

## CONTENIDO

<b>1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO CASTILLA SOLAR .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.3 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 Estructura organizacional .....	11
1.3.2 Sistema gerencial de gestión ambiental.....	14
1.3.3 Flujograma y cronograma de actividades .....	15
1.3.4 Personal requerido incluida la mano de obra a contratar .....	18
1.3.5 Medios de transporte y rutas de movilización .....	19
<b>1.4 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....</b>	<b>53</b>
<b>1.5 CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES.....</b>	<b>54</b>
1.5.1 Vías de acceso .....	54
<b>1.6 INFRAESTRUCTURA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA.....</b>	<b>63</b>
1.6.1 Características y especificaciones técnicas .....	66
1.6.2 Diagrama de Flujo para la generación de la energía Solar.....	68
1.6.3 Equipos, maquinaria e infraestructura requerida .....	69
1.6.4 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros) .....	69
1.6.5 Requerimientos de mano de obra .....	79
1.6.6 Plan de obras y cronogramas de ejecución .....	79
<b>1.7 INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....</b>	<b>80</b>
1.7.1 Características técnicas .....	81
1.7.2 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros) .....	82
<b>1.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....</b>	<b>84</b>
1.8.1 Potencia a instalar y energía firme esperada.....	86
1.8.2 Actividades y procesos a ejecutar durante la etapa de operación del proyecto .....	86
1.8.3 Características aproximadas de la infraestructura, equipos, maquinaria e insumos a utilizar. 86	
1.8.4 Identificar las rutas de movilización de los equipos y operación del proyecto .....	86
1.8.5 Mantenimientos de equipos (esquema de mantenimiento rutinario) e instalaciones del proyecto solar. ....	86
1.8.6 Mantenimiento de vías .....	88
<b>1.9 INFRAESTRUCTURA ASOCIADA AL PROYECTO .....</b>	<b>88</b>
<b>1.10 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS INTERCEPTADOS POR EL PROYECTO.....</b>	<b>89</b>
<b>1.11 INSUMOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>89</b>
<b>1.12 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS .....</b>	<b>89</b>
<b>1.13 DESMANTELAMIENTO Y RECUPERACIÓN.....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Homologación TdR-015, TdR17 vs HTER310 .....	2
--	---

Tabla 1-2	Coordenadas Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene.....	5
Tabla 1-3	Coordenadas Vértice del polígono del proyecto fotovoltaico .....	6
Tabla 1-4	Coordenadas de Inicio y fin de la Canalización Eléctrica.....	7
Tabla 1-5	Coordenadas de Inicio y fin de la vía de acceso proyectada.....	7
Tabla 1-6	Descripción de las actividades del proyecto Castilla Solar .....	7
Tabla 1-7	Cronograma de actividades del Proyecto Castilla Solar Del Campo Castilla y Su Infraestructura Conexa .....	16
Tabla 1-8	Mano de obra para el desmantelamiento y restauración .....	19
Tabla 1-9	Maquinaria y equipo estimado proyecto Castilla solar del Campo Castilla para la etapa de construcción y operación.....	19
Tabla 1-10	Orden general de las vías acorde al INVIAS.....	22
Tabla 1-11	Tipología establecida por el IGAC para cartografía de vías .....	22
Tabla 1-12	Vías existentes susceptibles a usar como rutas de movilización para el Proyecto Castilla Solar .....	23
Tabla 1-13	Detalles de vía de acceso nacional Acacías – Guamal (V1) .....	31
Tabla 1-14	Infraestructura presente en la vía V1 .....	32
Tabla 1-15	Detalles de la vía Acacías – San Isidro de Chichimene – Castilla La Nueva (V3) .....	35
Tabla 1-16	Infraestructura presente en la vía V3 .....	36
Tabla 1-17	Detalles de la vía cruce de Vaqueros - vereda San Isidro de Chichimene - San Lorenzo (V4) .....	39
Tabla 1-18	Infraestructura presente en la vía V4 .....	40
Tabla 1-19	Detalles de la vía cruce Las Mulas – vereda Cacayal (V7).....	42
Tabla 1-20	Infraestructura presente en la vía V7 .....	43
Tabla 1-21	Detalles de la Intersección con V7.4 – vereda El Encanto (V7.4.2).....	45
Tabla 1-22	Infraestructura presente en la vía V7.4.2 .....	46
Tabla 1-23	Detalles de la vía a vereda El Encanto (V7.5).....	47
Tabla 1-24	Infraestructura presente en la vía V7.5 .....	48
Tabla 1-25	Detalles de la vía Guamal – Castilla La Nueva (V8) .....	49
Tabla 1-26	Infraestructura presente en la vía V8 .....	50
Tabla 1-27	Detalles Acceso a la Sub Estación San Fernando (A-SESF) .....	51
Tabla 1-28	Detalles del Camino C-91.....	52
Tabla 1-29	Coordenadas de inicio y fin de la vía de acceso a construir .....	57
Tabla 1-30	Especificaciones técnicas de vía a construir y adecuación Resolución 728 de 2012 .....	58
Tabla 1-31	Especificaciones técnicas de vías de acceso proyectadas para adecuación y construcción del diseño del proyecto Castilla Solar.....	59
Tabla 1-32	Relación de recursos naturales para el proyecto Castilla Solar.....	60
Tabla 1-33	Coordenadas de los vértices de cerramiento del polígono proyecto Castilla Solar....	66
Tabla 1-34	Coordenadas de los vértices de la instalación de apoyo .....	66
Tabla 1-35	Longitudes aproximadas de Zanjass.....	76
Tabla 1-36	Coordenadas de Inicio y fin de la Canalización Eléctrica.....	80

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Localización general del Plan de Manejo Ambiental Castilla Solar .....	4
Figura 1-2	Localización del predio Ecopetrol donde se realizará las áreas de intervención del PMAE Castilla Solar .....	6
Figura 1-3	Estructura organizacional de Ecopetrol S.A. ....	12
Figura 1-4	Estructura organizacional vicepresidencia ejecutiva de exploración y producción de Ecopetrol S.A.....	13
Figura 1-5	Organigrama de la vicepresidencia de producción de Ecopetrol S.A. ....	13
Figura 1-6	Estructura gerencial regional central. Ecopetrol S.A. ....	14
Figura 1-7	Actividades a desarrollar en el Proyecto Castilla Solar Del Campo Castilla y Su Infraestructura Conexa.....	16

Figura 1-8	Vía aérea Ruta Bogotá-Villavicencio .....	20
Figura 1-9	Vía terrestre Bogotá- Acacias.....	21
Figura 1-10	Vías existentes susceptibles a usar como rutas de movilización para el Proyecto Castilla Solar del Campo Castilla. ....	24
Figura 1-11	Ruta 1: Vía 1 – Vía 4 – Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91) .....	25
Figura 1-12	Ruta 2: Vía 1- Vía 4- Vía V7.4.2- V7.5-V7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91).....	27
Figura 1-13	Ruta 3: Vía 1-Vía 7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91) .....	28
Figura 1-14	Ruta 4: Vía 1-Vía 8- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)-C-91 (Camino C-91).....	30
Figura 1-15	Adecuación De acceso existente K0+000 hasta el K0+300 .....	55
Figura 1-16	Sección tipo de la vía a adecuar.....	56
Figura 1-17	Tramo de vía a construir .....	57
Figura 1-18	Perfil de corredor vial interno .....	58
Figura 1-19	Representación perfil Baden tipo para cruces de colectores de agua .....	62
Figura 1-20	Área de la localización del proyecto fotovoltaico Castilla Solar.....	65
Figura 1-21	Dimensiones de paneles.....	67
Figura 1-22	Especificaciones de la Mesa donde se instalan los paneles.....	67
Figura 1-23	Disposición de las Mesas en el área de intervención del proyecto Castilla Solar... ..	68
Figura 1-24	Distribución de las Mesas en el área de intervención del proyecto Castilla Solar ..	68
Figura 1-25	Diagrama unifilar del proyecto fotovoltaico Castilla Solar.....	69
Figura 1-26	Representación de los inversores.....	72
Figura 1-27	Representación 3D de la estructura metálica de soporte .....	73
Figura 1-28	Representación de los paneles solares .....	74
Figura 1-29	Zanjas Tipo .....	75
Figura 1-30	Representación del sistema y vigilancia.....	77
Figura 1-31	Cerramiento Propuesto proyecto Castilla Solar.....	78
Figura 1-32	Canales existentes dentro del polígono de proyecto Castilla Solar .....	79
Figura 1-33	Conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando. ....	80
Figura 1-34	Diseño del banco de ductos.....	82
Figura 1-35	Esquema de operación del proyecto .....	85
Figura 1-36	Limpieza de Paneles.....	88

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1	Panorama de la vía V1, casco urbano del municipio de Acacias, Ruta 65, .....	25
Fotografía 1-2	Cruce Vaqueros, inicio del acceso V4, .....	25
Fotografía 1-3	Intersección Vial, vía 3 y vía 4, Centro poblado de San Isidro de Chichimene ...	26
Fotografía 1-4	Vía V3,.....	26
Fotografía 1-5	Intersección Vial, vía 4 con el acceso V7.4.2.....	27
Fotografía 1-6	Panorama de Vía V7.5 .....	27
Fotografía 1-7	Panorama de la vía V7. ....	29
Fotografía 1-8	Panorama de la vía V7. ....	29
Fotografía 1-9	Panorama de la vía de acceso a la Sub Estación San Fernando.....	30
Fotografía 1-10	Panorama Carreteable existente identificado como C-91. ....	30
Fotografía 1-11	Localización de la Sub Estación San Fernando.....	54
Fotografía 1-12	Localización de la instalación de las torres eléctricas existentes, paralelas al camino identificado como C-91 .....	54
Fotografía 1-13	Panorama del camino identificado como C-91 objeto de adecuación.....	55
Fotografía 1-14	Panorama del camino identificado como C-91 objeto de adecuación.....	55

---

Fotografía 1-15	Panorama del estado de la vía de acceso proyectado. ....	58
Fotografía 1-16	Panorama del estado de la vía de acceso proyectada. ....	58
Fotografía 1-17	Panorama de área de intervención .....	64
Fotografía 1-18	Localización del área de instalación de apoyo.....	70
Fotografía 1-19	Representación de hincamiento de estructuras metálicas .....	73
Fotografía 1-20	Panorama de sitio de conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando .....	81



## 1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO CASTILLA SOLAR

El presente documento tiene como objetivo elaborar “El Plan de Manejo Ambiental Especifico (PMAE) para la construcción y operación del proyecto Castilla Solar. Este proyecto fotovoltaico Castilla Solar es una apuesta a la generación de energía limpia con la que se busca la generación de 21 MWp de energía eléctrica fotovoltaica, equivalente a 19 MW de corriente alterna, que generará una energía al año de 27.000 MW/Hh, equivalente al consumo de 8.500 hogares colombianos. Toda la energía será consumida por Ecopetrol en el proceso productivo del campo Castilla disminuyendo el consumo de combustibles fósiles.

Lo anterior se realizará haciendo una adaptación a los términos de referencia H-TER-310, TDR 015 y TDR17 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) así como lo establecido en las Resoluciones 728 de 2012, 1137 de 2012, 293 de 2016 y la 916 del 2016 expedidas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), aplicables al Bloque Cubarral, Campos Castilla y Chichimene.

De igual forma, se tendrá en cuenta para el desarrollo del PMAE, la respuesta mediante Radicado 2018099092-2-000 del 26 de julio de 2018, por parte de la ANLA en relación a la solicitud de cambio menor y /o ajuste normal dentro del giro ordinario en el sentido de desarrollar el proyecto fotovoltaico en el Campo de Producción Castilla del Bloque Cubarral.

Con el fin de realizar la descripción del proyecto, la presentación de la información para el presente capítulo se desarrolla a través de la combinación de tres (3) términos de referencia:

Términos de referencia H-TER-310 “Plan de manejo ambiental para la perforación de pozos de desarrollo o producción y sus líneas asociadas”. Siguiendo la estructura documental, se desarrolla el presente capítulo contemplando la organización establecida en el Capítulo 1 de los términos de referencia en mención.

Términos de referencia TdR-015 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la Elaboración Del Estudio De Impacto Ambiental – EIA En Proyectos De Uso De Energía Solar Fotovoltaica.

Términos de referencia TdR-17 de 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para la elaboración del estudio de impacto ambiental (EIA) para proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica. Con base en los ítems requeridos para el desarrollo del capítulo uno (1) que hace referencia a la descripción del proyecto, específicamente en el ítem 1.6 INFRAESTRUCTURA DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

A continuación, en la **Tabla 1-1** se muestra la homologación de los títulos entre los tres términos de referencia mencionados, así como la estructura del Capítulo 1 del presente PMAE.

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROYECTO  
CASTILLA SOLAR**



**Tabla 1-1 Homologación TdR-015, TdR17 vs HTER310**

TÉRMINOS HTER 310 (CAPITULO 1)		TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA EN PROYECTOS DE USO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA TdR-015 (CAPITULO 3)		TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA TdR-17 (CAPITULO 3)		HOMOLOGACIÓN CAPITULO 1 PMAE CASTILLA SOLAR	
ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
1	DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE PERFORACION DE POZOS Y DE LAS LINEAS DE FLUJO.	3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	1	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS ACTIVIDADES DE PROYECTO CASTILLA SOLAR
1.1.	ORGANIZACION DEL PROYECTO.	3.1	LOCALIZACIÓN	3.2.3.1	Adecuación y Construcción	1.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO
1.2.	CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES	3.2	CARACTERISTICAS DEL PROYECTO	b.	Infraestructura de transmisión de energía eléctrica	1.2	ACTIVIDADES DEL PROYECTO
1.3.	PERFORACION	3.2.1	Infraestructura existente			1.3	ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO
1.4	LINEAS DE FLUJO	3.2.2	Fases y actividades del proyecto			1.4	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE
1.5.	DESMANTELAMIENTO Y RECUPERACION	3.2.3	Diseño del proyecto			1.5	CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES
		3.2.4	Características técnicas			1.6	INFRAESTRUCTURA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA
		3.2.4.1	Adecuación y construcción			1.7	INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA
		b.	Infraestructura de generación de energía			1.8	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
		3.2.4.2	Operación			1.9	INFRAESTRUCTURA ASOCIADA AL PROYECTO
		3.2.4.3	Infraestructura asociada al proyecto			1.10	INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS INTERCEPTADOS POR EL PROYECTO
		3.2.4.4	Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto			1.11	INSUMOS DEL PROYECTO

