activos de conexión.

La operación del proyecto inicia con una verificación previa para la energización, dentro de la que se consideran las siguientes actividades:

- Evaluar el estado y operatividad de las obras llevadas a cabo, para el control y solución de problemas hallados durante el proceso constructivo. Se revisa también el estado de los rellenos y cimentaciones.
- Verificar que los elementos de cada torre, como perfiles, pernos, tuercas, placas, platinas, entre otros, hayan sido instalados de acuerdo con las especificaciones técnicas y los planos de montaje. Verificación de los componentes eléctricos y estructurales de las nuevas obras de la subestación.
- Verificar que todas las cadenas de suspensión y retención estén montadas según las especificaciones técnicas y los planos.
- Revisar el estado de los conductores, el número y colocación de los amortiguadores de estos, los empalmes y camisas de reparación de la línea de transmisión. De igual forma se revisan las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.
- Verificación de los componentes de conexión a la subestación con el edificio de control para adecuado funcionamiento de la línea en el SIN.
- Verificación de polaridad, aislamiento y pruebas VLF en los circuitos de media tensión para detectar daños sufridos durante la etapa de tendido de los conductores.

Durante la operación del Parque Fotovoltaico se contará con un monitoreo remoto en el Edificio de Control. Diariamente se monitorizarán parámetros de la planta como voltajes, corrientes, potencia, temperatura, producción de energía entre otras. Esta información será analizada para detectar cualquier falla que se pueda presentar en los componentes que pueda afectar el rendimiento del parque solar. Para esto el parque solar contará con un sistema SCADA (Supervisión, control, y adquisición de datos), el cual cumple la función supervisar y controlar las diferentes variables de la planta. Todas las variables de medición convergerán en un servidor que se encuentra en el edificio de control en donde un operario podrá visualizarlas y detectar cualquier tipo de anomalía. Entre las características más importantes que cuenta este sistema es la visualización de datos históricos los cuales pueden ser observados y analizados, graficas en tiempo real, rendimiento y reportes de la planta y el manejo de alarmas y eventos.

Las principales actividades para realizar durante la fase de operación son las siguientes:

- **Mantenimiento de los equipos:** Durante la operación de la planta se realizará un plan de mantenimiento preventivo y correctivo con el fin de que la planta siempre esté funcionando de forma óptima. Para este propósito se realizarán las siguientes actividades:
  - La limpieza de los módulos solares se realizará con agua, en la cual se puede implementar una máquina para tal efecto. Adicionalmente se usará una cámara termográfica para verificar paneles que se encuentren en mal estado.
  - Verificación de estructura de módulos. Periódicamente se verificará el estado de la estructura y se realizará la respectiva limpieza para evitar puntos de corrosión que puedan afectarla. Por medio del sistema de control de la estructura se verificará que todos los seguidores estén funcionando adecuadamente.
  - Inspección de inversores. Se realizará la respectiva limpieza de los inversores, principalmente en su componente de ventilación. Adicionalmente se verificará el estado de todos los elementos que componen el inversor, en lo que se encuentran cables, conectores, protecciones entre otros. En el caso que se encuentre algún elemento o en mal estado se realizará el cambio por uno de la misma referencia.
  - Inspección de transformador tipo skid (Centro de transformación). Periódicamente se realizará la inspección de todos los elementos que componen el transformador tipo Skid, entre los cuales se encuentran transformador, tablero de baja tensión, tablero de media tensión entre otros. En el caso que se encuentre algún daño o fallo se procederá a realizar las respectivas reparaciones.
  - Subestación elevadora. El mantenimiento de la subestación elevadora consiste en una inspección periódica de todos los equipos y edificios instalados en la subestación. En términos simples, el mantenimiento de la subestación consiste en realizar inspecciones visuales y físicas para verificar el correcto funcionamiento de todos los equipos que la componen.
- **Control de estabilidad de sitios de torre:** Hace referencia a la ejecución de obras relacionadas con la identificación de procesos erosivos o de remoción en masa, o de cualquier anomalía que pueda afectar la estabilidad de las zonas donde se

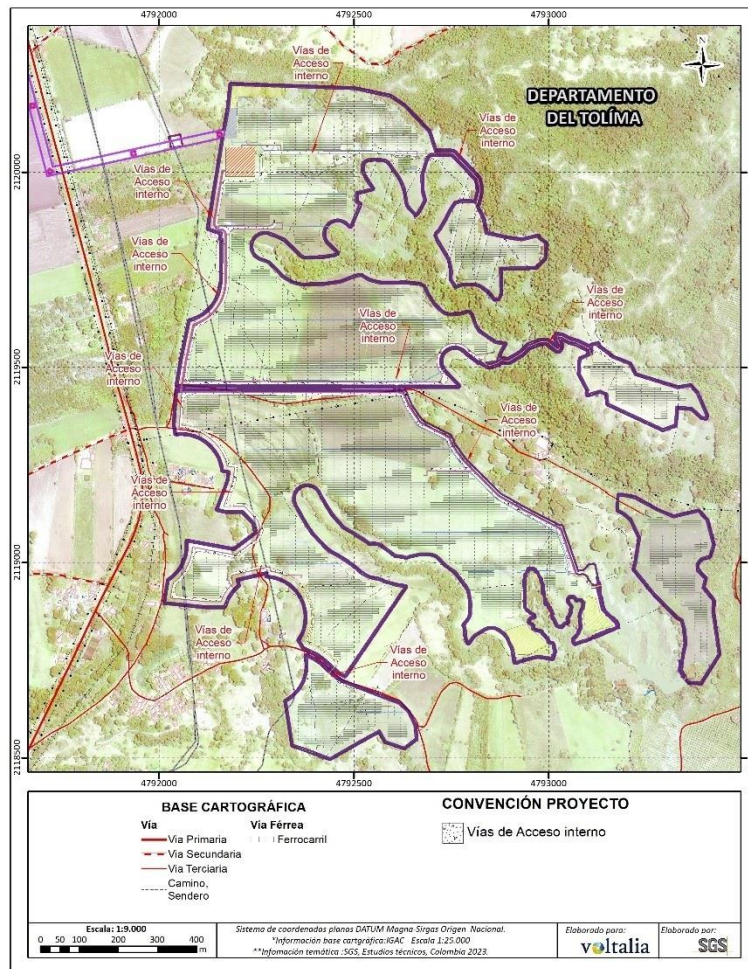


encuentran ubicadas las torres o de las zonas aledañas donde sea necesario algún tipo de intervención para estabilizarla nuevamente. Según el diseño de la línea, no se requieren estructuras de drenaje o estabilización, sin embargo, se hará verificación constante de la condición de cada sitio de torre. Específicamente se considera:

- Estabilidad de los sitios de torre: en las visitas de inspección de la servidumbre se verificará la estabilidad de los sitios de torre; en caso de ser necesario se realizarán obras de estabilización de taludes de acuerdo con el proceso erosivo existente teniendo como una posible solución la construcción de obras biomecánicas (Trinchos en guadua).
  - Estructura metálica y placas de señalización: realizar inspección visual al menos una vez por año; reponer elementos deteriorados y pintar la estructura con pintura adecuada si la condición lo amerita.
  - Cadenas de aisladores: realizar inspección visual y con termografía al menos una vez al año; reemplazar aisladores si se observa daño físico o eléctrico.
  - Sistema de puesta a tierra: realizar inspección visual al menos cada dos años; realizar la medición de la resistencia de puesta a tierra al menos cada cuatro años; reemplazar elementos si la condición del sistema lo amerita.
- 
- **Mantenimiento zona de servidumbre:** Periódicamente se validará que las distancias eléctricas a los conductores y las condiciones contractuales de la servidumbre de la línea se sigan manteniendo, por lo que, cuando sea necesario, se llevarán a cabo podas preventivas de vegetación que puedan superar los límites de distancias de seguridad establecidos por el RETIE en el numeral 13.2. Las principales acciones son la poda de vegetación, limpieza de sitios de torre, prevención de invasión de la servidumbre con construcciones y rocería.

El parque contará con un sistema de vías internas por las cuales se puede acceder a cualquiera de los equipos para realizar labores de mantenimiento Figura 3-31. Con respecto a la línea de transmisión, se emplearán los mismos accesos contemplados para cada torre durante la etapa de construcción.

Figura 3-31 Vías Internas a construir



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

La ruta con mayor frecuencia de movilización utilizada durante la operación del proyecto será desde el punto de ingreso al Parque Solar hasta la subestación, donde se encontrará el Centro de Control, punto donde se encontrará personal permanentemente durante la operación del Parque Fotovoltaico.

Los vehículos asociados a la operación del parque fotovoltaico y la línea de transmisión consisten principalmente en camionetas 4x4 para transporte del personal, además de un camión de succión para el mantenimiento de los baños portátiles. Las cuadrillas para actividades de rocería se transportarán en buses desde el municipio más cercano hasta el parque fotovoltaico. En caso de ser requerido el reemplazo de algún componente mayor, las vías internas se encuentran en capacidad de permitir el paso de una grúa y camión para realizar el respectivo izaje y transporte.

### 3.2.4.5 Infraestructura asociada al proyecto

La infraestructura asociada al proyecto se presenta en la **Tabla 3-57**.

**Tabla 3-57 Infraestructura asociada al proyecto.**

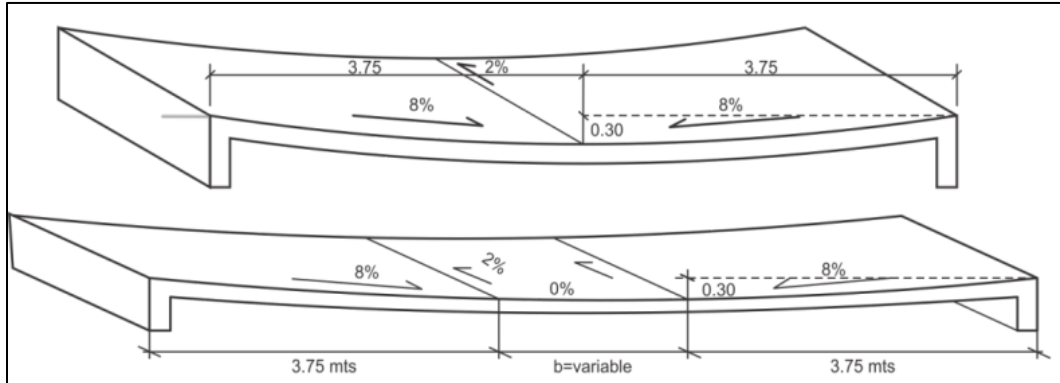
Infraestructura		
Descripción	Tipo	Área [m2]
<b>PARQUE SOLAR</b>		
Paneles solares - Estructura	Permanente	314560,17
Inversores	Permanente	N/A
Centros de transformación	Permanente	176,5
Drenajes	Permanente	7804,25
Estación meteorológica	Permanente	1
Centros de acopio	Temporal	17952,89
Campamento de obra	Temporal	1978,28
Subestación	Permanente	5629,48
Vías de acceso	Permanente	1680
Vías internas	Permanente	37462,4
Cerramiento	Permanente	13479,07*
Zanjas	Permanente	5069
* Longitud.		
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>		
Sitios de Torre	Permanente	1699,42
Plaza de halado - tendido	Temporal	200
Campamento y Centro de acopio	Temporal	904

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

#### 3.2.4.5.1 Badén

Estas estructuras superficiales, muy usadas en vías terciarias, generalmente construidas en concreto, permiten simultáneamente el paso del tránsito vehicular y de pequeñas quebradas o arroyos. (Ver **Figura 3-32**).

Figura 3-32. Badén de referencia



Fuente: Manual de Drenajes de INVIAS.

Su diseño corresponde al de un canal asumiendo flujo uniforme (expresión de Manning), verificando que la lámina o nivel de agua no supere una altura de 30 cm para un caudal de diseño con periodo de retorno de 2 años.

Teniendo en cuenta los criterios de diseño para este tipo de obras descritos en el manual de Drenajes de INVIAS, en la **Tabla 3-58** se presenta el fundamento de cálculo de diseño del Baden

Tabla 3-58. Diseño del Baden Trapezoidal

BASE DE CALCULO PARA EL DISEÑO DE BADEN TRAPEZOIDAL		
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	1.6	Modelamiento hidráulico
Coeficiente de rugosidad (n)	0.013	Coeficiente para concreto
Pendiente del canal (dirección del flujo)	0.02	INVIAS
Pendiente de los taludes del canal (S)	0.08	INVIAS
Profundidad (m)	0.0961	OBJETIVO USANDO SOLVER
Base del canal (m)	6	Tentativo
área de la sección transversal (m <sup>2</sup> )	0.6566	$A=h(b+(z/h))$
	1.00319	$\sqrt{1+z^2}$
Perímetro mojado (m)	6.19281	$P=b+2h\sqrt{1+z^2}$
Radio hidráulico	0.10603	$R=A/P$
Comprobación del caudal con la ecuación de manning	1.60	$Q=1/n * A * R^{2/3} * S^{1/2}$
Borde libre (m)	0.3	
profundidad total del baden (m)	0.3961	
Profundidad de diseño	0.4	
Ancho total	16.00	



Fuente: SGS Colombia S.A.S, 2024

♦ Empuje horizontal del terreno

La teoría de Rankine (ver **Ecuación 3-1**) propone el cálculo de un coeficiente de empuje lateral activo con el uso del ángulo de fricción interna  $\Phi$ . El ángulo de fricción identificado según el tipo de suelo es de  $25^\circ$ , lo cual indica la resistencia interna del suelo.

**Ecuación 3-1. Teoría de Rankie**

$$K_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$
$$K_a = \tan^2(45 - 25^\circ / 2) = 0.405$$

Esfuerzo en la zona superior e inferior del muro por presión lateral del terreno

$$E_{hsup} = K_a * (\gamma_{Suelo} * H_{suelo} + \gamma_{Placa\ huella} * H_{placa\ huella})$$
$$E_{hsup} = 0.405 * (18.6 \text{ KN } m^3 * 0.30m + 24 \text{ KN } m^3 * 0.35m) \rightarrow 5.661 \text{ KN/m}^2$$

♦ Carga de agua

Se deben considerar dos situaciones alcantarilla vacía y alcantarilla con un flujo total o Alcantarilla llena. En la parte superior de la alcantarilla la presión es cero, para calcular la presión en el fondo. (Ver **Ecuación 3-2**).

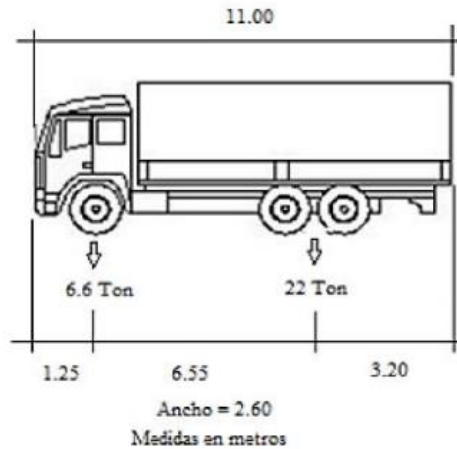
**Ecuación 3-2 Presión del agua.**

$$W_{agua} = \gamma_{agua} * H_{box} \quad W_{agua} = 10 \text{ KN } m^3 * 2.0 \text{ m} \quad W_{agua} = 20 \text{ KN/m}^2$$

♦ Carga vehicular

El Art. 3.6.1.2.6 AASHTO-LRFD indica que si la profundidad del relleno es menor que 0.60m, la sobrecarga se analiza con anchos de franja equivalente, se tomara la configuración del eje tándem del camión C3 que consiste en dos ejes cargados con 110KN espaciados a 1.2m (Figura 3-33).

Figura 3-33. Camión de diseño C3



La carga distribuida equivalente está unida a un eje transversal de cargas concentradas con el propósito de modelar el efecto de un congestionamiento vehicular sobre el box, para determinar la carga viva, se usa factores de presencia múltiple (MPF). Un solo carril cargado con un MPF es de 1.20 AASHTO (1996).