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROYECTO  
CASTILLA SOLAR**



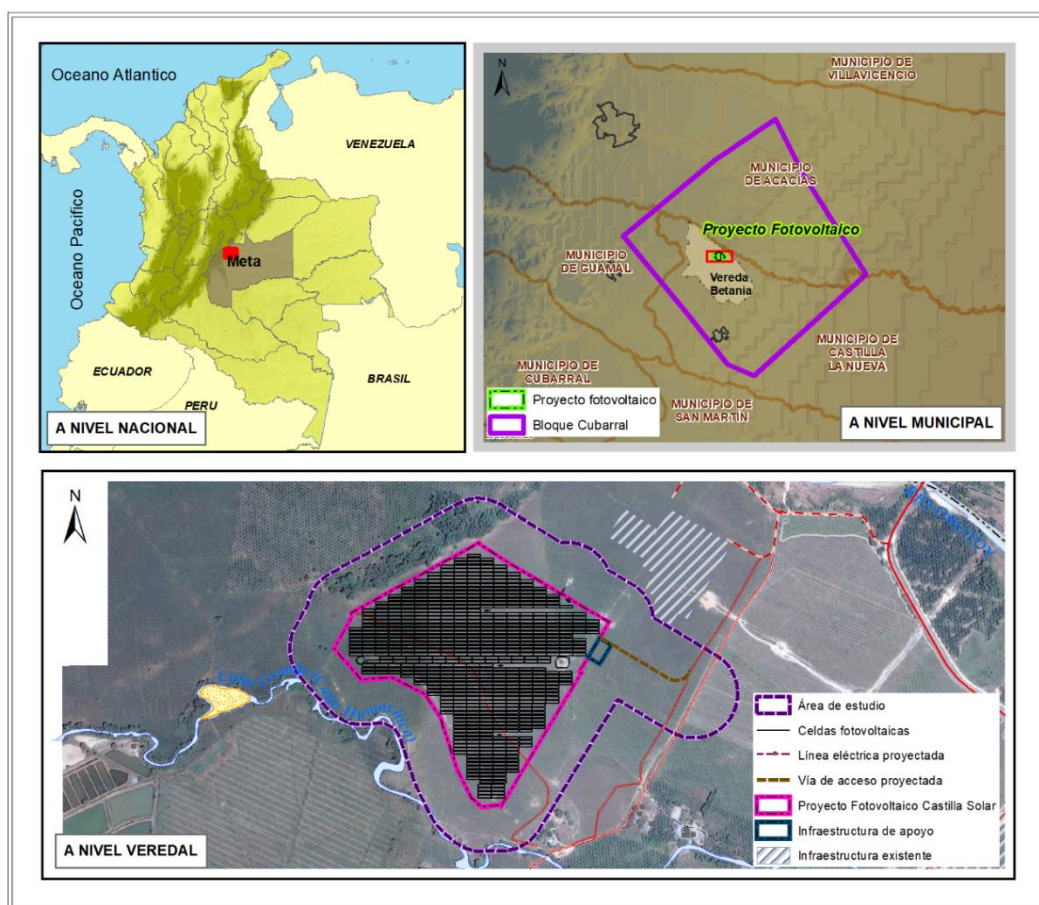
TÉRMINOS HTER 310 (CAPITULO 1)		TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA EN PROYECTOS DE USO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA TdR-015 (CAPITULO 3)		TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA PROYECTOS DE SISTEMAS DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA TdR-17 (CAPITULO 3)		HOMOLOGACIÓN CAPITULO 1 PMAE CASTILLA SOLAR	
ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN	ITEM	DESCRIPCIÓN
		3.2.5	Insumos del proyecto			1.12	RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS
		3.2.7	Residuos peligrosos y no peligrosos			1.13	DESMANTELAMIENT O Y RECUPERACIÓN

*Fuente: Anteaigroup, 2019.*

Igualmente, se tendrá como referencia la metodología general para la presentación de estudios ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) establecida mediante resolución 1503 de 2010, la normatividad ambiental colombiana, el Modelo de Almacenamiento Geográfico (Geodatabase) establecido mediante Resolución 2182 del 23 de diciembre de 2016.

## 1.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Castilla Solar, se encuentra localizado dentro del Bloque Cubarral - Campos Castilla y Chichimene, bajo autoridad política administrativa del departamento del Meta, en el municipio de Castilla La Nueva, específicamente en la vereda Betania entre el Río Orotoy y el Caño Grande (Ver **Figura 1-1**); la jurisdicción ambiental a la que pertenece el proyecto corresponde a la Corporación para el desarrollo del área de manejo especial La Macarena CORMACARENA.



**Figura 1-1 Localización general del Plan de Manejo Ambiental Castilla Solar**  
Fuente: AnteaGroup, 2019 con información de Ecopetrol S.A.

Las coordenadas de los vértices cuya unión a través de segmentos rectos delimitan el polígono del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene se relacionan en la

**Tabla 1-2**, el cual tienen una extensión de 23.423,46 hectáreas.

**Tabla 1-2**      **Coordenadas Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene**

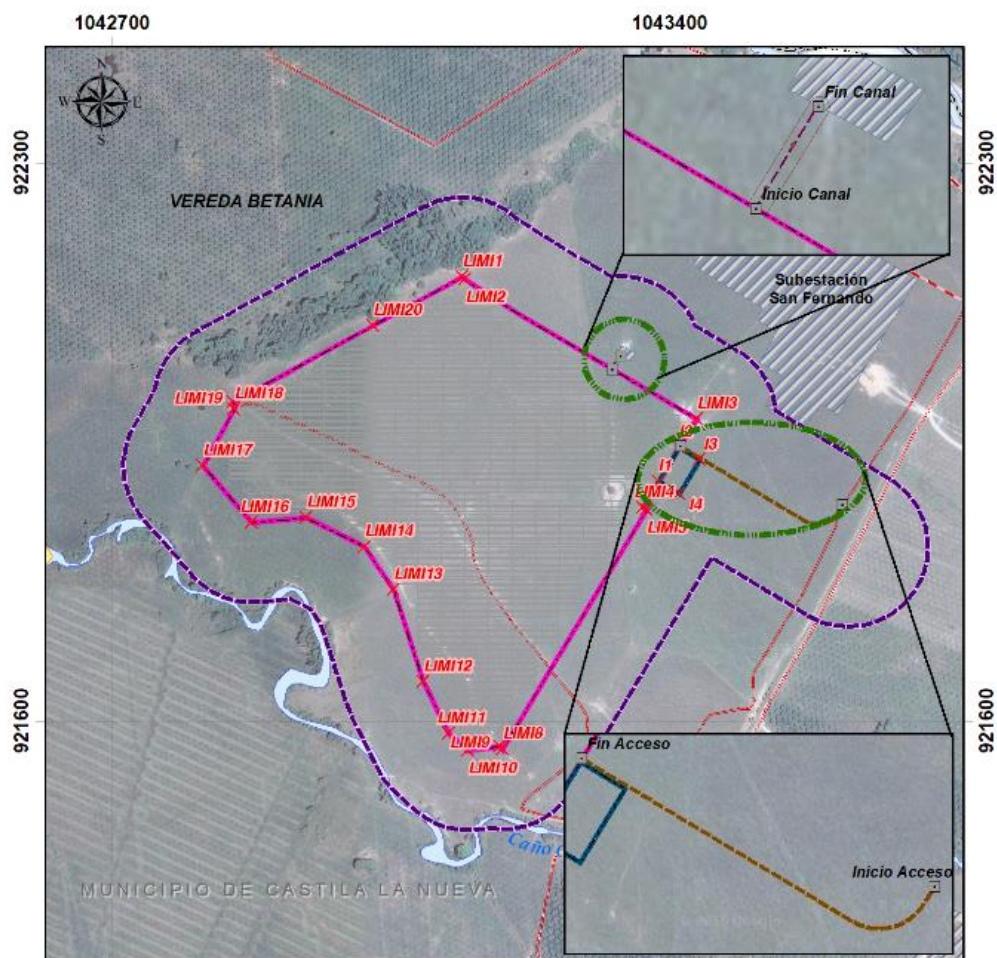
VERTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
1	1,047,958.00	933,500.00
2	1,050,230.00	929,016.00
3	1,055,635.00	920,371.00
4	1,046,131.00	911,782.00
5	1,043,893.00	912,753.00
6	1,040,323.00	917,261.00
7	1,035,074.00	923,588.00
8	1,042,800.00	930,000.00
<b>Área: 23.423,46 ha</b>		
<b>Perímetro: 60,71 Km</b>		

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2019.*

Para el desarrollo del Plan de Manejo Ambiental Proyecto Castilla Solar para el Campo Castilla, Ecopetrol S.A., tiene como objetivo el siguiente alcance:

Realizar la intervención de un área de 18,5645 ha, donde se instalará y construirá la infraestructura del proyecto fotovoltaico, cuyos vértices se encuentra delimitados e identificados por el símbolo LIMI asociado a una numeración del 1 al 20 como se relacionan en la **Tabla 1-3** y se observa en la **Figura 1-2** . Dicha infraestructura tendrá una operación aproximada de 15 años correspondiente al tiempo estimado para el funcionamiento del Campo Castilla.





**CONVENCIONES TEMÁTICAS**

- |                           |                            |          |
|---------------------------|----------------------------|----------|
| Área de estudio           | Línea eléctrica proyectada | Vértices |
| Proyecto fotovoltaico     | Vía de acceso proyectada   | Abscisa  |
| Celdas fotovoltaicas      | DDV Línea Eléctrica        |          |
| Instalaciones de apoyo    | DDV Acceso                 |          |
| Infraestructura existente |                            |          |

**Figura 1-2 Localización del predio Ecopetrol donde se realizará las áreas de intervención del PMAE Castilla Solar**

*Fuente: Anteagroup, 2019 con información de Ecopetrol S.A.*

**Tabla 1-3 Coordenadas Vértice del polígono del proyecto fotovoltaico**

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA		VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)		ESTE (m)	NORTE (m)
LIMI1	1,043,138.81	922,157.27	LIMI12	1,043,089.76	921,648.88
LIMI2	1,043,142.17	922,153.49	LIMI13	1,043,052.40	921,763.99
LIMI3	1,043,432.97	921,978.84	LIMI14	1,043,016.27	921,817.94

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA		VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)		ESTE (m)	NORTE (m)
LIMI4	1,043,365.87	921,867.28	LIMI15	1,042,943.04	921,854.56
LIMI5	1,043,370.14	921,864.68	LIMI16	1,042,874.89	921,848.61
LIMI8	1,043,189.31	921,564.05	LIMI17	1,042,813.15	921,919.38
LIMI9	1,043,185.87	921,567.48	LIMI18	1,042,853.04	921,990.80
LIMI10	1,043,146.04	921,562.55	LIMI19	1,042,851.40	922,000.00
LIMI11	1,043,122.35	921,583.60	LIMI20	1,043,026.70	922,095.90
<b>Área: 18,5645 ha.</b>					

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019.

Adicionalmente, el proyecto contempla realizar la conexión eléctrica a los transformadores de la subestación San Fernando, con el objetivo de generar una corriente alterna y de esta forma elevar la tensión al nivel de 34,5 kVAC para posterior ser distribuido al Campo Castilla. Esta conexión, tiene proyectado realizarse de forma enterrada o canalización con una longitud de 20,23 metros, la cual se observa en la **Figura 1-2** y de igual forma en la **Tabla 1-4** se relacionan las coordenadas de inicio y fin.

**Tabla 1-4** Coordenadas de Inicio y fin de la Canalización Eléctrica

PUNTO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
<b>Inicio</b>	1,043,327.83	922,040.69
<b>Fin</b>	1,043,338.38	922,057.96
<b>Longitud: 20,23 m</b>		

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019.

Para poder realizar las instalación, operación y mantenimiento del proyecto, es necesario la construcción de un acceso con una longitud de 241,65 m, los cuales se observan en la **Figura 1-2** y las coordenadas de inicio y fin del acceso se relacionan en la **Tabla 1-5**.

**Tabla 1-5** Coordenadas de Inicio y fin de la vía de acceso proyectada

VERTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
<b>Inicio</b>	1,043,616.75	921,870.94
<b>Fin</b>	1,043,412.52	921,944.84
<b>Longitud: 241,65 m</b>		

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019.

## 1.2 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

En la **Tabla 1-6**, se presenta la descripción de las catorce (14) actividades relacionadas al proyecto Castilla Solar, las cuales están agrupadas en tres (3) grandes etapas: constructiva, operativa, desmantelamiento, abandono y rehabilitación ambiental y en las actividades transversales.

**Tabla 1-6** Descripción de las actividades del proyecto Castilla Solar



ETAPA		N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
ACTIVIDADES TRANSVERSALES		1	Movilización de maquinaria, equipos, fluidos (crudo, combustibles, nafta, gas y agua), materiales y personal	<p>Consiste en la movilización de todos los elementos requeridos (personal, maquinaria, equipos y materiales), para la construcción y operación del proyecto Castilla solar.</p> <p>Para lo cual requiere realizar el uso de las vías de acceso identificadas y caracterizadas susceptibles a usar por el proyecto Castilla Solar; estas vías se utilizarán para el traslado (llegada al sitio de los trabajos) del personal, insumos y transporte de fluidos como agua, combustible, herramientas y materiales requeridos para la ejecución de las obras los cuales se transportarán en cama bajas, carrotanques, volquetas y camionetas. El transporte del personal local se realizará desde las principales áreas pobladas de la región, a través de buses y/o vehículos contratados para este fin.</p>
		2	Almacenamiento de combustible (gas, ACPM y GLP), sustancias químicas y lubricantes	<p>Durante el desarrollo de las actividades es necesario el uso de diferentes tipos de ACPM, combustible, para lo cual es necesario su almacenamiento en tanques ubicados al interior de un dique de contención. Estos diques son construidos en geomembrana, con sacos, en mampostería, entre otros, con el fin de contener cualquier derrame que se pueda presentar; en caso de presentarse un derrame el fluido será conducido nuevamente al tratamiento o al sistema de aguas aceitosas dependiendo de las propiedades y condiciones del fluido derramado.</p>
CONSTRUCTIVA	CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y ADECUACIÓN DE INFRAESTRUCTURA	3	Instalación y operación de frentes de obra temporales	<p>Consiste en la ubicación, instalación y/o adecuación de sitios provisionales destinados al acopio temporal de materiales, equipos y herramientas necesarios para la construcción de las obras. Incluye además la instalación y utilización de puntos de reunión dotados de baterías sanitarias portátiles, áreas de hidratación y punto ecológico, las cuales se irán trasladando conforme el proyecto lo requiera.</p> <p>Las instalaciones temporales se ubicarán al costado noreste de la Granja Solar; contiguo a la vía de acceso proyectada para construcción; contará con un área 1.500 m<sup>2</sup>, donde se ubicarán siete (7) contenedores los cuales serán utilizados para las oficinas, vestier, almacenamiento de herramienta, parqueadero para descarga de los paneles fotovoltaicos, materiales y un área para los equipos electrógenos, de igual forma se contará con puntos ecológicos y batería de baños portátiles. El agua de consumo doméstico, adecuación de accesos y montaje de la planta será adquirida a proveedores autorizados o se traerá de las fuentes de agua concesionadas por Ecopetrol S.A. para el Bloque Cubarral. Es importante mencionar, que el personal que realizará la construcción de la instalación no pernoctará en la instalación de apoyo, solo se contará con un vigilante.</p>
		4	Operación de maquinaria y equipos de construcción	<p>Dentro de la maquinaria a emplear en las labores de construcción se encuentra la maquinaria pesada tal como: retroexcavadoras, motoniveladoras, rodillos compactadores, bulldozer, volquetas, entre otras. Esta actividad puede producir impactos por incremento del nivel de ruido, emisión de material particulado y gases como resultado de la combustión de los fluidos ACPM y gasolina.</p> <p>✓ Máquinas hincadoras:</p> <p>Las cuales tendrán el papel de posicionar las estructuras metálicas en el suelo, enterrándolas entre 1,5 a 2 metros dependiendo de la topografía del lugar para garantizar estabilidad en los paneles y homogeneidad en su altura. Estas máquinas</p>