Ecuación 3-3

$$P_{lanta} = p * (1 + im)$$

$$Peje = 55KN * (1 + 0.29) = 70.95 KN$$

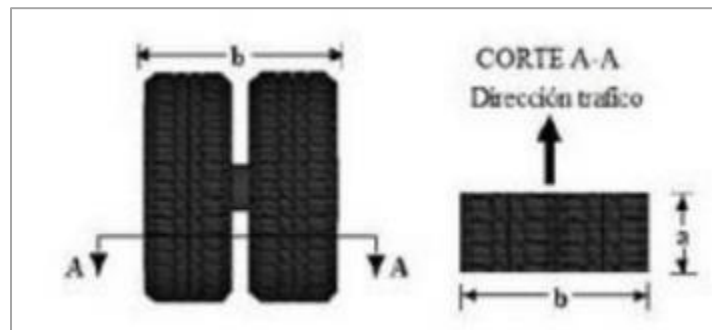
Dimensiones de las áreas de propagación de esfuerzo neumático-pavimento (Ver **Tabla 3-59**), la cual determinar el ancho de contacto entre el neumático y la capa de rodadura pavimento. (**Figura 3-34**).

Tabla 3-59. Ancho de contacto y el pavimento

Camión de diseño	Rueda simple (m)	
	a	B
C3	0,2	0,51

Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

Figura 3-34 Ancho de contacto y el pavimento



Fuente: Instituto Nacional de Vías, 2008

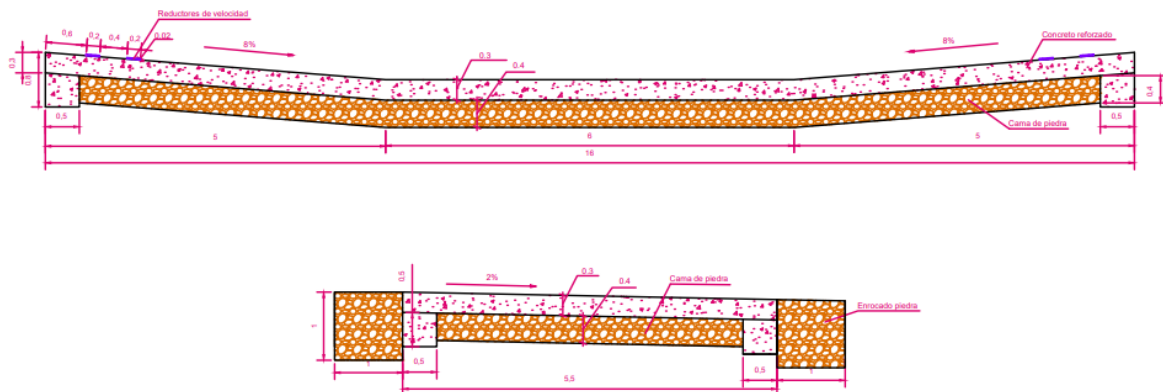
### Ecuación 3-4

$$W = Pllanta * MPF / Area \text{ de influencia}$$

$$W = 70.95 \text{ KN} * 1.2 / (0.2 + 1.219 + 0.3) * (0.51 + 1.219 + 0.3) = 24.410 \text{ KN/m}^2$$

A continuación, se presenta el diseño sugerido del baden trapezoidal y su detalle se encuentra en el **Anexo 6 Demanda y uso de recursos naturales/O. cauces6.4.4. Diseño Baden** (Figura 3-35).

**Figura 3-35. Diseño sugerido del baden trapezoidal**



Fuente: SGS Colombia S.A.S,2024

El proyecto contará con infraestructura de apoyo asociada como oficina, instalaciones sanitarias, centros de acopio y el cerramiento perimetral. Esta infraestructura se construirá a medida que se requieran y podrán ser de carácter temporal o permanente.

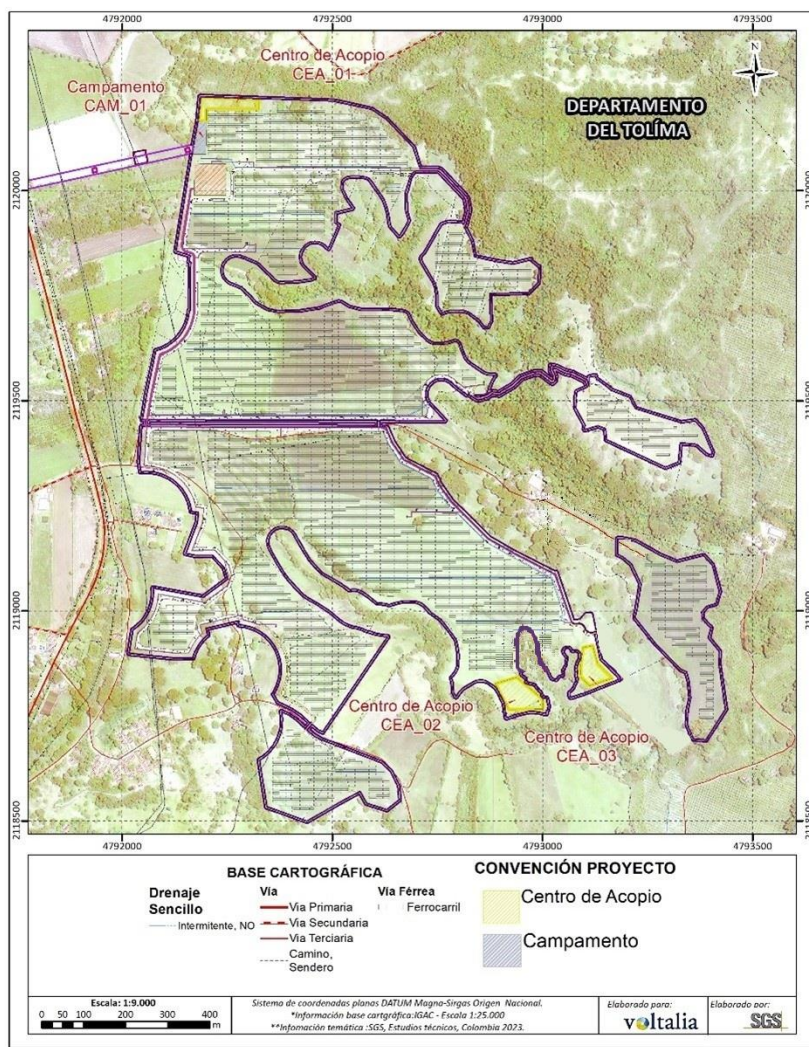
- Infraestructura temporal

Infraestructura dedicada a dar soporte durante la fase de construcción del proyecto hasta que se encuentre operativo. Se podrán trasladar durante la ejecución de actividades y serán fácilmente desmantelables. Puntualmente para la Planta Solar se proyectan las siguientes instalaciones temporales:

- Campamentos temporales: en ellos se contará con oficinas para Voltalia y para sus contratistas, zona de residuos, zona de baños portátiles, zona de comedor, tanque de almacenamiento de agua y sector de insumos y bodega. Las aguas servidas provenientes de las instalaciones sanitarias serán dispuestas por un tercero autorizado. Los baños portátiles que se utilicen durante la construcción serán dispuestos cerca a los frentes de trabajo y cuando se requiera en los campamentos. En los campamentos no pernoctará ningún personal (Figura 3-36).
- Áreas de acopio: se utilizarán para descargar los equipos y materiales de forma distribuida en la planta, así como para acopiar material inerte y cobertura vegetal. Como áreas de acopio se utilizarán dentro de los campamentos temporales y que se encuentren

adecuados entre la zona de instalación de los módulos fotovoltaicos y el cerramiento de la planta (Figura 3-36).

Figura 3-36 Infraestructura temporal

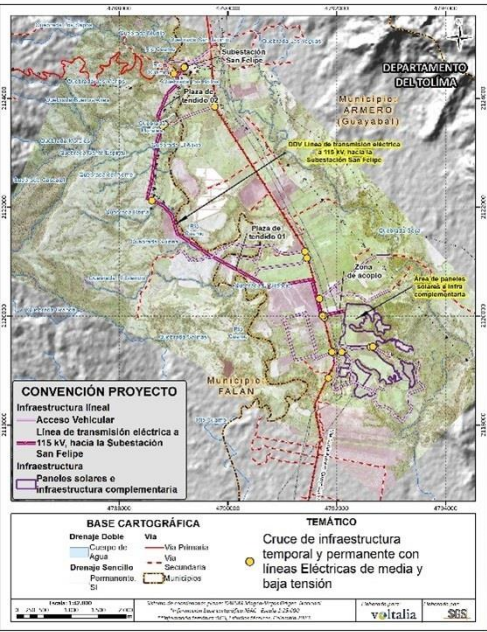


Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.