ETAPA		N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
				<p>funcionan como si fueran martillos que clavan la estructura en la tierra; se emplearán entre 1 a 3 equipos de hincar.</p> <p>✓ Maquinaria pesada:</p> <p>Se utilizará para adecuar el terreno de las áreas de tránsito al interior de proyecto y del acceso al mismo; su vinculación dependerá de las necesidades que requiera la actividad constructiva y de mantenimiento; se estima emplear la siguiente maquinaria pesada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o Motoniveladora</li> <li>o Retroexcavadora tipo pajarita</li> <li>o Vibro Compactador</li> <li>o Volquetas</li> </ul> <p>En lo que respecta al equipo para el transporte del material de Rio, requerido para las adecuaciones de accesos, la definición del número de equipos a vincular dependerá del avance de obra en la adecuación de accesos.</p>
		5	Desmante y descapote	<p>Estas actividades se realizan una vez se identifica (topografía) en terreno las áreas a trabajar, consiste en retirar la capa vegetal y realizar cortes y/o excavaciones requeridas y nivelar el terreno según los diseños aprobados por la entidad, para la adecuada movilización dentro del área de interés, de los diferentes vehículos del proyecto.</p> <p>Se realizará desmante de la vía a construir de 245 m de largo y 4 m de ancho, de los canales para instalación de las redes y la conexión subterránea con la sub estación san Fernando con una longitud de 20,2 m de largo.</p>
		6	Excavación, cortes y rellenos	<p>Son todas las actividades relacionadas a excavar, remover, cargar, transportar y colocar en los sitios de disposición de sobrantes, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la conformación de las áreas de trabajo requeridas, excavación de canales y cunetas para el manejo de las aguas lluvias y de escorrentía, desarenadores, filtros del sistema de manejo de aguas superficiales, estructuras de vertimiento y conformación de vías y en general las obras indicadas en los planos de construcción.</p> <p>Solo se realizará excavación a los sitios de descapote así como el material extraído será dispuesto en el mismo sitio (será compensado) y lo que sobre se adecuara las instalaciones dentro del área donde se ubican los paneles.</p>
		7	Construcción de obras en concreto, obras de drenaje, obras de arte y cruces especiales	<p>Posterior a la actividad de nivelación y compactación, se fundirán las obras que garantizan el adecuado manejo de aguas lluvias. Estas son estructuras en concreto.</p> <p>Se instalarán bateas en los sitios de cruce de los canales existentes, en el área de intervención.</p> <p>Se harán adecuaciones menores en el terreno para instalar cimientos en concreto en donde se ubicarán alrededor de cinco (5) inversores que permitirán transformar la corriente continua en corriente alterna. Estos inversores se encuentran sobre un skid con una longitud aproximada de 13,7 mts por 2,25 mts y peso aproximado de 25 toneladas cada uno. Se ubicarán en plataformas de concreto reforzado de 3500 psi con longitud de 15 mts por 4 mts y espesor de 25 cm aproximadamente.</p>

ETAPA		N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERATIVO	MANTENIMIENTO	8	Instalación, izaje, montaje de infraestructura (eléctrica, mecánica, incluido el tendido de líneas eléctricas y de tuberías)	<p>Una vez adecuado el terreno para el trabajo, se dispone a la instalación:</p> <p>Una vez ubicadas las estructuras metálicas que soportarán los paneles se procederá a instalar los módulos solares con el ángulo correspondiente al cálculo de diseño. Serán instaladas 54.549 paneles solares; los cuales para su distribución se empleará un tractor y zonas de acopio temporal a lo largo del terreno. Se utilizarán paneles de medidas aproximadas 2000x1000x40 mm y 22 kg de peso cada uno.</p> <p>Los paneles están contruidos por un marco o estructura metálica, generalmente de aleación de aluminio anodizado, un tablero de cristal tratado térmicamente, de 3,2 mm de espesor con característica de anti reflexión de luz. El cristal y la estructura de aluminio protegen las células fotovoltaicas que se alojan en el interior del panel y que son la clave del sistema de energía. Las células fotovoltaicas son estructuras de silicio que tienen la propiedad de transformar la luz del sol en energía eléctrica.</p> <p>Para el proyecto se utilizarán el modelo de panel Cheetah Mono PERC Full Cell Modules, referencia JKM385M-72-V fabricado por Jinko Solar. La potencia máxima de salida del panel es 385 Wp</p>
		9	Mantenimiento de vías	<p>Durante las diferentes etapas de la obra, se deben mantener en buen mantenimiento las diferentes vías a utilizar.</p> <p>Se le realizará mantenimiento al acceso existente a nivel de subrasante (a nivel del terreno) así como a los 245 m de vía a construir.</p> <p>Esta consistirá en suministrar material de afirmado a los tramos donde se identifique deterioró, nivelación y compactación con maquinaria, eso se realizaría en dos días.</p>
		10	Mantenimiento del sistema de suministro de energía eléctrica (incluye poda del derecho de vía)	<p>Se tendrán rutinas de mantenimiento que consistirán en limpieza de paneles, reemplazo de paneles defectuosos, estructuras metálicas deterioradas y mantenimientos generales, incluyendo manejo de sobrantes y gestión de residuos resultantes. Una vez al año se lavarán los paneles solares para lo cual se requerirá un volumen de 273 mts3 de agua; equivalentes a 0,0086 Lts/segundo/día. Se emplearán una cuadrilla de 3 personas, las cuales se vincularán por llamado de acuerdo a la necesidad del servicio.</p>
	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	11	Generación de energía eléctrica	<p>Se suministrará el servicio de energía en contrato PPA a Ecopetrol S.A. por quince (15) años inicialmente.</p>
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL		12	Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos	<p>Al final de la vida útil de la planta solar, que inicialmente tiene un periodo de quince (15) años, extensibles a otros periodos, en función de los acuerdos de prestación de servicio con Ecopetrol S.A. o los avances tecnológicos en materia de generación fotovoltaica, se determinará si se requiere el desmontaje de la planta. En este caso se desmontarán las estructuras en una secuencia similar a la del montaje, disponiendo los residuos y materiales sobrantes según su naturaleza. Se emplearán entre 15 a 20 colaboradores. En tal caso se desarrollarán las actividades siguientes.</p> <p>Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos:</p> <p>•Desconexión de la planta solar del pósito R8.</p>

ETAPA	N°	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
			<ul style="list-style-type: none"> <li>•Apagado de las celdas de protección para protección y puesta a tierra.</li> <li>•Apagado de Inversores.</li> <li>•Apago de cajas de protección donde confluye todo el cableado de conexión procedente de los paneles.</li> <li>•Desconexión de las series de String de paneles</li> <li>•Desmontaje de paneles</li> <li>•Desmantelamiento de equipos Inversores y Celdas de Protección</li> <li>•Desmantelamiento de la estructura metálica.</li> <li>•Retiro de Cableado.</li> <li>•Demolición de estructuras de concreto</li> <li>•Disposición de residuos de acuerdo a su naturaleza</li> </ul>
	13	Limpieza del área	Se hará limpieza del área, retirando todo aquel elemento que no corresponda al entorno natural.
	14	Restauración paisajística	Una vez demolidas y retiradas las estructuras existentes, deberá procederse a revegetalizar el área intervenida, con la finalidad de entregarla en las mismas o mejores condiciones encontradas.

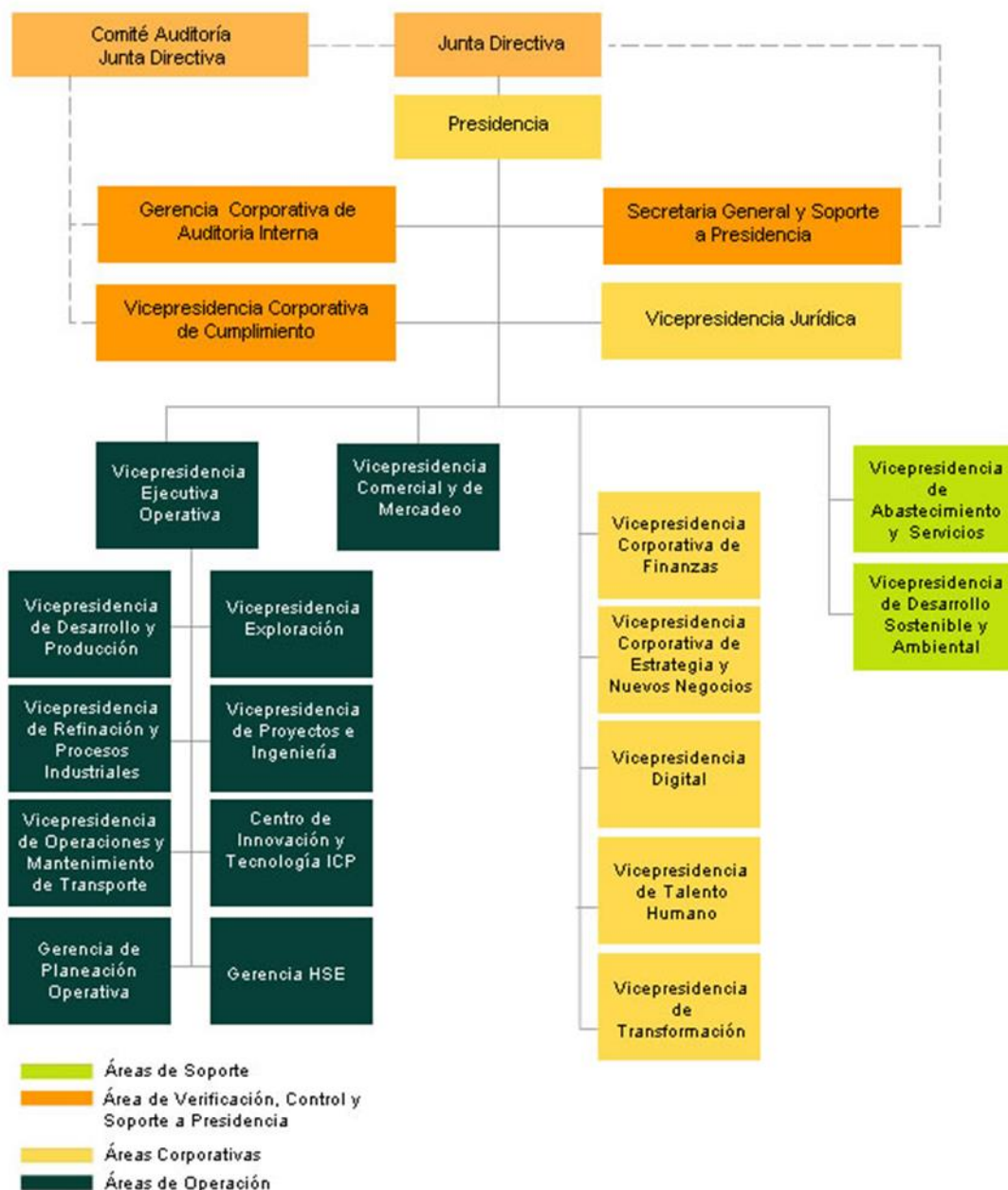
*Fuente: Anteagroup, 2019.*

### 1.3 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

#### 1.3.1 Estructura organizacional

Para el desarrollo de las actividades relacionadas con el proyecto, el recurso humano encargado de la gestión del mismo estará conformado por la estructura organizacional que se presenta en la **Figura 1-3** La instancia responsable de la gestión ambiental es la Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible y Ambiental de Ecopetrol S.A.

Ecopetrol S.A. tiene una estructura organizacional de tipo vertical con delegación de funciones y responsabilidades acordes al funcionamiento de cada área, actuando como empresa operadora que dirigirá y administrará la totalidad del proyecto con el fin de cumplir los objetivos de su Política Ambiental, buscando la eficiencia y eficacia en el manejo de sus recursos tanto físicos como tecnológicos.

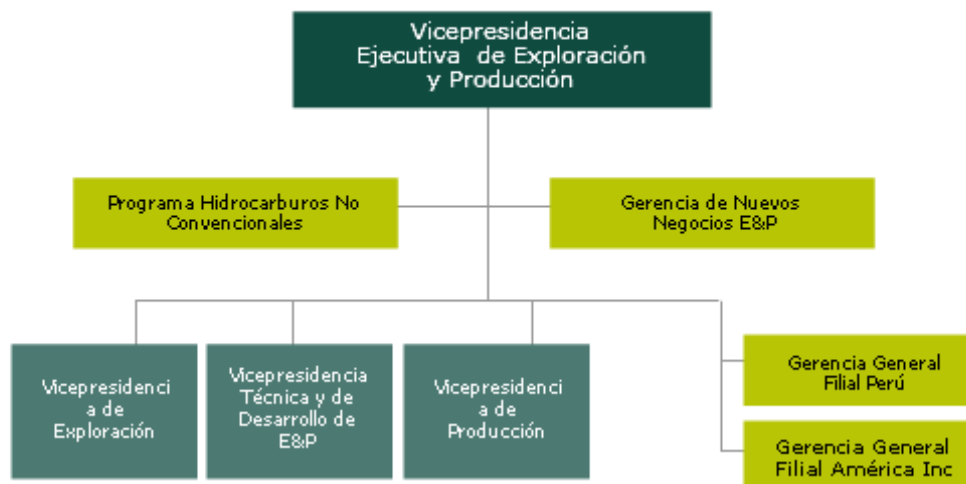


**Figura 1-3 Estructura organizacional de Ecopetrol S.A.**

*Fuente: ECOPETROL S.A., Diciembre 2018.*

El proyecto fue concebido por el Grupo de Excelencia Técnica de la Gerencia de E&P perteneciente a la Vicepresidencia Ejecutiva de Desarrollo y Producción, con el soporte de la Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible y Ambiental, que atiende el manejo armónico de los asuntos ambientales, seguridad industrial, salud ocupacional y gestión social del proyecto. La administración del proyecto será ejercida por un Líder de Proyectos. Así mismo, se incorpora a su funcionamiento una organización matricial donde se encuentran las diferentes compañías contratistas, que llevarán a cabo diferentes operaciones de manera coordinada.

## Vicepresidencia Ejecutiva de Exploración y Producción



**Figura 1-4 Estructura organizacional vicepresidencia ejecutiva de exploración y producción de Ecopetrol S.A.**

*Fuente: ECOPETROL S.A., Diciembre 2018.*

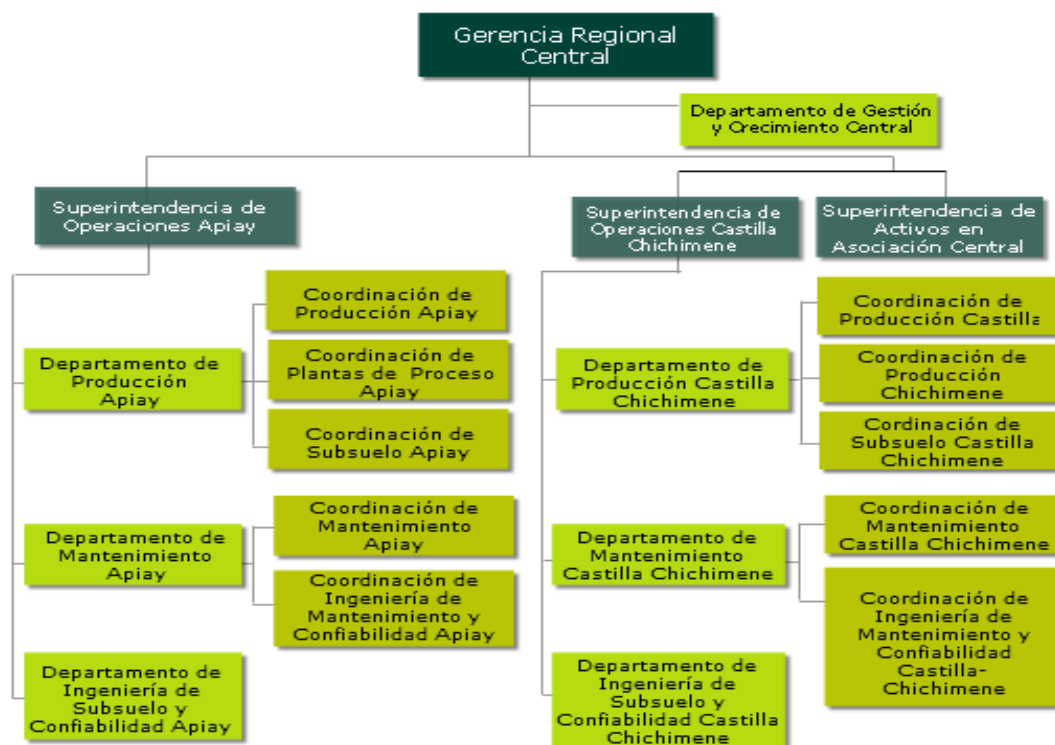
## Vicepresidencia de Producción



**Figura 1-5 Organigrama de la vicepresidencia de producción de Ecopetrol S.A.**

*Fuente: ECOPETROL S.A., Diciembre 2018.*

## Gerencia Regional Central Producción



**Figura 1-6 Estructura gerencial regional central. Ecopetrol S.A.**

*Fuente: ECOPETROL S.A., 2019.*

### 1.3.2 Sistema gerencial de gestión ambiental

Se entiende como gestión ambiental el conjunto de acciones, decisiones, acuerdos y normas que se toman y ejecutan ante una situación ambiental determinada, y está enfocada hacia los procesos de transformación del medio natural y aseguramiento de la gestión ambiental en cualquier proyecto. Dicha Gestión Ambiental, a nivel gerencial y de dirección, involucra las diferentes políticas ambientales de Ecopetrol S.A., los estándares nacionales e internacionales y la Interventoría HSE, apoyada directamente por la Coordinación de Proyectos de Ecopetrol S.A.