### 3.2.4.6 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Características	Descripción	Línea de Transmisión	Parque Solar
Servicios públicos	Redes de acueducto y alcantarillado.	De acuerdo con la caracterización socioeconómica realizada en las unidades territoriales y los predios no se cuenta con redes de acueducto, ya que estos se caracterizan por ser acueductos comunitarios y/o veredales; San Felipe es la única unidad territorial con alcantarillado, pero este no se intercepta con ningún predio relacionado a la infraestructura de las torres y la línea de transmisión. <b>Cap. 5.3/ 5.3.3. componente espacial/5.3.3.2 unidades territoriales.</b>	El predio la Hacienda El Coco donde se construirá la infraestructura del parque solar no intercepta redes de acueducto ni alcantarillado ya que se carece de estos servicios públicos en el área. <b>Cap. 5.3/ 5.3.3. componente espacial/5.3.3.2 unidades territoriales</b>
	Redes de gas.	No se cuenta con información a detalle de las líneas de redes de gas, sin embargo, se identificó que los predios son exclusivamente de uso agrícola y pecuario.	En el área del parque solar no se intercepta redes de gas, ya que no hay presencia de servicio de gas domiciliario.
	Redes de tecnologías de la información y las comunicaciones.	No se cuenta con información a detalle de las redes de tecnología de la información y comunicaciones, sin embargo, por la característica de uso del predio que son netamente agropecuarios se evidencia que no hay presencia de redes.	
	Redes eléctricas.	Se interceptan redes eléctricas en los accesos peatonales a torres y vía de acceso al predio de hacienda San Felipe para el acceso a torres 8-13.	Se interceptan redes eléctricas en la vía de acceso al parque solar, infraestructura interna y área disponible para zanjas de baja y media tensión.
<b>Figura 3-37 Cruce de infraestructura temporal y permanente con líneas eléctricas de media y baja tensión</b>			

Características	Descripción	Línea de Transmisión	Parque Solar
			
Otros	Distritos de riego.	De acuerdo con el trabajo de campo realizado en el componente abiótico no se identificaron distritos de riego que se intercepte con la infraestructura del proyecto (línea de transmisión y parque solar)	
	Redes de oleoductos.	Se interceptan los proyectos “Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas” de Hocol S.A, “Operación y mantenimiento del gasoducto Centro Oriente” de TGI S.A E.S.P y “Sistema de Transporte de hidrocarburos Puerto – Salgar – Neiva” de Cenit en el acceso peatonal a torres y línea de transmisión eléctrica. (Ver <b>Capítulo 8.2 Superposición de proyectos</b> )	Se interceptan los proyectos “Oleoducto del Valle del Magdalena Tenay Vasconia Coveñas” de Hocol S.A, “Operación y mantenimiento del gasoducto Centro Oriente” de TGI S.A E.S.P y “Sistema de Transporte de hidrocarburos Puerto – Salgar – Neiva” de Cenit en perímetro de cerramiento, infraestructura interna del parque solar, vías de acceso interno, cerramiento a toda la infraestructura al interior del parque solar, área disponible para zanjas de

Características	Descripción	Línea de Transmisión	Parque Solar
			baja y media tensión (Ver <b>Capítulo 8.2 Superposición de proyectos</b> )
		<p><b>Figura 3-38 Cruce de infraestructura temporal y permanente con redes de oleoductos</b></p> <p><b>CONVENCIÓN PROYECTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Área de influencia del proyecto</li> <li>Infraestructura lineal</li> <li>Acceso Vehicular</li> <li>Línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe</li> <li>Infraestructura</li> <li>Panoles solares e infraestructura complementaria</li> </ul> <p><b>BASE CARTOGRÁFICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Drenaje Doble</li> <li>Cuerpo de Agua</li> <li>Drenaje Sencillo</li> <li>Permanente</li> <li>SI</li> <li>Via Primaria</li> <li>Via Secundaria</li> <li>Municipios</li> </ul> <p><b>TEMÁTICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cruce de infraestructura temporal y permanente con Ductos</li> <li>Líneas licenciadas ANLA</li> <li>LAM0022, HOCOL S.A.</li> <li>LAM0069, TRANSPORTADORA</li> <li>DE GAS INTERNACIONAL, TOS</li> <li>SA ESP</li> <li>LAM0170, ECOPETROL S.A.</li> </ul>	
	Vías (Red Vial Nacional, secundarias y terciarias).	Ver Numeral 3.2.1.2.2 Estado actual de las vías e infraestructura de transporte	Ver Numeral 3.2.1.2.2 Estado actual de las vías e infraestructura de transporte
	Predios (Describir su uso: dotacional, educativo, vivienda, etc.).	Los 17 predios identificados para la construcción de las torres y líneas de transmisión eléctrica se caracterizan por tener un uso de suelo agropecuario (asociado a los cultivos, de maíz, arroz, pastos y heno) y actividad ganadera, un predio se caracteriza por dedicarse a la actividad productiva empresarial con la Avícola Aviagen y otro predio donde se	El predio Hacienda el Coco se caracteriza por tener un uso de suelo agropecuario con actividad de cultivo de heno y ganadería de tipo leche; por tanto, la infraestructura de los módulos y paneles solares se interceptará especialmente con el cultivo de heno. De otro lado en el predio se cuenta con dos viviendas que no intercepta con la

Características	Descripción	Línea de Transmisión	Parque Solar
		encuentra la subestación San Felipe. Ninguno de estos predios tiene uso educativo, dotaciones, tan solo dos predios tiene infraestructura de vivienda, pero distante al área de servidumbre establecida. <b>Cap. 5.3/ 5.3. componente demográfico /5.3.2.2 Predios.</b>	infraestructura del proyecto; <b>Cap. 5.3/ 5.3. componente demográfico /5.3.2.2 Predios.</b>
	Vías férreas	Se intercepta en el acceso peatonal a torres.	Se intercepta en la vía de acceso al Parque Solar Fotovoltaico.
	Otra infraestructura y redes interceptadas.	De acuerdo con los características e infraestructura proyectada, no se identificaron otro tipo de redes.	
	Usos asociados al recurso (p. e. usos recreativos).	De acuerdo con la caracterización social y ambiental realizada no se intercepta el uso de recursos naturales asociadas a las actividades recreativas.	

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024



### 3.2.5 Insumos del Proyecto

#### Mano de obra

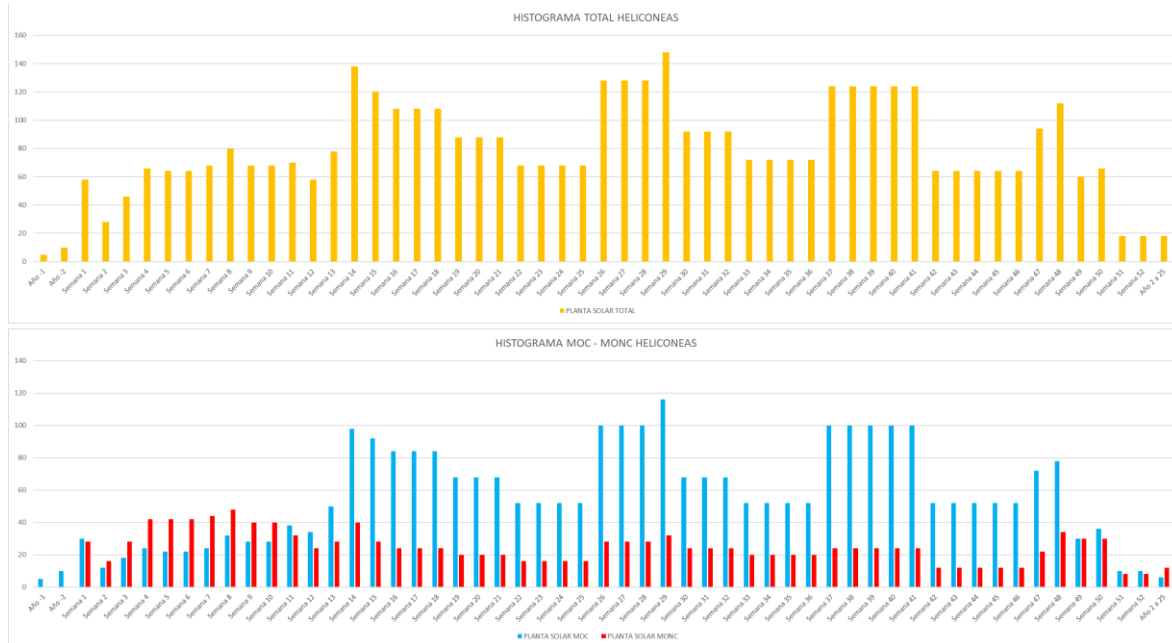
Tabla 3-60 Mano de obra requerida por fases.