La gestión ambiental para el proyecto se desarrollará atendiendo de la legislación y organización ambiental del Estado, la participación ciudadana y la planeación ambiental, dando cumplimiento a las obligaciones de ley y permitiendo la relación con las demás entidades, asociaciones o personas que intervienen en el proceso. Esta gestión ambiental comprende desde la definición con criterios ambientales del sitio en donde se pretenda adelantar las actividades constructivas, hasta el desmantelamiento, restauración y abandono de las áreas intervenidas, e incluye una adecuada administración, la planificación de actividades y la asignación de responsabilidades a cada uno de los participantes en el proyecto.

La Interventoría o Gestoría técnica realizará una labor de seguimiento, control y monitoreo durante la fase constructiva, la cual se debe llevar a cabo en coordinación directa con la Gerencia General del proyecto, el departamento HSE, el departamento de Entorno, las unidades operativas y administrativas del proyecto, las autoridades ambientales de la región y entidades gubernamentales (Alcaldías, Policía Nacional, grupos ecológicos y de desarrollo comunitario, entre otras).



Independientemente del rango, función o tipo de vinculación (contratistas o interventoría), el cumplimiento de cada una de las normas ambientales depende de todas y cada una de las personas que laborarán directa o indirectamente en el proyecto.

La responsabilidad es compartida entre la gestión ambiental de la Vicepresidencia de Desarrollo Sostenible y Ambiental de Ecopetrol S.A. Ecopetrol S.A. y las empresas contratistas vinculadas tanto en la etapa de construcción y la operación.

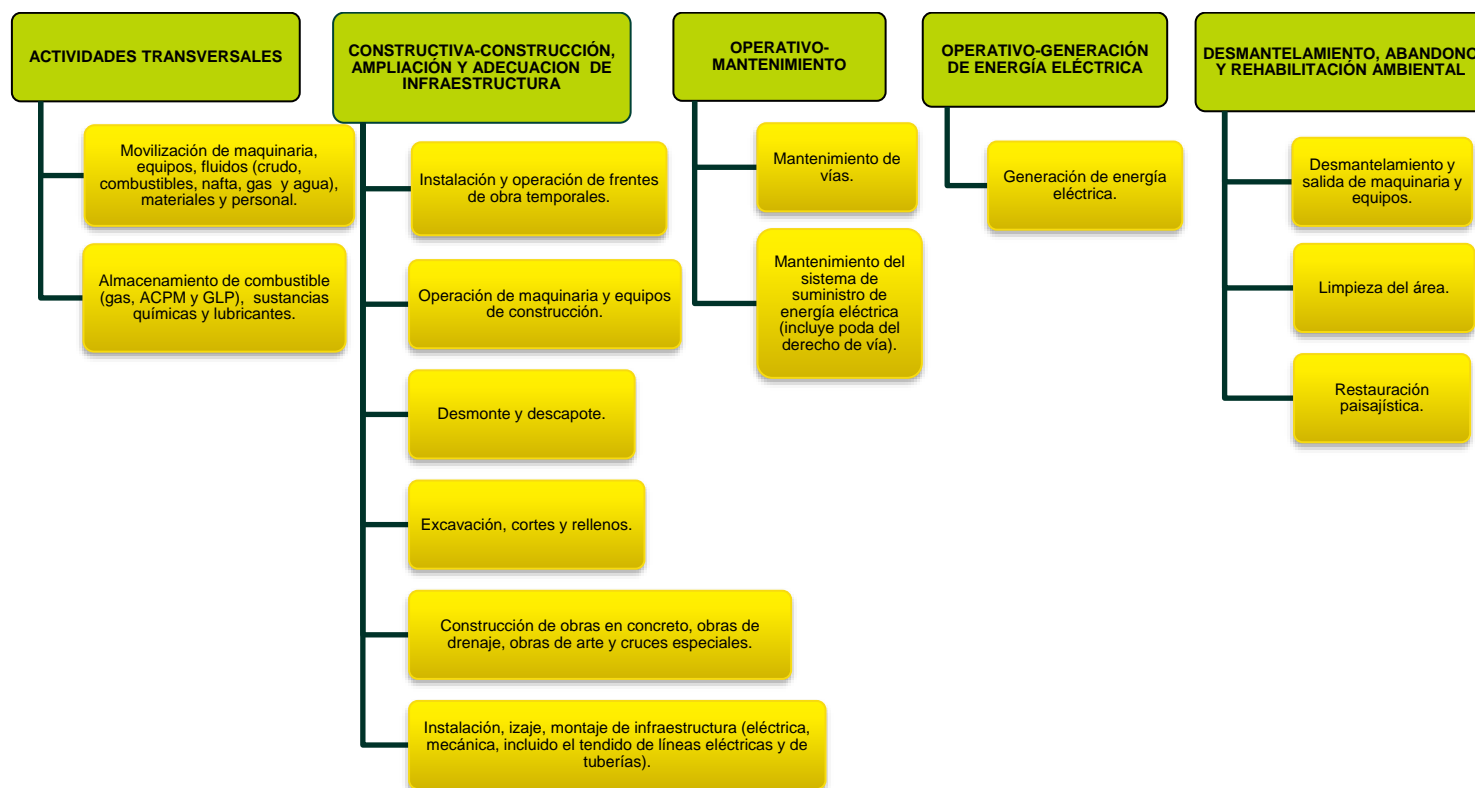
En todos los contratos se definen obligaciones específicas para los contratistas que se soportarán en los lineamientos definidos en las autorizaciones vigentes y en el presente PMA, sin que esto excluya a Ecopetrol S.A. de la responsabilidad que le es inherente como operador del campo.

### 1.3.3 Flujograma y cronograma de actividades

En la **Figura 1-7**, se presenta en el flujograma del proyecto y en la **Tabla 1-7** se relaciona la duración estimada de las obras considerando que se pueden presentar variaciones dependiendo de aspectos como la cantidad de frentes a implementar, disponibilidad de equipos y materiales y de otros relacionados con el clima y eventuales conflictos de tipo social y laboral.

Las actividades contempladas según las etapas son: Actividades Transversales (las cuales serán realizadas a lo largo de la ejecución, siempre y cuando las actividades en general las requieran), constructiva (construcción, ampliación y adecuación de infraestructura), operativo (mantenimiento y generación de energía eléctrica) y desmantelamiento, abandono y rehabilitación ambiental.

## PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROYECTO CASTILLA SOLAR



**Figura 1-7 Actividades a desarrollar en el Proyecto Castilla Solar Del Campo Castilla y Su Infraestructura Conexa.**

*Fuente: Anteagroup, 2019.*

**Tabla 1-7 Cronograma de actividades del Proyecto Castilla Solar Del Campo Castilla y Su Infraestructura Conexa**

ETAPA	ACTIVIDAD	CONSTRUCCIÓN (MESES)						OPERACIÓN (AÑOS)														
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ACTIVIDADES TRANSVERSALES	1 Movilización de maquinaria, equipos, fluidos (crudo, combustibles, nafta, gas y agua), materiales y personal																					

**PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PROYECTO  
CASTILLA SOLAR**



ETAPA		ACTIVIDAD	CONSTRUCCIÓN (MESES)						OPERACIÓN (AÑOS)														
			1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CONSTRUCTIVA	CONSTRUCCIÓN, AMPLIACIÓN Y ADECUACION DE INFRAESTRUCTURA	2 Almacenamiento de combustible (gas, ACPM y GLP), sustancias químicas y lubricantes																					
		3 Instalación y operación de frentes de obra temporales																					
		4 Operación de maquinaria y equipos de construcción																					
		5 Desmonte y descapote																					
		6 Excavación, cortes y rellenos																					
		7 Construcción de obras en concreto, obras de drenaje, obras de arte y cruces especiales																					
		8 Instalación, izaje, montaje de infraestructura (eléctrica, mecánica, incluido el tendido de líneas eléctricas y de tuberías)																					
		9 Mantenimiento de vías																					
OPERATIVO	MANTENIMIENTO	10 Mantenimiento del sistema de suministro de energía eléctrica (incluye poda del derecho de vía)																					
	GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	11 Generación de energía eléctrica																					
DESMANTELAMIENTO, ABANDONO Y REHABILITACIÓN AMBIENTAL		12 Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos																					
		13 Limpieza del área																					
		14 Restauración paisajística																					

Fuente: AnteaGroup, 2019.

### ➤ Costos del proyecto

El presupuesto total del proyecto está dado por las tarifas planteadas para las actividades de obras civiles, y las valoraciones estimadas para la instalación y operación del proyecto Castilla Solar un costo aproximado de 16'000.000 USD a partir del diseño de ingeniería presentado en el **ANEXO 2. DISEÑOS**.

### 1.3.4 Personal requerido incluida la mano de obra a contratar

#### ➤ Mano de obra para la construcción e instalación

Durante la etapa de construcción y montaje del proyecto Castilla solar del Campo Castilla y su infraestructura conexas se estima que el personal de mano de obra calificada (MOC) y mano de obra no calificada (MONC) requerido para las actividades a desarrollar es entre 30 a 50 trabajadores en promedio, con un pico en la fase de instalación de estructura metálica y paneles solares de aproximadamente 100 a 120 colaboradores; la contratación de este personal se llevará a cabo de acuerdo a las necesidades de cada actividad.

El personal formado o calificado está conformado por profesionales y operarios, así como por personal directivo o staff que está compuesto primordialmente por ingenieros, tecnólogos y demás trabajadores técnicos que poseen un grado de conocimiento y experiencia específica en la implementación de este tipo de proyectos, y que suelen estar vinculados a las empresas contratistas.

De igual forma se requiere de personal no formado que se contrata del área de influencia donde se desarrollará el proyecto, el cual, generalmente no cuenta con un entrenamiento previo, ni experiencia específica en las actividades a realizar. Dicho personal se emplea en labores como construcción de obras civiles, vigilancia, limpieza, aseo y apoyo para las tareas a cargo de las diferentes cuadrillas que son dirigidas por personal especializado.

La incorporación del personal tanto no formado como formado, se realizará de acuerdo con el examen de aptitudes del personal, siguiendo los lineamientos de los estándares fijados para tal fin. Para la contratación de personal, Ecopetrol S.A. y las empresas contratistas involucradas en la construcción se acogerán a la normatividad relacionada con el servicio público de empleo Decreto 1668 de 2016.

#### ➤ Mano de Obra durante la Operación

Durante la etapa de operación se tendrá personal permanente así como se contará con personal para los mantenimientos que se realicen.

En cuanto a la mano de obra para esta etapa de operación se contempla:

- ✓ Permanente: Vigilancia privada: Una (1) persona y una (1) profesional especialista.
- ✓ Mantenimiento (cada seis meses o cada año): Cuadrilla de tres (3) personas.

#### ➤ Mano de obra para el desmantelamiento y restauración proyecto Castilla solar del Campo Castilla y su infraestructura conexas

Una vez culminada la etapa de operación, se contempla realizar el plan de desmantelamiento y restauración la cual se ajustará y hará parte del Plan de abandono y restauración final del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene y para esta se definirán unas actividades a realizar las cuales requerirán de mano de obra formada y mano de obra no formada como se observa en la **Tabla 1-8**.

**Tabla 1-8 Mano de obra para el desmantelamiento y restauración**

ESPECIALIZADAD	NUMERO DE EQUIPOS	CANTIDAD
Ingeniero residente	1	
Profesional HSE	1	
Maestro de obra		1
Oficiales		30
Obreros		6
Operador de maquinaria		4
Técnico de estructura metálica		1
<b>TOTAL PERSONAL</b>	<b>2</b>	<b>42</b>

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019

### ➤ Maquinaria y Equipo

A su vez se debe contar con maquinaria y equipos para la ejecución de las obras como se contempla en la **Tabla 1-9**, sin embargo, de acuerdo a las necesidades operacionales esta cantidad podrá aumentar o disminuir.

**Tabla 1-9 Maquinaria y equipo estimado proyecto Castilla solar del Campo Castilla para la etapa de construcción y operación**

EQUIPOS		NUMERO DE EQUIPOS
Obras Civiles	Motoniveladora	1
	Retroexcavadora tipo pajarita	1
	Vibro Compactador	1
	Volquetas	2 a 5
Montaje	Manipuladores telescópicos (Manitou)	1 a 2
	Camión grúa	1
	Cargador	1
Operación	Camioneta	3
Desmantelamiento y restauración	Manipuladores telescópicos (Manitou)	1 a 2
	Camión grúa	1
	Cargador	1

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019

## 1.3.5 Medios de transporte y rutas de movilización

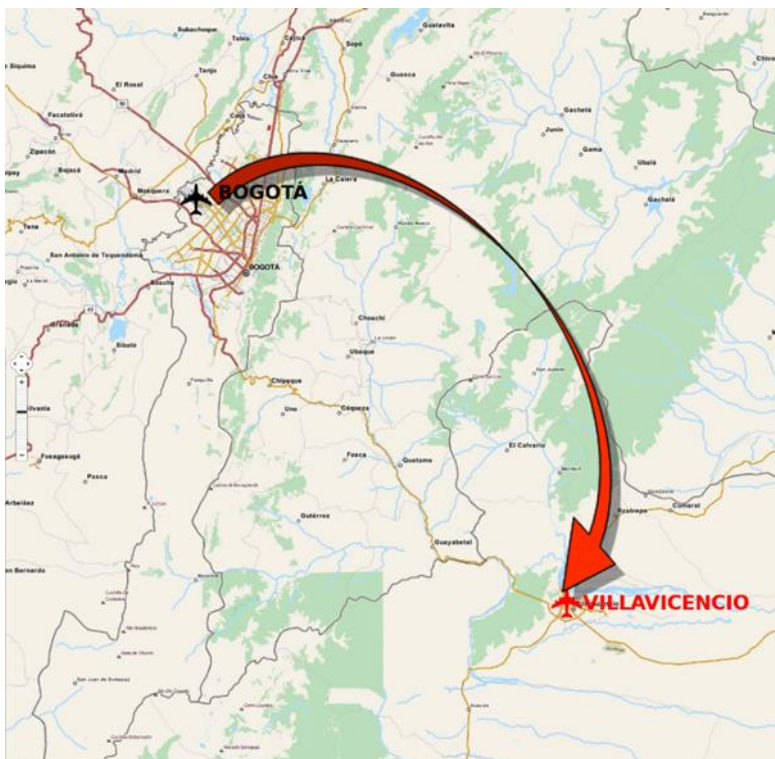
### 1.3.5.1 Rutas de movilización a las cabeceras municipales cercanas al proyecto Castilla solar

Para acceder al Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene se puede realizar por vía aérea y vía terrestre hasta la ciudad de Villavicencio y a partir de esta se realiza el recorrido por vía terrestre hasta las cabeceras municipales cercanas al proyecto.

### ➤ Vía aérea

A través de vía aérea, partiendo del aeropuerto Internacional el Dorado, en la ciudad de Bogotá, se toma la ruta hasta el aeropuerto Vanguardia (ver **Figura 1-8**), en la ciudad de Villavicencio con una

duración de vuelo de treinta minutos, a partir de donde se continua por vía terrestre tomando la vía nacional Ruta 65.



**Figura 1-8 Vía aérea Ruta Bogotá-Villavicencio**

*Fuente: [www.openstreetmap.com.or](http://www.openstreetmap.com.or)*

#### ➤ **Vía terrestre**

Durante el desarrollo del proyecto, los equipos y maquinaria a utilizar se transportarán por vía terrestre, principalmente por las rutas de movilización que llegan hasta las cabeceras de los municipios donde se encuentra el Bloque, como lo son Acacias, Guamal y Castilla la Nueva en el departamento del Meta, teniendo a la capital departamental Villavicencio como punto de empalme entre las rutas que se describen a continuación, para luego tomar las vías primaria departamental y terciarias municipales hacia las diferentes zonas del proyecto, vías que se describen y detallan más adelante. Estas rutas pertenecen a la red vial nacional, departamental, Municipal y presentan especificaciones técnicas para permitir la circulación de todo tipo de vehículo durante todo el año.

#### ✓ **Ruta de Movilización Bogotá- Villavicencio-Acacias- Guamal**

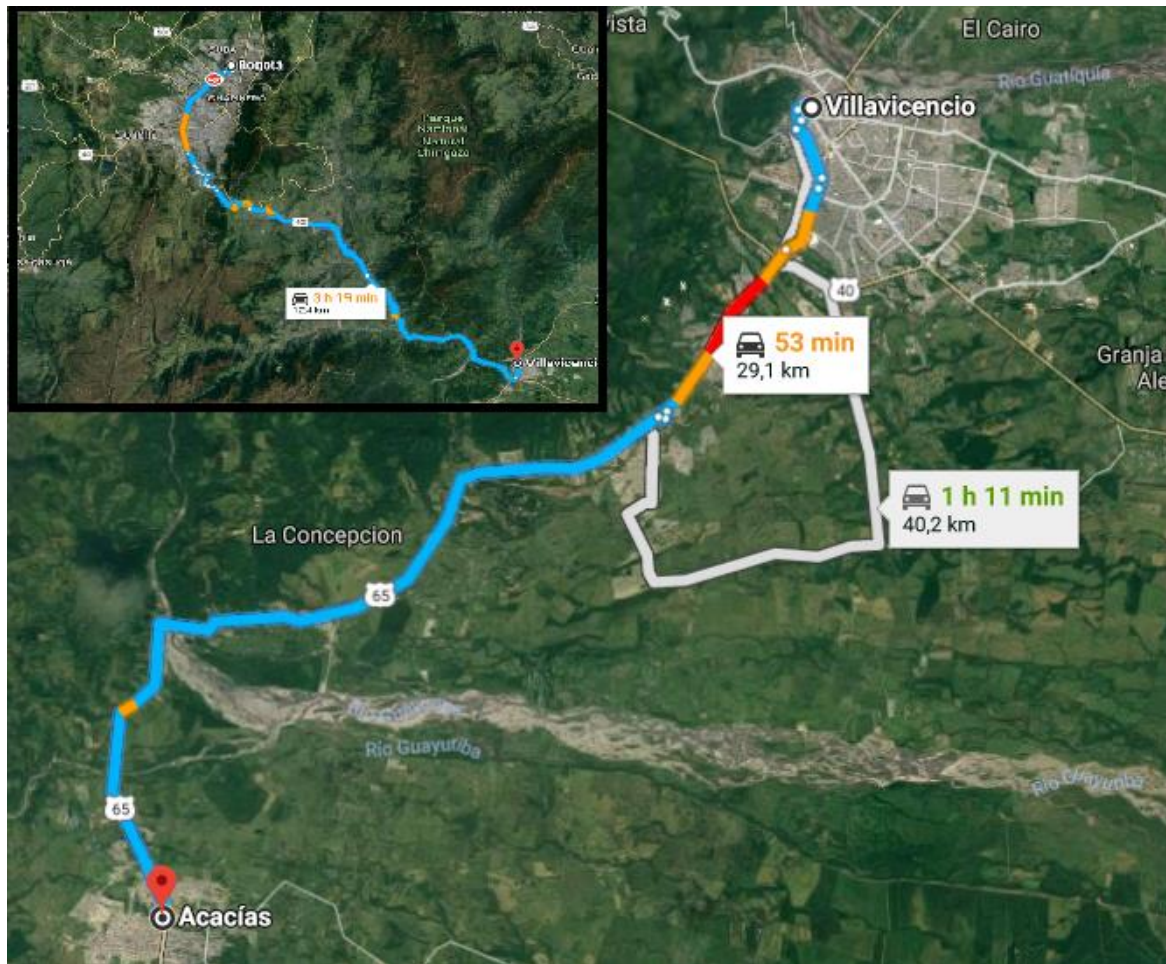
La vía Bogotá - Villavicencio se encuentra clasificada por Instituto Nacional de Vías (INVIAS) como vía primaria (Nacional) y es una carretera nacional en concesión territorial, la cual está a cargo del Concesionario Vial de los Andes – COVIANDES, y Tipo 1 según la clasificación IGAC.

Este corredor se extiende por los departamentos de Cundinamarca y Meta, hace parte de la vía denominada Ruta 40 dentro de la red vial nacional. En total son 87 km de recorrido entre Bogotá y Villavicencio, por vía pavimentada con mezcla asfáltica, a excepción de los tramos de pavimento rígido que se encuentran en los túneles y algunos puntos con pavimento articulado mediante adoquines, ubicados en zonas de fallas geológicas e inestabilidad geotécnica. La vía se encuentra en terreno que varía entre ondulado, montañoso y escarpado; la mayoría de la carretera tiene 2



carriles y en algunos tramos 3 carriles, para facilitar el ascenso de los vehículos en las zonas con longitudes considerables en pendiente. En términos generales, la vía se encuentra en buenas condiciones estructurales y de servicio, presentando un trazado geométrico apto y seguro para el tráfico de vehículos de carga pesada, adecuada señalización vertical y horizontal, obras completas para el manejo del drenaje de la vía y de sus taludes y con la infraestructura necesaria para la atención de emergencias en la vía. En esta vía suelen ponerse pasos restringidos a un solo carril por obras de adecuación y mantenimiento, lo cual usualmente genera demoras de entre 20 y 40 minutos en los tiempos de desplazamiento.

Continuando en dirección sur, se toma la carretera nacional pavimentada (Ruta 65), hasta el casco urbano del municipio de Acacias en un recorrido de 45 km; la vía (Ruta 65) entre Villavicencio y Granada se encuentra administrada en Concesión por la firma Carreteras Nacionales del Meta. Esta vía nacional se encuentra en pavimento flexible, con adecuadas obras de drenaje para el manejo de escorrentía y cuentan con señalización horizontal y vertical (Ver **Figura 1-9**).



**Figura 1-9 Vía terrestre Bogotá- Acacias**

*Fuente: Google Maps*

#### 1.3.5.2 Descripción de las rutas de acceso y movilización

Para la descripción de la red vial de acceso y movilización susceptibles a usar para Proyecto Castilla solar del Campo Castilla, se toma como referencia la categorización establecida por el Instituto



Nacional de Vías (INVIAS) según la funcionalidad y el estado de transitabilidad y la tipología contemplada en el manual de atributos establecidos por el IGAC. En la **Tabla 1-10** y **Tabla 1-11** se exponen los atributos referidos anteriormente.

**Tabla 1-10 Orden general de las vías acorde al INVIAS**

NOMBRE (ORDEN)	DESCRIPCIÓN
<b>Primarias (Orden 1)</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 según las exigencias particulares del proyecto. Las carreteras consideradas como Primarias deben funcionar pavimentadas.
<b>Secundarias (Orden 2)</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 (Orden 3)</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.

*Fuente: Ministerio de Transporte, Instituto Nacional de Vías (INVIAS), Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Colombia, 2008*

**Tabla 1-11 Tipología establecida por el IGAC para cartografía de vías**

TIPO DE VÍA	FUNCIONALIDAD	TRANSITABILIDAD
<b>Tipo 1</b>	Estas vías pueden tener una o dos calzadas, cada una con dos o más carriles y funcionan pavimentadas.	Transitable todo el año.
<b>Tipo 2</b>	Estas vías tienen dos o más carriles y funcionan en afirmado.	Transitable todo el año.
<b>Tipo 3</b>	Estas vías tienen un carril y funcionan pavimentadas.	Transitable todo el año.
<b>Tipo 4</b>	Las vías consideradas como tipo 4 funcionan en afirmado de un solo carril, angostas.	Transitable todo el año.
<b>Tipo 5</b>	Las vías tipo 5 también conocidas como carreteables se encuentran a nivel del terreno natural sin mejorar.	Transitable en tiempo seco.
<b>Tipo 6</b>	Se ven representadas por los caminos de herradura o las huellas dejadas por el tránsito de vehículos. También son conocidas como caminos.	Transitable en tiempo seco.
<b>Tipo 7</b>	Son senderos por los que se puede transitar a pie o en bestias.	Transitable en tiempo seco.

*Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Convenciones Topográficas, Publicación N° 321, segunda edición, reimpresión 1999. Adaptado por Anteagroup, 2019*

Con esta metodología aplicada a la descripción de las vías a continuación se procede a realizar la caracterización de cada una de ellas. Empezando con sus vías de acceso o ingreso al Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene y siguiendo con las internas, hasta llegar al área específica del proyecto.

Para el desarrollo del proyecto, los equipos y maquinaria a utilizar se transportarán por vía terrestre, principalmente por las rutas de movilización que salen y llegan a las cabeceras de los municipios donde se encuentra el Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, como lo son Acacias, Castilla La Nueva y Guamal en el departamento del Meta, así como por las vías internas del campo.

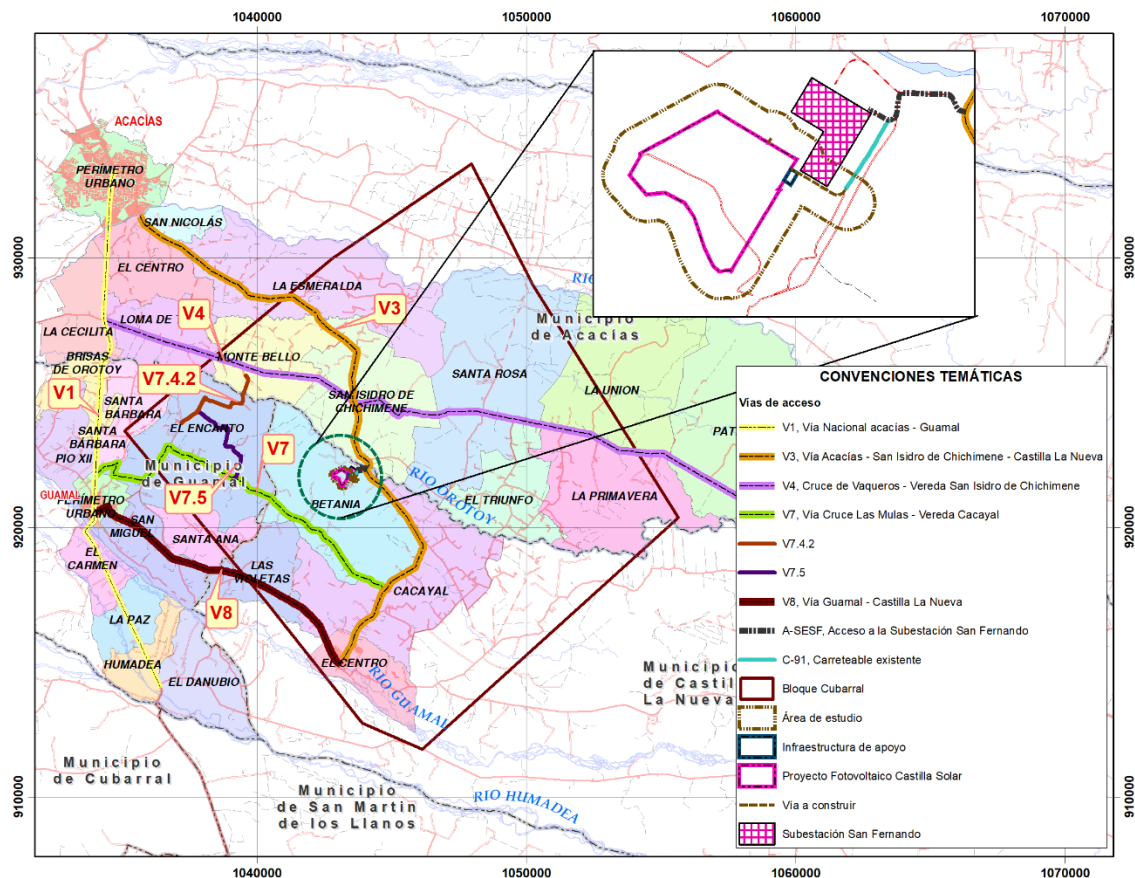
En la **Tabla 1-12** se presenta la codificación y características generales de las vías existentes que pueden ser susceptibles a utilizar como rutas de movilización del proyecto de acuerdo con la información presentada en la modificación del PMA Bloque Cubarral - Campos Castilla y Chichimene

(2015). En la **Figura 1-10**, se puede observar la ubicación geográfica de estas vías con respecto a la ubicación del proyecto.