FASE	TIPO DE PERSONAL		TOTAL	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
Pre Operativa	Calificada	Ingeniería Diseño Civil, Hidráulica, Eléctrica, topografía	10	2 años	Esta etapa se contempla desde nivel la factibilidad del proyecto hasta el levantamiento y consecución de información con detalle constructivo.
		Predial y gestor de tierras	1		En relación con los auxiliares de campo, éstos fueron subcontratados por la consultora ambiental.
		Estudios asociados (Licenciamiento, geotecnia, topografía, etc.)	10		
	No Calificada	Auxiliares de campo	10		Los demás profesionales fueron contratados o subcontratados por Voltalia para el cumplimiento de cada labor, obra o servicio específica.
Constructiva	Calificada	Coordinadores de Obra Civil y eléctrica	4	12 Meses	Pico de personal. Actividades constructivas (Ver histograma).
		Compras y Logística	1		
		Supervisores de Obra Civil y eléctrica	2		
		Supervisores Logísticos, maquinaria	2		
		Ingeniería civil, ambiental y eléctrica	2		
		Seguridad y Salud (Líder y supervisores)	2		
		Interventoría Técnica, HSQE, Administrativa	2		
		Topógrafo y Cadenero	1		
		RRHH y Administrativo	2		
		Profesionales de Obra civil y eléctricos	18		
		Guarda de seguridad	3		
		Conductor vehículo liviano	3		
		Conductor de volqueta	3		

FASE	TIPO DE PERSONAL		TOTAL	DURACIÓN	DESCRIPCIÓN
		Operario de maquinaria pesada (retroexcavadora buldócer, moto niveladora mezcladora de concreto, cargador y vibro compactador)	3		
	No Calificada	Trabajadores en el pico	96		
Operación y mantenimiento	Calificada	Director de operaciones, administrador	6	30 años. MTTO cada 6 meses	Mantenimiento, operación y administración. Turnos de 8 horas con rotación, 7 días de trabajo a la semana, 365 días del año.
	No Calificada	Operarios de mantenimiento, limpieza y cuidado de áreas generales.	18		Se proyecta realizar la contratación de este tipo de mano de obra, proveniente del área de influencia del proyecto.
Desmantelamiento y abandono	Calificada	Dirección, supervisores: técnicos, socioambientales, logística, operadores)	30	6 meses	Actividades asociadas a la etapa posoperativa en la que se contempla ejecutar acciones para el desarmado de estructuras y garantizar las condiciones del terreno conforme con lo aprobado por la Autoridad Ambiental.
	No Calificada	Trabajadores	70		

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S., 2024.

Figura 3-39 Histograma mano de obra



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

## Combustibles

El manejo y almacenamiento será acorde con sus características; la disposición se hará con los gestores autorizados a través de los centros de mantenimiento en la cabecera municipal.

La localización de los sitios donde se requerirá manejo de combustibles durante la construcción del parque y de la línea serán los siguientes:

- Para la construcción del parque fotovoltaico se contará con una reserva de combustible de 200 galones en los centros de acopio temporal para los diferentes equipos (hincadoras, plantas de generación, mixers).
- En cada sitio de torre el generador diésel requerirá de 8 litros de gasolina por día de trabajo durante la construcción de la estructura.
- En estaciones de tendido un promedio diario durante las maniobras de tendido de 10 galones de combustible para motor Diesel.

En los lugares de acopio de materiales es posible mantener al menos 220 galones de combustible en contenedores de 55 galones cada uno.

Es necesario mantener, en todo momento, el almacenamiento de combustible separado de otros objetos almacenados. En cuanto al lugar de almacenamiento o acopio, se recomienda que esté ubicado lo más alejado posible de oficinas.

Las zonas destinadas al almacenamiento de combustible deben contar con una adecuada ventilación para prevenir la acumulación de humos. Idealmente, se recomienda que estén a la sombra para evitar temperaturas extremas. Se debe evitar almacenar combustible en

espacios completamente cerrados, como contenedores de transporte con puertas selladas, ya que la presión, el calor y el aumento de humo pueden desencadenar una combustión.

Además, se insta a evitar almacenar combustible junto a productos químicos que puedan provocar reacciones intensas. En el caso específico de la gasolina, se aconseja almacenarla en cantidades reducidas y en lugares elevados y bien ventilados. Dado que la gasolina es volátil y se descompone rápidamente a temperatura ambiente, se sugiere solicitarla en pequeñas cantidades de manera frecuente.

Cada recipiente de almacenamiento de combustible deberá contar con un dique de contención impermeable que evite el derrame de las sustancias en el suelo.

### 3.2.5.1 Volúmenes estimados de descapote, relleno, excavación y otros

Tabla 3-61 Volúmenes descapote, corte y relleno

Descripción	Tipo	Descapote [m3]	Corte [m3]	Relleno [m3]
<b>PARQUE SOLAR</b>				
Paneles solares - Estructura	Permanente	0	0	0
Inversores	Permanente	0	0	0
Centros de transformación	Permanente	23,68	23,7	0
Drenajes	Permanente	0	4713,15	0
Estación meteorológica	Permanente	0	0,15	0
Centros de acopio	Temporal	0	0	0
Campamento de obra	Temporal	0	0	0
Subestación	Permanente	844,42	506,7	776,87
Vías de acceso	Permanente	0	84,00	70,00
Vías internas	Permanente	0	1873,12	1560,93
Cerramiento	Permanente	0		
Zanjas	Permanente	0	0	0
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>				
Sitios de Torre	Permanente		368,57	351,87
Plaza de halado - tendido	Temporal			
Campamento	Temporal			
Centros de acopio	Temporal			

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.5.2 Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos

Tabla 3-62 Equipos requeridos durante la construcción del parque fotovoltaico.

ACTIVIDAD	TIPO VEHÍCULO	TIPO DE CARGA	N° DE VIAJES IDA Y VUELTA	DISTANCIA DE CADA VIAJE	ORIGEN- DESTINO
-----------	---------------	---------------	------------------------------	----------------------------	--------------------



			TOTAL, ETAPA CONSTRUCCIÓN (12 meses)	(km)	
Insumos para montaje y armado del parque solar	Camión para container 40 pies	Módulos fotovoltaicos	239	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Centros de transformación e inversores	10	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Estructura de fijación	70	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Infraestructura y equipos de la subestación	20	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión para container 40 pies	Conductores	19	430	Buenaventura - Parque Solar
	Camión grúa de 16 ton	Traslado de Maquinaria y herramientas	53	180	Bogotá Parque Solar
	Camión mixer de 8 m³	Concreto	(Depende de concretos, S/E Crítica)		Ibagué Parque Solar
Personal de mano de obra	Buses	Personal	(Depende de histograma)	7	Armero - San Felipe Parque Solar
Abastecimiento de agua	Camión Carro tanque de 8000 litros	Agua Industrial	(Depende de concretos, S/E Crítica)	15	Mariquita Parque Solar
Gestión de residuos	Volqueta de 16 ton	Residuos peligrosos		105	Ibagué Parque Solar
	Camión succionador (4000 l)	Limpieza y evacuación de baños portátiles e instalaciones sanitarias	(Depende de histograma)	15	Mariquita Parque Solar

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S., 2024.

**Tabla 3-63 Equipos requeridos Línea de Transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe**

Fase / Etapa	Máquina o equipo	Cantidad
Pre - Operativa	No se requiere maquinaria, equipos o vehículos	
Constructiva	Retroexcavadora	1
	Compactadora manual	1
	Pluma para izaje de las estructuras	2
	Mixer manual / trompo	1
	Camión aljibe	1

Fase / Etapa	Máquina o equipo	Cantidad
	Vehículo Unimog	2
	Freno	1
	Malacate	1
Operativa	No se requerirá maquinaria o equipos, sólo vehículos para traslado de trabajadores desde su lugar de permanencia hasta los sitios donde sea requerido el mantenimiento. En eventuales actividades de mantenimiento se podrán requerir grúas para montaje y/o desmontaje de componentes de las estructuras.	
Desmantelamiento, restauración y abandono.	Demolidora	1
	Camión	2
	Vehículo Unimog	1
	Freno	1
	Malacate	1

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.5.3 Abastecimiento de agua

El consumo de agua por fase y actividades principales del proyecto se presenta en la **Tabla 3-64**.

**Tabla 3-64. Consumo de agua por fase.**

Fases del proyecto	Consumo de agua (M3)		Actividad
	Por Fase	Por Actividad	
Construcción y Montaje	1121	1047,23	Concreto para cimentaciones de equipos principales.
		73,98	Consumo operacional.
Operación y Mantenimiento	108,9	14,55	Consumo operacional (anual)
		94,35	Limpieza de módulos y mantenimientos. (Semestral)
Desmantelamiento y abandono	58	30	Demolición de estructuras.
		28	Consumo operacional.

### 3.2.5.4 Materiales de construcción

En la siguiente **Tabla 3-65** se presenta la cantidad de concreto a utilizar por cada tipo de infraestructura. El concreto a utilizar será de 3000 psi, en el cual cada metro cúbico de concreto está compuesto por 350 kilos de cemento, 826 kilos de arena, 895 kilos de grava y 210 kilos de agua.

**Tabla 3-65. Materiales de construcción por infraestructura**

Infraestructura		Área en planta [m2]	Volumen [m3]	Concreto [m3]
Cimentaciones	Paneles solares - Estructura	314560,17		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Centros de transformación	159,21	23,8	9 losas de cimentación de 15 cm de espesor en un área de 6.1x2.9m
	Subestación	5629,48	2364,38	Losas de cimentación para equipos de patio y transformador
	Estación meteorológica	1,00	0,3	1 dado de concreto de 1*1m*30cm
	Centro de control	28,8	4,32	1 losas de cimentación de 15 cm de espesor en un área de 12x2.4m
	Hidrología	7804,25	3495,3	ODT, Canales escalonados
	Centros de acopio	14980,69		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Campamento de obra	1978,28		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Vías de acceso	1680,00		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Vías internas	37462,40		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Cerramiento	13479,07*	323	Dados para postes metálicos cada 3m.
	Zanjas	5069		No requiere cimentaciones con concreto armado
	Sitios de Torre	1699,42	140,748	Zapatillas para torres

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.5.5 Aprovechamiento forestal

Para el proyecto del Parque Solar Fotovoltaico Heliconia de 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe, se prevé que durante la etapa de construcción se requerirá realizar adecuación de los sitios de intervención, lo que implica el aprovechamiento forestal. Para definir las áreas del proyecto donde se solicitará el permiso de aprovechamiento forestal, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios, los cuales permitirán cuantificar el área total a aprovechar y minimizar los impactos a las coberturas de la tierra con presencia de individuos arbóreos en el área de intervención del proyecto:

El área de intervención del proyecto abarca un área de 117,27 ha en las cuales se realizó censo forestal al 100%, posteriormente se realizaron los cálculos correspondientes para determinar el volumen total, volumen comercial y número de individuos que serán objeto de aprovechamiento forestal para el desarrollo del proyecto en la

**Tabla 3-66** se observa la distribución de cada de individuos en cada uno de los ecosistemas presentes, en total se solicita el aprovechamiento de 886 individuos con un volumen total de 4799,64 m<sup>3</sup> y un volumen comercial de 145,34 m<sup>3</sup>

**Tabla 3-66 Aprovechamiento por cobertura y bioma**

Bioma	Genero	No Individuos	Volumen Total (m <sup>3</sup> )	Volumen Comercial (m <sup>3</sup> )	Biomasa	Carbono
Zonobioma Alternohigrico Tropical Tolima grande	Cereales	28	17,35	4,00	23,14	28,24
	Pastos arbolados	10	1,42	0,39	1,89	7,90
Zonobioma Húmedo Tropical Cordillera oriental Magdalena medio	Bosque de galería y/o ripario	6	7,23	5,64	9,64	8,65
	Zonas industriales	22	6,70	2,85	8,94	18,93
Zonobioma Húmedo Tropical Tolima grande	Bosque de galería y/o ripario	49	46,74	17,35	62,34	60,23
	Cereales	499	285,20	78,58	380,35	497,92
	Pastos enmalezados	29	12,06	4,10	16,09	26,73
	Pastos limpios	151	75,59	24,12	100,81	147,34
	Red vial y territorios asociados	12	5,23	1,76	6,97	10,89
	Vegetación secundaria alta	75	19,74	5,95	26,32	65,57
	Vegetación secundaria baja	5	2,37	0,60	3,16	4,87
Total		886	479,64	145,34	639,66	877,28

Fuente: SGS Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.5.6 Material sobrante

**Tabla 3-67. Material sobrante**

Infraestructura					
Descripción	Tipo	Área [m2]	Descapote [m3]	Corte [m3]	Relleno [m3]
<b>PARQUE SOLAR</b>					
Paneles solares - Estructura	Permanente	314560,17	0	0	0
Inversores	Permanente	N/A	0	0	0
Centros de transformación	Permanente	176,5	23,68	23,7	0
Drenajes	Permanente	7804,25	0	4713,15	0
Estación meteorológica	Permanente	1	0	0,15	0
Centros de acopio	Temporal	17952,89	0	0	0
Campamento de obra	Temporal	1978,28	0	0	0
Subestación	Permanente	5629,48	844,42	506,7	776,87
Vías de acceso	Permanente	1680	0	84,00	70,00
Vías internas	Permanente	37462,4	0	1873,12	1560,93
Cerramiento	Permanente	13479,07*	0		
Zanjas	Permanente	5069	0	0	0



Infraestructura					
Descripción	Tipo	Área [m2]	Descapote [m3]	Corte [m3]	Relleno [m3]
* Longitud.					
<b>LÍNEA DE TRANSMISIÓN</b>					
Sitios de Torre	Permanente	1699,42		368,57	351,87
Drenajes	Permanente				
Plaza de halado - tendido	Temporal				
Campamento	Temporal				
	Temporal				

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.6 Manejo y Disposición de Materiales Sobrantes de Excavación y de Construcción y Demolición

En la construcción y adecuación de las vías de acceso y de las diferentes obras civiles asociadas a la infraestructura del parque solar fotovoltaico Heliconia y la línea de transmisión eléctrica a 115 kV y debido a las características topográficas del terreno del proyecto, se generarán aproximadamente 4809,67 m<sup>3</sup> de material sobrante de excavación. Estos serán dispuestos con un tercero autorizado, por lo cual, el proyecto no establece zonas para disposición de material sobrante de excavación.

#### 3.2.6.1 Descripción de manejo de materiales sobrantes

Los materiales sobrantes de la excavación pueden clasificarse en dos (2) grupos: los materiales inertes y los reutilizables. Estos últimos poseen ciertas propiedades mecánicas que permiten su reutilización en actividades menores; sin embargo, los inertes deberán ser dispuestos y no podrán utilizarse para el desarrollo del proyecto. En general se deben seguir los siguientes lineamientos en materia de manejo para estos materiales:

- En cualquier caso, se debe buscar la compensación en la ejecución de cortes y rellenos, empleando los materiales sobrantes de las excavaciones que cuenten con buena aptitud mecánica para ser reutilizados en otras actividades civiles.
- Los materiales excavados que presenten propiedades agrológicas deberán separarse de los materiales inertes en el sitio, con la finalidad de ser reutilizados en otras actividades del proyecto, tales como tareas de revegetalización. Los materiales con aptitud mecánica para ser reutilizados podrán acopiarse temporalmente en un área que se destine para ello junto al sitio de construcción, hasta terminadas las obras de relleno compensado luego de lo cual, se procederá al traslado de dichos materiales por terceros autorizados para su disposición final.
- El material excavado en la construcción de vías, instalaciones de apoyo y/o áreas de paneles, se podrá acopiar temporalmente en los frentes de obra. De acuerdo con sus características geomecánicas, estos materiales, podrán ser usados en rellenos viales, terraplenes u otras obras.
- El material orgánico producto de las actividades de descapote y desmonte se acopiará temporalmente al interior del área a intervenir para la instalación de los

paneles solares, donde se protegerá por el tiempo que dure el movimiento de tierras para ser reutilizado en las áreas que requieran la recuperación.