**Tabla 1-12 Vías existentes susceptibles a usar como rutas de movilización para el Proyecto Castilla Solar**

CÓDIGO	NOMBRE DE LA VÍA	CLASIFICACIÓN INVIAS	TIPOLOGÍA IGAC	CAPA DE RODADURA	LONGITUD (km)
V1	Vía nacional Acacías – Vereda Guamal	Primaria	Tipo 1	Pavimento	20,08
V3	Vía Acacias – San Isidro de Chichimene - Castilla La Nueva	Terciaria	Tipo 3	Pavimento	23,56
V4	Cruce de Vaqueros - Vereda San Isidro de Chichimene - San Lorenzo	Secundaria	Tipo 1	Pavimento	31,18
V7	Vía Cruce Las Mulas – Vereda Cacayal (V7)	Terciaria	Tipo 3	Pavimento	14,33
V7.4.2	Intersección con V7.4 – vereda El Encanto	Terciaria	Tipo 4	Pavimento	4,05
V7.5	Vía Vereda El Encanto	Terciaria	Tipo 3	Pavimento	3,75
V8	Vía Guamal – Castilla La Nueva	Terciaria	Tipo 3	Pavimento	11,47
A-SESF	Acceso a la Sub Estación San Fernando	Terciaria	Tipo 4	Material granular	0,480
C-91	Camino 91	Privada	Tipo 5	A nivel de subrasante	1,0

*Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*



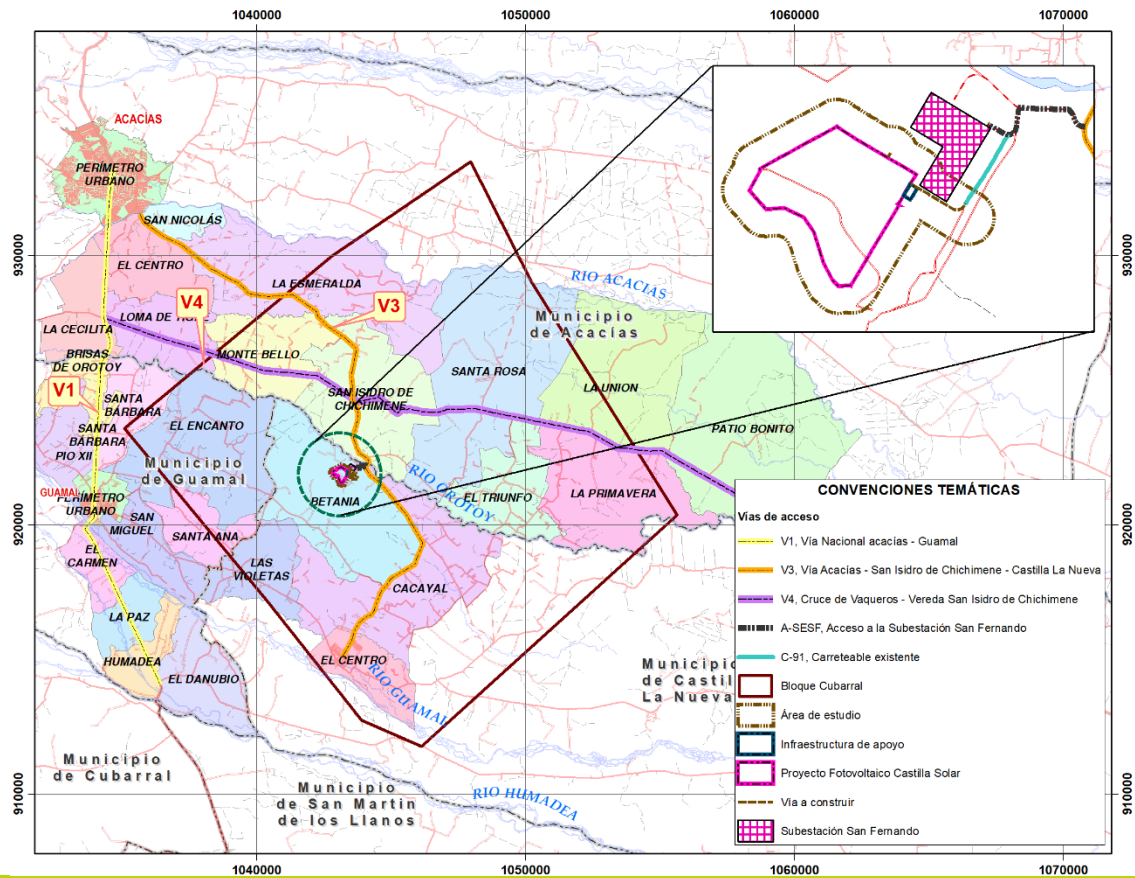
**Figura 1-10 Vías existentes susceptibles a usar como rutas de movilización para el Proyecto Castilla Solar del Campo Castilla.**

*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015.*

A partir de Acacías, las principales rutas de movilización para llegar hasta el sitio del proyecto son las siguientes:

➤ **Ruta 1: Vía 1 – Vía 4 – Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91)**

Esta ruta inicia en el casco urbano del municipio de Acacías sobre la vía existente Ruta 65, en las coordenadas E 1034515, N 933228 en dirección sur hacia el municipio de Guamal, vía de orden nacional hasta la abscisa K5+500, en el sector conocido como “Cruce Vaqueros”. En este sitio inicia la Vía 4, en dirección sureste hasta el centro poblado de San Isidro de Chichimene específicamente en la abscisa K9+800, donde posteriormente se toma la Vía 3 en dirección sur- sureste hacia el centro urbano de Castilla La Nueva tras recorrer 3 km, se continua por el acceso de la subestación San Fernando en la abscisa K0+382, sitio en el cual empalma con el carreteable existente C-91 con una longitud de 300 m, sitio en el cual se proyecta la construcción del acceso al proyecto Castilla Solar (Ver **Figura 1-11**).



**Figura 1-11 Ruta 1: Vía 1 – Vía 4 – Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91)**

A continuación, en la **Fotografía 1-1** a la **Fotografía 1-4** se observa el estado de algunas vías a ser utilizadas en la Ruta 1.



**Fotografía 1-1** Panorama de la vía V1, casco urbano del municipio de Acacias, Ruta 65, Coordenadas E:1034502.8 y N:931994.66



**Fotografía 1-2** Cruce Vaqueros, inicio del acceso V4, Coordenadas E: 1034361.26 y N: 927671.70.





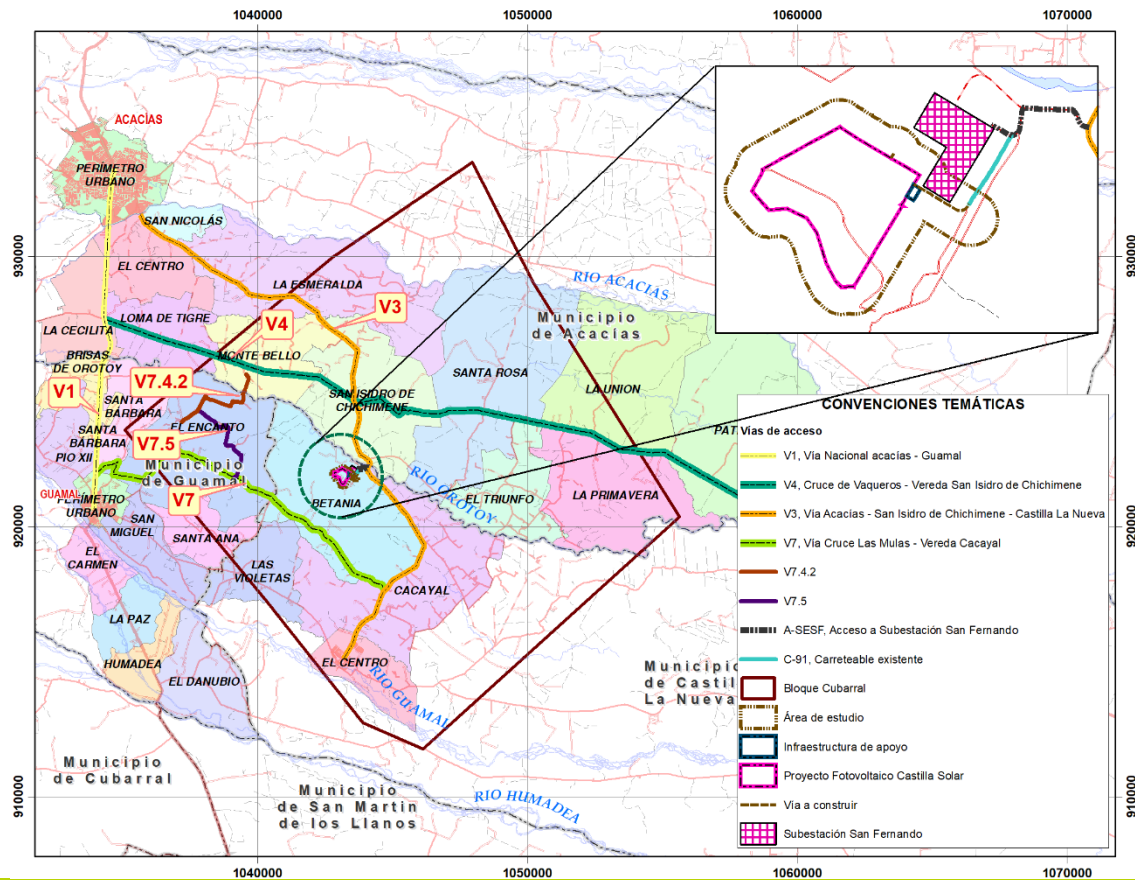
**Fotografía 1-3 Intersección Vial, vía 3 y vía 4, Centro poblado de San Isidro de Chichimene**  
Específicamente en la abscisa K9+800  
Coordenadas E:1034502.8 y N:931994.66



**Fotografía 1-4 Vía V3,**  
Coordenadas E: 1043958.07 y N:  
922577.59.

- **Ruta 2: Vía 1- Vía 4- Vía V7.4.2- V7.5-V7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91)**

Esta ruta inicia en el casco urbano del municipio de Acacías sobre la vía existente Ruta 65, en las coordenadas E 1034515, N 933228 en dirección sur hacia el municipio de Guamal vía de orden nacional, hasta la abscisa K5+500, en el sector conocido como “Cruce Vaqueros”. En este sitio inicia la Vía 4, en dirección sureste hacia el centro poblado de San Isidro de Chichimene específicamente en la abscisa K5+500, se encuentra para continuar con la Vía 7.4.2 en el costado derecho para continuar en dirección sur hasta encontrar la Vía 7.5 después de recorrer 3,6 km. Posteriormente, siguiendo la Vía 7.5 se encuentra la Vía 7. A Partir de la Vía 7, se continua en dirección sureste tras recorrer 7,5 km hasta llegar a la vía 3, tomado en dirección norte con una longitud de recorrido de 5,8 km, para posterior continuar con el acceso de la subestación San Fernando en la abscisa K0+382, sitio en el cual empalma con el carreteable existente C-91 con una longitud de 300 m, sitio en el cual se proyecta la construcción del acceso al proyecto Castilla Solar (Ver **Figura 1-12**).



**Figura 1-12 Ruta 2: Vía 1- Vía 4- Vía V7.4.2- V7.5-V7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91).**

A continuación, en la **Fotografía 1-5** y la **Fotografía 1-6**, se observa el estado de algunas vías a ser utilizadas en la Ruta 2.



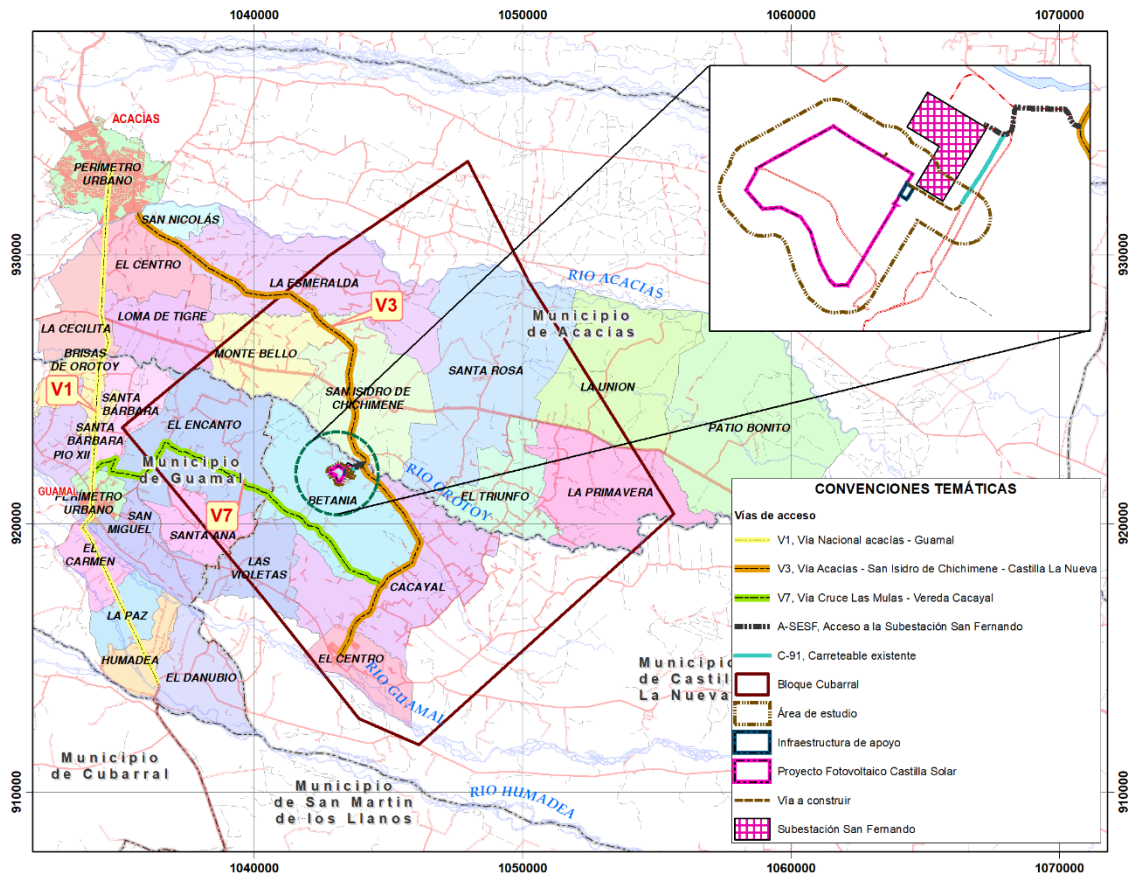
**Fotografía 1-5 Intersección Vial, vía 4 con el acceso V7.4.2.**  
Coordenadas E: 1039497.39 y N: 925995.32.



**Fotografía 1-6 Panorama de Vía V7.5**  
Coordenadas E: 1039378.83 y N: 922434.11.

➤ **Ruta 3: Vía 1-Vía 7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)-C-91 (Camino C-91)**

Esta ruta inicia en el casco urbano del municipio de Acacías sobre la vía existente Ruta 65, en las coordenadas E 1034515, N 933228 en dirección sur hacia el municipio de Guamal vía de orden nacional hasta la abscisa K11+500 .En este sitio inicia la Vía 7, cruce identificado como “Cruce Las Mulas” en dirección sureste hacia el centro – Vereda Cacayal hasta abscisa K14+330 donde empalma con la vía 3, tomado en dirección norte con una longitud de 5,8 km, se continua por el acceso de la subestación San Fernando en la abscisa K0+382, sitio en el cual empalma con el carretable existente C-91 con una longitud de 300m, sitio en el cual se proyecta la construcción del acceso al proyecto Castilla Solar (Ver **Figura 1-13**).



**Figura 1-13 Ruta 3: Vía 1-Vía 7- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)- C-91 (Camino C-91)**

A continuación, en la **Fotografía 1-7** y la **Fotografía 1-8**, se observa el estado de algunas vías a ser utilizadas en la Ruta 3.





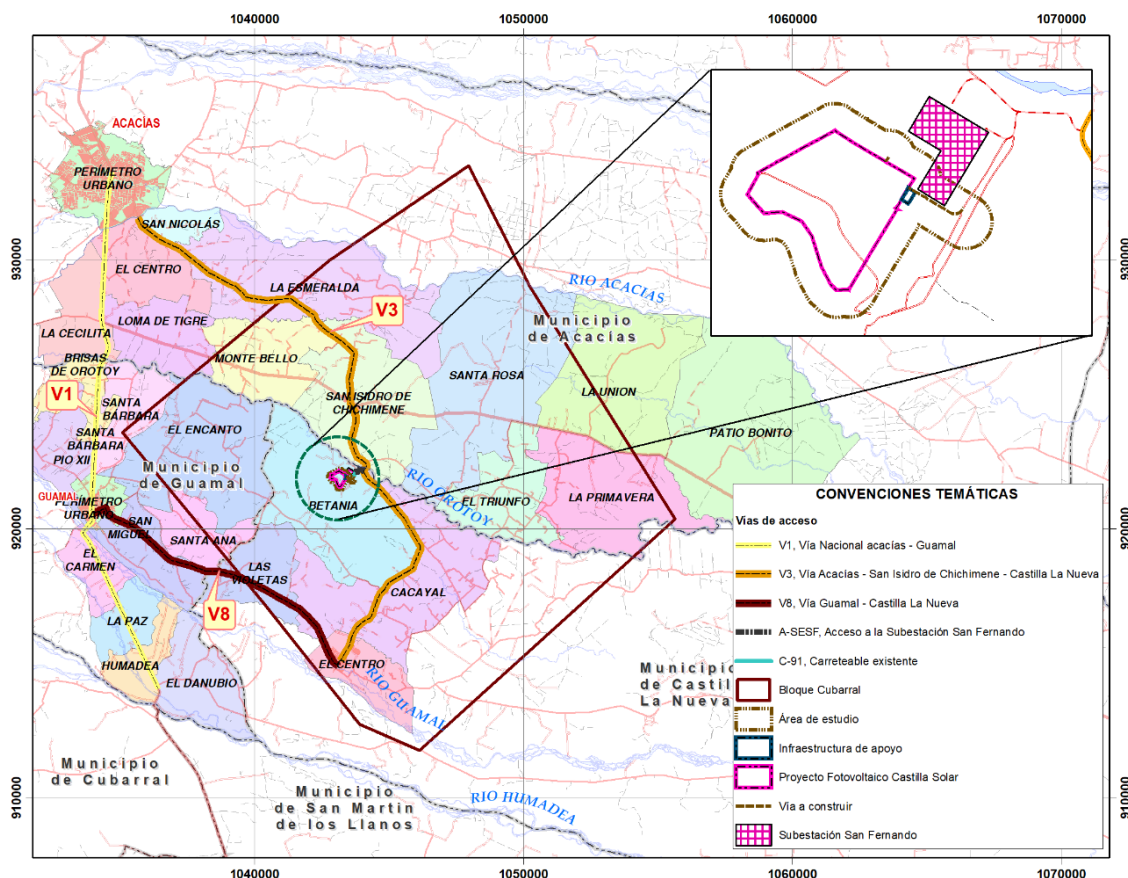
**Fotografía 1-7 Panorama de la vía V7.**  
**Coordenadas E: 1035885.52 y N:**  
**921868.40.**



**Fotografía 1-8 Panorama de la vía V7.**  
**Coordenadas E: 1043260.64 y N:**  
**918710.54.**

➤ **Ruta 4: Vía 1-Vía 8- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)-C-91 (Camino C-91)**

Esta ruta inicia en el casco urbano del municipio de Acacías sobre la vía existente Ruta 65, en las coordenadas E 1034515, N 933228 en dirección sur hacia el municipio de Guamal vía de orden nacional hasta la abscisa K12+700, donde inicia la Vía 8 en dirección sureste hacia casco urbano de Castilla La Nueva tras recorrer 11,4 km hasta llegar al empalmen con el acceso identificado como vía 3, tomado en dirección norte con una longitud de 20,55 km, se continua por el acceso de la subestación San Fernando hasta la abscisa K0+382, sitio en el cual empalma con el carreteable existente C-91 con una longitud de 300m, sitio en el cual se proyecta la construcción del acceso al proyecto Castilla Solar (Ver **Figura 1-14**).



**Figura 1-14 Ruta 4: Vía 1-Vía 8- Vía 3- A-SESF (Acceso a la Sub Estación San Fernando)-C-91 (Camino C-91).**

A continuación, en la **Fotografía 1-9** y la **Fotografía 1-10**, se observa el estado de algunas vías a ser utilizadas en la Ruta 4.



**Fotografía 1-9** Panorama de la vía de acceso a la Sub Estación San Fernando. Coordenadas E: 1043800.81 y N: 922144.60.



**Fotografía 1-10** Panorama Carreteable existente identificado como C-91. Coordenadas E: 1043081.18 y N: 921497.51.

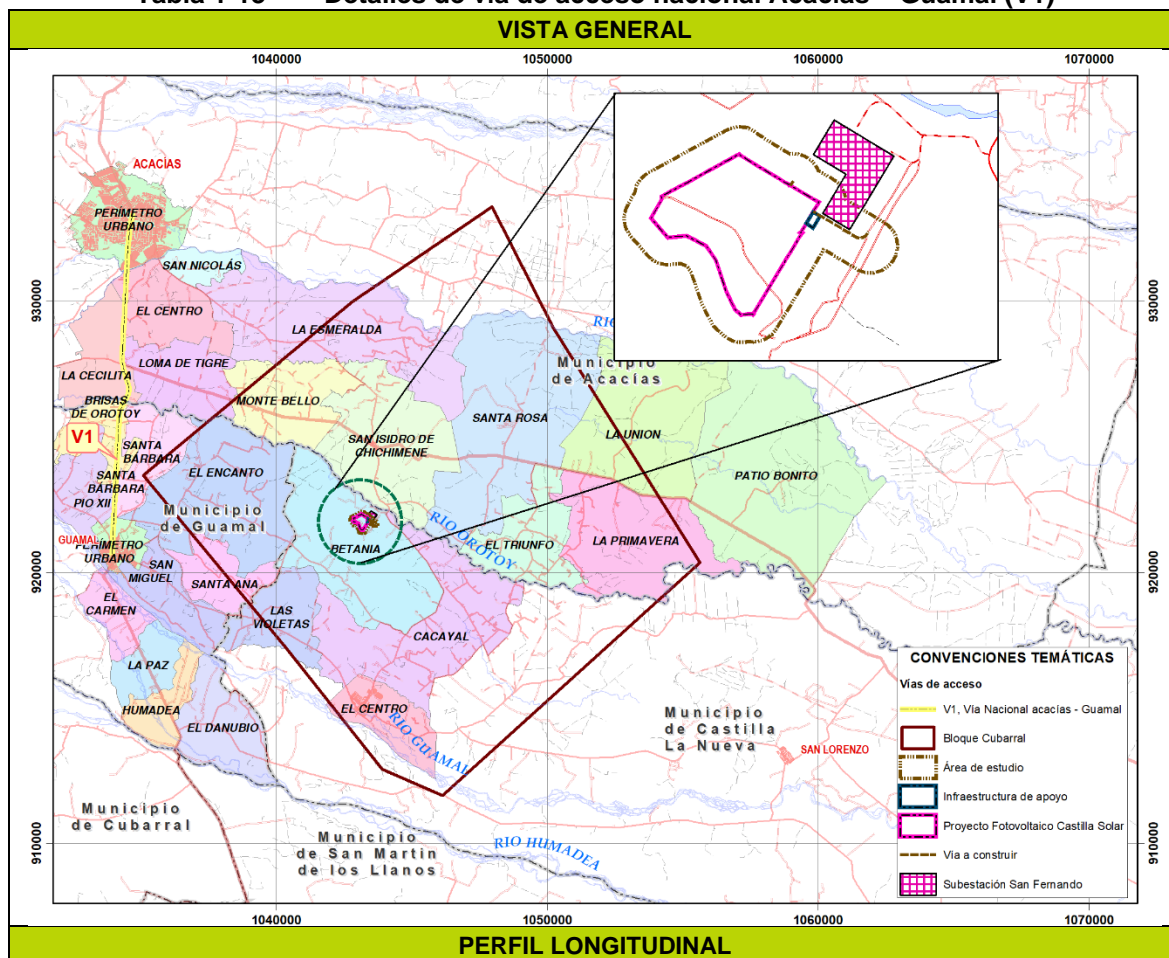
A continuación, se presenta la caracterización cada una de las vías susceptibles a utilizar nombradas en las Rutas de movilización.

➤ **Vía de acceso nacional Acacías –Guamal (V1)**

La vía V1 se extiende a lo largo de 20,08 km entre el K0+000 con coordenadas (E 1034685, N 933233) que se encuentra ubicado en el casco urbano del municipio de Acacías, hasta el K20+085 ubicado en la Vereda Humadea con coordenadas (E 1036419, N 914068) atravesando las veredas Rancho Grande, El Centro, Loma de Tigre y La Cecilita del municipio de Acacías y las veredas San Miguel, Brisas de Orotoy, Pio XII, Brisas del Orotoy, El Encanto, Casco Urbano de Guamal, La Isla, La Paz del municipio de Guamal; cuenta con puentes y pontones en buen estado, se encuentran obras de drenaje (alcantarillas y cunetas) para el manejo de aguas de escorrentía y señalización horizontal y vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte (ver **Fotografía 1-1**).

Esta vía de orden nacional (Ruta 65) se describe como una vía Tipo 1 en buen estado, presenta una superficie de rodadura en pavimento asfáltico en buen estado para la funcionalidad; consiste en una vía de dos carriles con ancho promedio de 9.5 m que transcurre sobre relieve plano.

**Tabla 1-13 Detalles de vía de acceso nacional Acacías – Guamal (V1)**





*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-14** se encuentra la infraestructura presente en la vía V1 con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología.

**Tabla 1-14      Infraestructura presente en la vía V1**

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V1							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
S1-V1	Semáforo	K0+016	1034686	933231	Bueno	-	-
PTE1-V1	Puente vehicular Río Acacias	K0+183	1034652	933068	Bueno	9,5	30
S2-V1	Semáforo	K0+252	1034632	933002	Bueno	-	-
PP1-V1	Puente peatonal metálico	K1+245	1034513	932017	Bueno	10	2,5
BOX1-V1	Box Coulvert	K1+695	1034487	931569	Bueno	11,5	3
BOX2-V1	Box Coulvert	K1+945	1034475	931318	Bueno	11,5	1,5
PTE2-V1	Puente vehicular en concreto reforzado Río Acacias con luces de 29 m y 12.2 m	K2+084	1034468	931181	Bueno	8,7	50
BOX3-V1	Box Coulvert	K2+300	1034457	930965	Bueno	11,5	2,5
ALC1-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+509	1034446	930755	Bueno	11	1
ALC2-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+778	1034431	930487	Bueno	11	1



INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V1							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC3-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+868	1034426	930397	Bueno	11	1
ALC4-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K3+549	1034392	929717	Bueno	11	1
BOX4-V1	Box Coulvert	K3+614	1034388	929652	Bueno	10,2	3,7
ALC5-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K3+765	1034382	929501	Bueno	11	1
ALC6-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+055	1034365	929212	Bueno	11	1
ALC7-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+193	1034358	929074	Bueno	11	1
ALC8-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+407	1034347	928860	Bueno	11	1
ALC9-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+549	1034340	928719	Bueno	15	2,4
ALC10-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+669	1034334	928599	Bueno	11	2,4
ALC11-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+836	1034325	928432	Bueno	11	2,4
ALC12-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K5+062	1034314	928206	Bueno	12,4	2,4
ALC13-V1	Alcantarilla doble en novafort y concreto de 24"	K5+271	1034303	927997	Bueno	11,5	2,7
BOX5-V1	Box Coulvert	K5+486	1034303	927782	Bueno	10,5	2,5
ALC14-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K5+729	1034348	927544	Bueno	11	1
ALC15-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K5+980	1034413	927302	Bueno	11	1
PN1-V1	Pontón en concreto con luz de 5,1 m	K6+674	1034531	926626	Bueno	10,1	5,1
PTE3-V1	Puente sobre el río Orotoy. En concreto	K6+956	1034416	926370	Bueno	9,5	19,7
PN2-V1	Puente en concreto con barandas metálicas	K7+140	1034324	926211	Bueno	8	10,5
PN3-V1	Pontón Caño Lapa	K7+573	1034191	925802	Bueno	10,1	5,1
BOX6-V1	Box Coulvert	K7+692	1034182	925683	Bueno	10,1	3,4
PTE4-V1	Puente vehicular en concreto sobre Caño Grande	K8+351	1034148	925025	Bueno	8,4	10,8
ALC16-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K8+707	1034129	924669	Bueno	14	0,9
ALC17-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K8+879	1034121	924497	Bueno	13	0,9
ALC18-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K9+028	1034113	924348	Bueno	12	2,3
ALC19-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K9+249	1034102	924128	Bueno	14	0,9
BOX7-V1	Box Coulvert	K9+464	1034092	923913	Bueno	10,5	3,5
BOX8-V1	Box Coulvert	K9+627	1034084	923751	Bueno	13,2	2,9
BOX9-V1	Box Coulvert	K9+737	1034077	923640	Bueno	10,3	2,9
ALC20-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K9+809	1034074	923568	Bueno	11	0,9
ALC21-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+017	1034064	923360	Bueno	13	0,9

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V1							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC22-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+219	1034053	923160	Bueno	15	0,9
ALC23-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+307	1034048	923071	Bueno	12,5	0,9
ALC24-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+428	1034042	922950	Bueno	12,8	0,9
ALC25-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+610	1034032	922769	Bueno	12	0,9
BOX10-V1	<i>Box Coulvert</i>	K10+736	1034026	922643	Bueno	10,4	2,86
ALC26-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+894	1034018	922485	Bueno	12	0,9
ALC27-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+208	1034002	922171	Bueno	12	0,9
ALC28-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+380	1033993	922000	Bueno	14	1,4
ALC29-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+497	1033987	921884	Bueno	12	0,9
ALC30-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+634	1033980	921746	Bueno	12	0,9
BOX11-V1	<i>Box Coulvert</i>	K11+757	1033973	921623	Bueno	12	1,2
ALC31-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+915	1033965	921466	Bueno	12	0,9
BOX12-V1	<i>Box Coulvert</i>	K12+645	1033926	920737	Bueno	12	1,2
PTE5-V1	Puente vehicular metálico sobre el Río Guamal	K13+468	1033711	920004	Bueno	180	7
PTE6-V2	Puente vehicular en concreto sobre Caño Negro	K14+745	1034142	918899	Bueno	6,8	6
ALC32-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K16+233	1034774	917552	Bueno	12	0,9
ALC33-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K16+577	1034919	917239	Bueno	12	0,9
ALC34-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K17+168	1035174	916707	Bueno	12	0,9
ALC35-V1	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K18+372	1035685	915617	Bueno	12	0,9

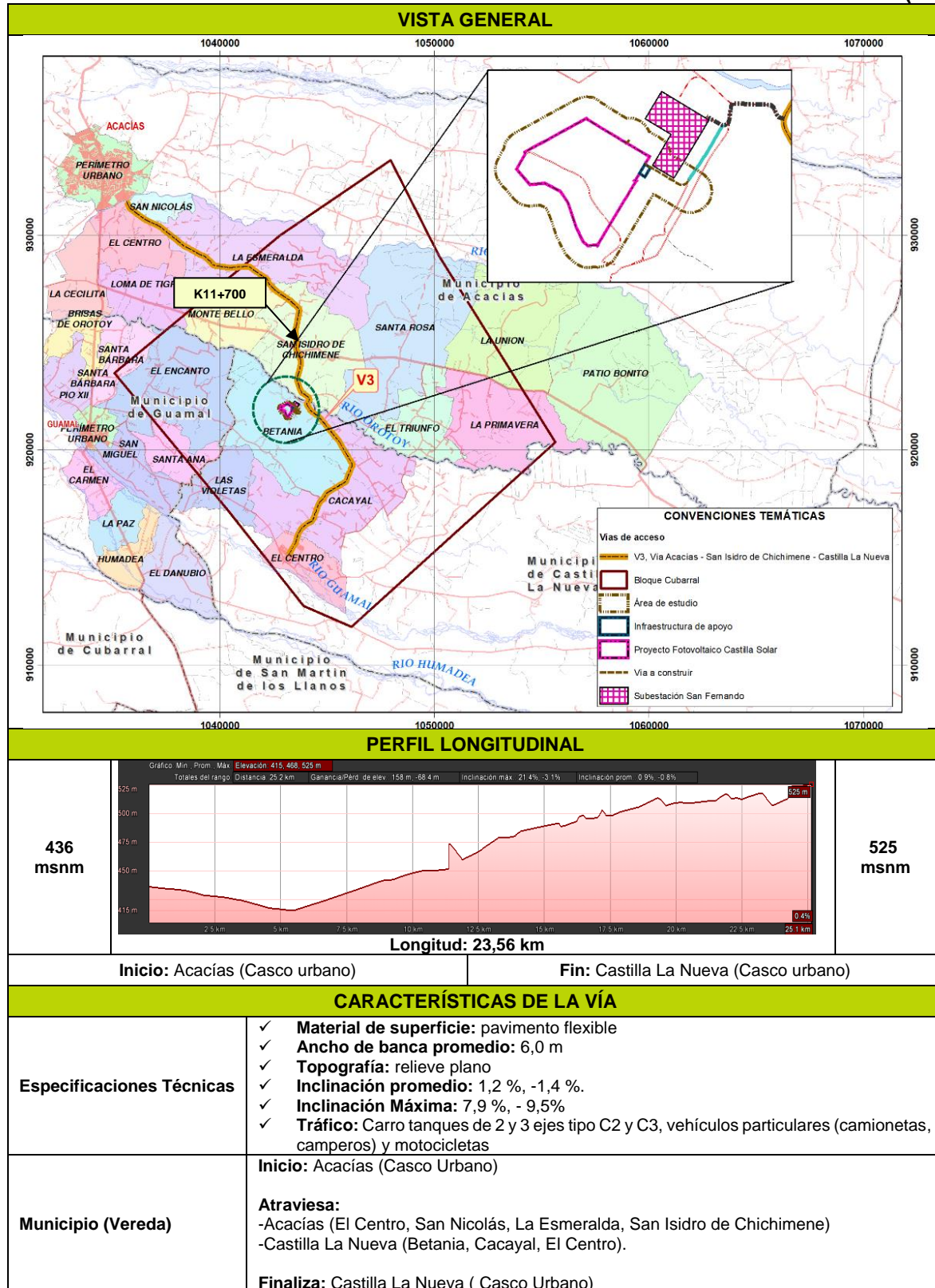
Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

### ➤ Vía Acacias – San Isidro de Chichimene – Castilla La Nueva (V3)

Esta vía comunica el casco urbano del municipio de Acacias con las veredas El Centro, San Nicolás, La Esmeralda, San Isidro de Chichimene del mismo municipio, así mismo comunica con las veredas Betania, Cacayal y El Centro de Castilla La Nueva sin embargo para el proyecto Castilla Solar se realizará el uso desde el Centro poblado de San Isidro de Chichimene; se describe como una vía Tipo 3 en buen estado, inicia en el caso urbano de Acacias, en el sitio con coordenadas (E 1035650, N 931573) a lo largo de 23,56 km; presenta una superficie de rodadura en pavimento flexible en buen estado (ver **Fotografía 1-4**). Consiste en una vía de dos carriles angosta, con ancho promedio de calzada de 6,0 m sobre relieve plano con presencia de puentes y pontones, obras de drenaje y señalización vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte. Es importante mencionar que el tramo de acceso es susceptible a usar para el proyecto Castilla Solar sería desde la abscisa K11+700.