### 3.2.7 Residuos Peligrosos y No Peligrosos

Los residuos sólidos y peligrosos para el desarrollo del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe serán los residuos sólidos provenientes de las etapas constructiva, operativa y desmantelamiento.

#### 3.2.7.1 Manejo y disposición de residuos líquidos

Durante la construcción del parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe se generarán aguas residuales domésticas, principalmente por el uso de unidades sanitarias portátiles, las cuales serán entregadas a empresas licenciadas y debidamente autorizadas para el manejo y disposición de estos residuos.

Durante la etapa operativa se generarán aguas residuales domésticas, principalmente por el uso de las instalaciones sanitarias por parte del personal de vigilancia, seguimiento y mantenimiento de la Planta Solar, las aguas residuales domésticas serán llevadas a un sistema séptico convencional donde se hará un pretratamiento para su posterior transporte y disposición con terceros autorizados. Los lodos provenientes de la limpieza y mantenimiento del tanque de pretratamiento serán entregados a un tercero autorizado para su manejo y disposición final.

Los residuos líquidos domésticos generados durante la etapa de desmantelamiento, recuperación y cierre estarán representados principalmente por los residuos sanitarios provenientes de los frentes de obra, los cuales serán manejados mediante unidades sanitarias portátiles que serán entregadas a empresas licenciadas y debidamente autorizadas para el manejo y disposición de estos residuos.

#### 3.2.7.2 Manejo y disposición de residuos sólidos

A continuación, se presenta la clasificación y el código de colores establecido para el manejo de los residuos sólidos que se podrían generar durante el desarrollo del proyecto, los cuales se clasifican acorde a la normatividad vigente.

Los residuos domésticos generados durante las diferentes etapas del proyecto Planta Solar Venados (constructiva, operación y desmantelamiento) se gestionarán de acuerdo con lo establecido por la Resolución 2184 de 2019, cuya clasificación y manejo se presentan en la **Tabla 3-68**.

**Tabla 3-68 Clasificación de residuos sólidos domésticos**

Residuos Orgánicos Aprovechables Recipiente <b>VERDE</b>
Residuos Aprovechables: plástico, vidrio, metales, multicapa, papel y cartón.

Recipiente <b>BLANCO</b>
Residuos No aprovechables Recipiente <b>NEGRO</b>

Fuente: Resolución 2184 de 2019 Ministerio del Medioambiente.

Con respecto a los residuos sólidos industriales, a continuación, en la **Tabla 3-69** se presenta la clasificación definida para el manejo de este tipo de residuos, que se espera se generen principalmente durante la etapa de obras civiles.

**Tabla 3-69 Clasificación de residuos sólidos industriales**

Recipiente para excedentes industriales Aprovechables
Recipiente para residuos sólidos y líquidos Peligrosos
Recipiente(s) para residuos sólidos Especiales

Fuente: Resolución 2184 de 2019 Ministerio del Medioambiente.

### 3.2.7.2.1 Estimación de los volúmenes de residuos sólidos y peligrosos a generarse en el proyecto

Para calcular el promedio de kg al día de residuos sólidos domésticos a generarse durante el desarrollo del proyecto, se toma un peso promedio estándar por persona entre 0,4 y 0,6 kg; este valor se multiplica por el número de personas que laboran en el proyecto dentro del área y de esta manera se tiene como resultado el promedio diario de residuos sólidos domésticos a generar.

La cantidad de residuos sólidos a generarse por día en el escenario más crítico en términos de cantidad de personal adscrito al proyecto en diferentes etapas, haciendo énfasis en que las cantidades de personal que se presentan corresponden a mano de obra calificada y no calificada máximos a requerir en cada etapa, y que no todo el personal que se presenta se encontrará en el área de manera permanente (**Tabla 3-70**).

**Tabla 3-70 Cantidad de residuos sólidos domésticos a generar por etapas**

ETAPA	CANTIDAD DE PERSONAS PICO	KG RSD/DÍA (0,6KG/PERSONA)
Obras civiles	176	195,6
Operación	13	13,2

Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.8 Costos del Proyecto

Los costos de inversión que ENEL Colombia S.A. ESP tiene proyectados para la ejecución del proyecto "Parque Solar Fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la Subestación San Felipe", se presentan en la Tabla 3-71.

**Tabla 3-71 Costos Asociados al Proyecto**

<b>COSTOS DE INVERSIÓN</b>	<b>Costo (\$)</b>
1. Estudio de prefactibilidad	\$ 185.989.795,00
2. Estudio de factibilidad y diseño	\$ 956.808.184,00
3. Valor de adquisición de los predios, terrenos y/o servidumbre según avalúo catastral	\$ 887.487.997,00
4. Los costos de reasentar o reubicar los habitantes de la zona, si aplica	-
5. Valor de las obras civiles, principales y accesorias asociadas al proyecto	\$ 10.682.223.793,00
6. Adquisición de equipos principales y auxiliares y su montaje	\$ 66.761.854.416,00
7. Valor de la interventoría de la construcción de las obras civiles y el montaje de los equipos	\$ 1.190.263.915,00
8. Elaboración de estudios ambientales	\$ 1.195.321.672,00
9. Elaboración del plan de manejo ambiental (PMA)	-
10. Valor de análisis y/o estudios de laboratorio de calidad ambiental	-
11. Todos los demás costos de inversión que hagan posible el desarrollo del proyecto, obra o actividad.	\$ 93.249.634,00
<b>SUBTOTAL COSTOS DE INVERSIÓN</b>	<b>\$ 81.953.199.404,00</b>
<b>COSTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>Costo (\$)</b>
1. Valor de materias primas para la producción del proyecto	\$ 49.182.635,00
2. Valor de la mano de obra calificada y no calificada utilizada para la administración, operación y mantenimiento del proyecto, obra o actividad	\$ 816.000.000,00
3. Valor del pago de arrendamientos, servicios públicos, seguros y otros servicios requeridos	\$ 750.750.000,00
4. Alquiler de equipos principales y auxiliares y su montaje	\$ 292.633.422,00
5. Costo estimado de la ejecución del plan de manejo ambiental (PMA)	\$ 1.591.663.830,00
6. Costos requeridos para el mantenimiento durante la vida útil hasta el desmantelamiento del proyecto, obra o actividad.	\$ 90.559.184,00
7. Los costos en que incurre la empresa, para la recolección, almacenamiento, acopio, transporte, manejo y disposición final de residuos.	\$ 272.800.000,00
8. Todos los demás costos de operación que hagan posible el desarrollo del proyecto, obra o actividad.	-
<b>SUBTOTAL COSTOS DE OPERACIÓN</b>	<b>\$ 3.863.589.071,00</b>
<b>TOTAL COSTOS DE INVERSIÓN Y OPERACIÓN</b>	<b>\$ 85.816.788.475,00</b>

Fuente: Voltaia Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.9 Cronograma del Proyecto

El proyecto tiene una duración de 10 meses en su etapa constructiva, 30 años en su etapa operativa generando energía y once (11) meses en su etapa de desmantelamiento y abandono. En la Tabla 3-72 Cronograma de actividades del proyecto se presenta el cronograma del proyecto considerando las actividades más significativas en las etapas preoperativa, construcción, operación y desmantelamiento y abandono.



Tabla 3-72 Cronograma de actividades del proyecto

Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe																													
Tiempo estimado	Años		Meses												Años						Meses								
Etapa preoperativa	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5	10	15	20	25	30	1	2	3	4	5	6			
Diseño, ingeniería del proyecto y estudios preliminares																													
Negociación de predios																													
Etapa constructiva																													
Adecuación de accesos existentes y construcción de accesos nuevos																													
Replanteo topográfico y demarcación																													
Remoción de la cobertura vegetal y descapote																													
Movimientos de tierras (excavación, cortes y rellenos)																													
Adecuación de obras de drenaje																													
Conformación de la superficie de rodadura de caminos de acceso e internos																													
Actividades de construcción e instalación de la línea de transmisión eléctrica de 115 kW																													
Adecuación de sitios de estructuras (remoción, descapote, explanación y excavación)																													
Cimentación, relleno y compactación en sitios de estructuras																													
Construcción de fundaciones, edificaciones, obras de infraestructura																													
Montajes de torres																													
Despeje de servidumbre, patios o plazas de tendido																													
Tendido e izado de los conductores (obras eléctricas)																													
Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal																													
Construcción de obras de protección y estabilización																													
Actividades de construcción e instalación de la infraestructura temporal y permanente del Parque Solar																													
Replanteo topográfico y demarcación																													

Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe																								
Tiempo estimado	Años			Meses										Años				Meses						
Remoción de la cobertura vegetal y descapote																								
Movimientos de tierras (excavación, cortes y rellenos)																								
Adecuación de obras de drenaje																								
Excavación, cimentación, relleno y compactación de materiales																								
Montaje de estructura de soporte de módulos fotovoltaicos																								
Montaje de paneles e instalación de inversores y centros de transformación																								
Instalación conexión eléctrica (cableado, puesta a tierra, protecciones)																								
Etapa operativa																								
Operación de la línea de transmisión eléctrica y parque solar fotovoltaico																								
Mantenimiento electromecánico de la línea de transmisión eléctrica y el parque solar fotovoltaico																								
Control de estabilidad en sitios de torre y obras civiles																								
Limpieza de los paneles																								
Mantenimiento de zonas verdes - zona de servidumbre																								
Etapa de desmantelamiento y abandono																								
Desmantelamiento y retiro de equipos																								
Desmante de conductores, cables de guarda y de las torres																								
Desmante de obras civiles excavaciones, demolición de fundaciones																								
Limpieza final del área																								
Reconformación del terreno y revegetalización																								
Cierre ambiental y social																								

Parque solar fotovoltaico Heliconia 60 MW y su línea de transmisión eléctrica a 115 kV hacia la subestación San Felipe																							
Tiempo estimado	Años		Meses										Años				Meses						
Etapas transversales																							
Movilización de personal, equipo y maquinaria																							
Contratación de personal																							
Información del proyecto a comunidades y autoridades																							
Adquisición de bienes y servicios																							
Generación y manejo de residuos																							

Fuente: Voltage Colombia S.A.S., 2024.

### 3.2.10 Organización del Proyecto

La empresa promotora del proyecto, VOLTALIA COLOMBIA S.A.S., es una compañía colombiana con NIT 901.230.372-1, que hace parte del Grupo Global Voltalia, empresa francesa fundada en 2005. En el marco del desarrollo del proyecto Planta Solar Heliconia 60 MW, lleva a cabo los estudios y diseños de la planta, con el objetivo de formalizar la construcción y operación del proyecto.

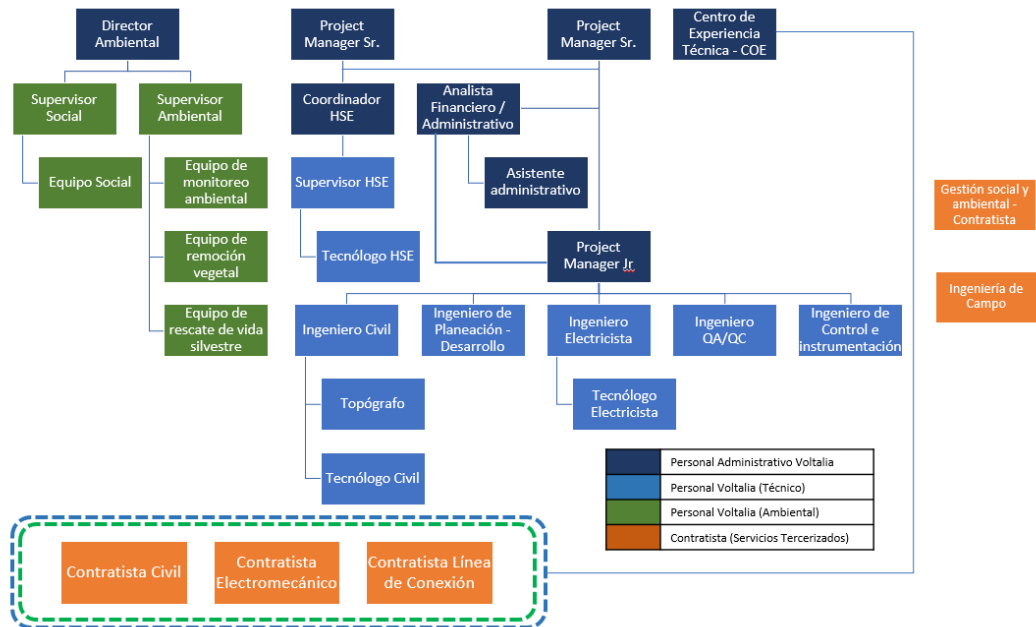
Los avances tecnológicos y la propuesta técnica de generación se basan en la experiencia de Voltalia en proyectos similares o de mayor envergadura realizados en otros países de Europa, África y América. Por ello, los diseños y equipos propuestos se originan en su casa matriz. Estudios complementarios, como los geotécnicos, civiles, hidráulicos, urbanísticos y ambientales son subcontratados a empresas colombianas, que, debido a su extenso conocimiento de las condiciones del área y los sistemas normativos del país, respaldan y acompañan de manera objetiva y sostenible la propuesta técnica a desarrollar.

Asimismo, en las fases de construcción y operación, la propuesta se enfoca en la contratación de mano de obra local no capacitada, así como de personal capacitado en función de su línea de conocimiento y experiencia, ya sea proveniente de la región o del país de origen. La supervisión y control del proyecto son llevados a cabo por VOLTALIA, a través de su personal especializado en el territorio, incluyendo áreas de control en HSQE (Health, Safety, Quality and Environment) y responsabilidad social para cumplir con las normas y compromisos derivados de las actividades y obras a desarrollar en la planta solar Heliconia.

En resumen, las contrataciones en cada una de las fases se realizan desde Voltalia Colombia S.A.S., con el propósito de garantizar la calidad del proyecto y la oportunidad de mejora para aquellos que conocen cada una de las áreas de implementación. (**Ver Figura 3-40; Figura 3-41**).

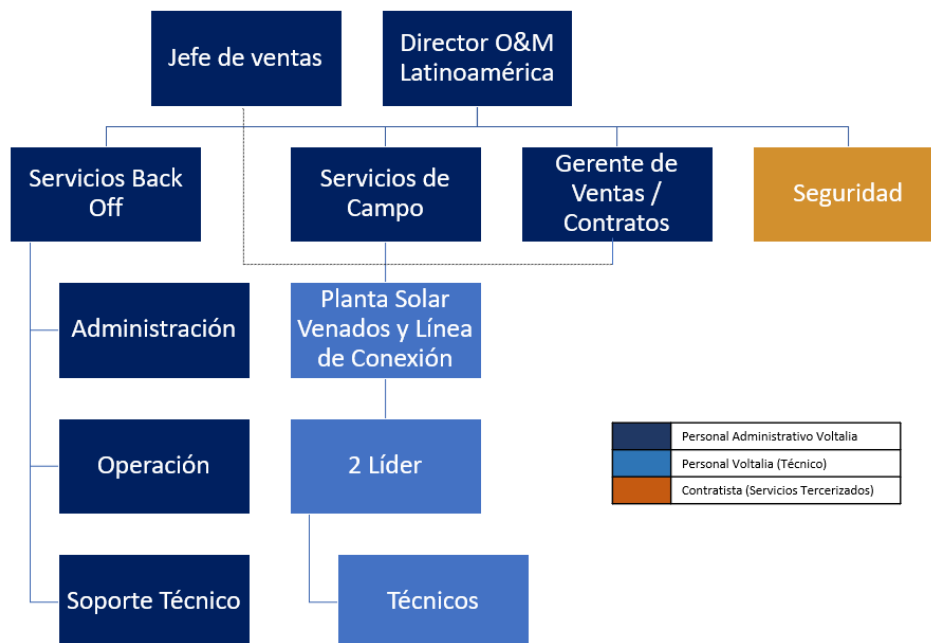


Figura 3-40 Organigrama fase constructiva



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.

Figura 3-41 Organigrama fase de operación y mantenimiento



Fuente: Voltalia Colombia S.A.S., 2024.