Tabla 1-15 Detalles de la vía Acacias – San Isidro de Chichimene – Castilla La Nueva (V3)



<b>Clasificación</b>	<b>Orden 3:</b> Municipal <b>Tipo 3:</b> vía en pavimento flexible angosta
----------------------	---

*Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-16** se encuentra la infraestructura presente en la vía V3 con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología sin embargo es importante aclarar que solo será susceptible de usar un tramo a partir del K11+700 de la vía V3.

**Tabla 1-16 Infraestructura presente en la vía V3**

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V3							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC1-V3	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K0+318	1035792	931276	Bueno	7,5	3
BOX1-V3	<i>Box Coulvert</i>	K0+336	1044158	922387	Bueno	7,0	1,5
BOX2-V3	<i>Box Coulvert</i>	K0+480	1036317	930873	Bueno	7,4	1,5
ALC2-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K1+314	1036597	930692	Bueno	6,6	1,4
ALC3-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K1+435	1036707	930640	Bueno	6,7	1,4
ALC4-V3	Alcantarilla múltiple con cinco tubos en concreto de 36", con barandas metálicas y estructura de protección en gavión	K1+815	1037054	930480	Bueno	9	5,1
ALC5-V3	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K2+232	1037400	930249	Bueno	7,3	3,95
ALC6-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+382	1037516	930155	Bueno	6,7	1,4
ALC7-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+517	1037621	930071	Bueno	6,7	1,4
ALC8-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+648	1037724	929989	Bueno	7	1,4
ALC9-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+830	1037867	929876	Bueno	7	1,7
ALC10-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K3+154	1038117	929670	Bueno	6,7	1,7
ALC11-V3	Alcantarilla	K3+532	1038424	929456	Bueno	6,7	1,7
PN1-V3	Ponton en concreto ubicado sobre Caño La Esmeralda	K4+136	1038953	929163	Bueno	10	8
ALC12-V3	Alcantarilla simple en concreto de 12"	K4+341	1039137	929072	Bueno	6,7	1,7
ALC13-V3	Alcantarilla múltiple con cinco tubos en concreto de 36". Sobre caño Lejía	K4+548	1039320	928984	Regular	7	7
ALC14-V3	Alcantarilla simple en concreto de 24". Sobre caño Lejía	K5+705	1040309	928503	Bueno	6,7	1,4
ALC15-V3	Alcantarilla doble en concreto de 36". Estructura con poceta en el encole	K5+737	1040341	928498	Bueno	6,7	3,2
ALC16-V3	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K5+816	1040419	928488	Bueno	6,7	1,4

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V3							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC17-V3	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K6+993	1041549	928407	Bueno	7,5	4,2
ALC18-V3	Alcantarilla triple en concreto de 24"	K7+188	1041709	928295	Bueno	6,5	4,4
ALC19-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K7+631	1042073	928041	Bueno	6,5	1,3
ALC20-V3	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K7+829	1042224	927918	Bueno	6,7	2,2
PN2-V3	Pontón en concreto con luz de 9,7 m. Estructura con cuatro apoyos	K7+938	1042254	927812	Bueno	7	9,7
ALC21-V3	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K8+261	1042456	927563	Bueno	7	2,5
ALC22-V3	Alcantarilla doble en concreto de 24" y 36"	K9+278	1043270	926955	Regular	7	4,0
ALC23-V3	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K10+083	1043673	926337	Regular	7	2,9
ALC24-V3	Alcantarilla múltiple, con cuatro tubos en concreto de 36". Sobre el caño Laureles	K10+140	1043663	926282	Bueno	6,9	5,4
ALC25-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+384	1043616	926042	Bueno	7	1,3
ALC26-V3	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K10+710	1043552	925722	Bueno	6,7	1,7
PN3-V3	Pontón en concreto con luz de 4,0 m. Sobre el Caño Siete Vueltas	K10+866	1043522	925571	Bueno	4,5	4,0
ALC27-V3	Alcantarilla simple en concreto de 24". Estructura de encole con poceta	K11+078	1043538	925360	Bueno	6,7	1,5
INICIO DE OBRAS DEL TRAMO SUSCEPTIBLE DE USAR PARA EL PROYECTO CASTILLA SOLAR							
ALC28-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K12+080	1043708	924394	Bueno	6,5	1,3
ALC29-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K12+315	1043765	924169	Bueno	6,7	1,7
ALC30-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K12+453	1043762	924032	Bueno	6,7	1,5
ALC31-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K12+630	1043740	923856	Bueno	6,5	1,7
ALC32-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K13+208	1043594	923297	Bueno	6,5	1,3
PTE1-V3	Puente vehicular sobre el Río Orotoy, paso de un vehículo	K14+434	1044142	922294	Regular (Paso restringido se va realizar reforzamiento por parte del municipio)	5,0	20
ALC33-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K15+311	1044512	921632	Bueno	6,5	1,3
PN4-V3	Pontón en concreto reforzado sobre Caño Grande	K18+062	1046135	919423	Bueno	8,5	6,5

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V3							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
PN5-V3	Ponton en concreto reforzado sobre Caño Grande	K18+211	1046162	919282	Bueno	5,0	6,5
BOX3-V3	Box Couvert sobre Caño Seco	K18+890	1045919	918651	Bueno	6,6	1,8
BOX4-V3	Box Couvert sobre Caño Tres Ranchos	K20+092	1044958	917967	Bueno	6,2	1,7
ALC33-V3	Alcantarilla múltiple en concreto de 24"	K20+619	1044644	917549	Bueno	6,5	1,6
BOX5-V3	Box Couvert en concreto reforzado	K20+712	1044601	917467	Bueno	6,5	1,8
ALC34-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K21+608	1044244	916660	Bueno	6,0	1,4
BOX6-V3	Box Couvert en concreto reforzado sobre Caño Cachirre	K21+766	1044100	916594	Bueno	7,0	1,8
ALC35-V3	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K22+207	1043767	916307	Bueno	6,7	1,4
BOX7-V3	Box Couvert en concreto reforzado sobre Caño Hondo	K23+198	1043364	915409	Bueno	6,5	2,0

Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

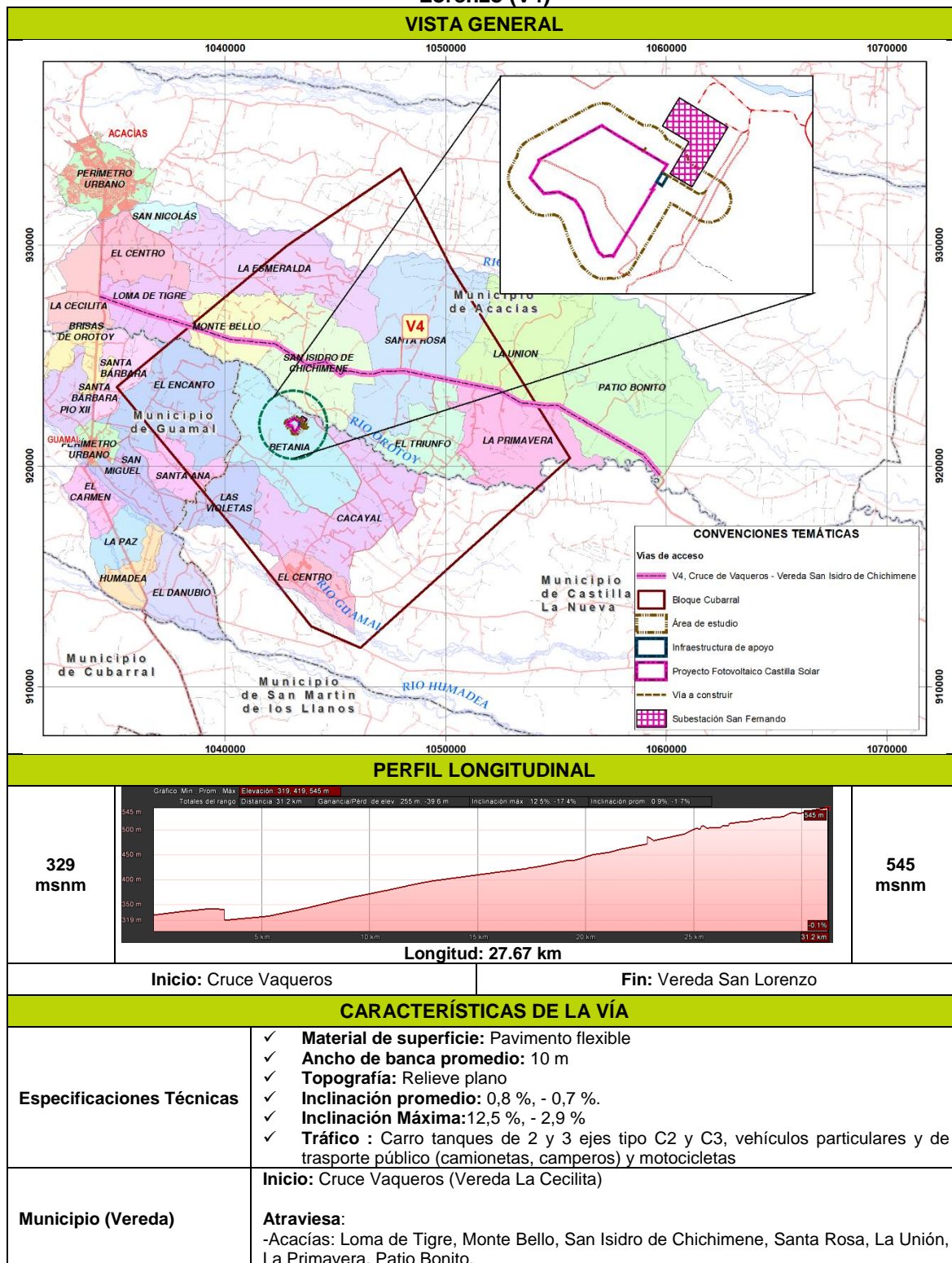
#### ➤ Vía Cruce de Vaqueros - vereda San Isidro de Chichimene - San Lorenzo (V4)

Esta vía de orden 2 comunica las veredas La Cecilita, Loma de Tigre, Monte Bello, San Isidro de Chichimene, Santa Rosa, La Unión, La Primavera y Patio Bonito del municipio de Acacías, se describe como una vía Tipo 1 en buen estado, se extiende a lo largo de 31,18 km partiendo desde el K0+000 localizado en la intersección identificada como "Cruce Vaqueros" hasta el punto (E 1061446, N 917211) en la Vereda San Lorenzo sin embargo para el proyecto Castilla Solar solo será susceptible de usar hasta la abscisa K9+900 .

La vía cuenta con una superficie de rodadura en pavimento flexible en buen estado y posee dos carriles amplios, ancho promedio de calzada de 10 m sobre relieve plano con presencia de obras de arte a lo largo del tramo y señalización vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte ver (Ver **Fotografía 1-3** y **Fotografía 1-5**).



Tabla 1-17 Detalles de la vía cruce de Vaqueros - vereda San Isidro de Chichimene - San Lorenzo (V4)



	<b>Finaliza:</b> Vereda San Lorenzo.
<b>Clasificación</b>	<b>Orden 2:</b> vía departamental. <b>Tipo 1:</b> En pavimento flexible, de dos carriles transitable todo el año.

*Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-18** se encuentra la infraestructura presente en la vía V4 con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología sin embargo para el proyecto Castilla Solar solo será susceptible de usar hasta la abscisa K9+900.

**Tabla 1-18 Infraestructura presente en la vía V4**

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V4							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
BOX1-V4	Box Coulvert	K0+853	1035116	927410	Bueno	13	1
BOX2-V4	Box Coulvert	K1+012	1035265	927357	Bueno	10	1
BOX3-V4	Box Coulvert	K1+198	1035441	927295	Bueno	10	1
BOX4-V4	Box Coulvert	K1+405	1035636	927226	Bueno	10	1
BOX5-V4	Box Coulvert	K1+550	1035773	927178	Bueno	10	1
BOX6-V4	Box Coulvert	K1+754	1035966	927110	Bueno	10	1
BOX7-V4	Box Coulvert	K2+372	1036548	926904	Bueno	10	1
BOX8-V4	Box Coulvert	K2+660	1036824	926822	Bueno	10	1
BOX9-V4	Box Coulvert	K3+741	1037864	926527	Bueno	10	1
BOX10-V4	Box Coulvert	K4+050	1038159	926433	Bueno	10	1
BOX11-V4	Box Coulvert	K4+553	1038638	926277	Bueno	10	1
BOX12-V4	Box Coulvert	K4+832	1038903	926191	Bueno	10	1
ALC1-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K6+266	1040267	925740	Bueno	9	1
ALC2-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K7+013	1041010	925668	Bueno	9,1	1
ALC3-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K7+253	1041248	925644	Bueno	9,1	1
ALC4-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K7+871	1041863	925580	Bueno	9,1	1
BOX13-V4	Box Coulvert	K9+348	1043168	924956	Bueno	9,50	1
FIN DE OBRAS DEL TRAMO SUSCEPTIBLE DE USAR PARA EL PROYECTO CASTILLA SOLAR							
ALC5-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K11+170	1044795	924528	Bueno	8,5	1
TB1-V4	Tubo metálico de 24"	K11+587	1045109	924254	Bueno	1	10
QP1-V4	Quiebrapatas metálico con barandas	K13+578	1046909	924239	Bueno	10	2,5
BOX14-V4	Box Coulvert	K13+851	1047174	924298	Bueno	10	1,5
QP2-V4	Quiebrapatas metálico con barandas	K18+320	1051573	923617	Bueno	10	2,5
ALC6-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K20+628	1053708	922838	Bueno	8,40	1,40



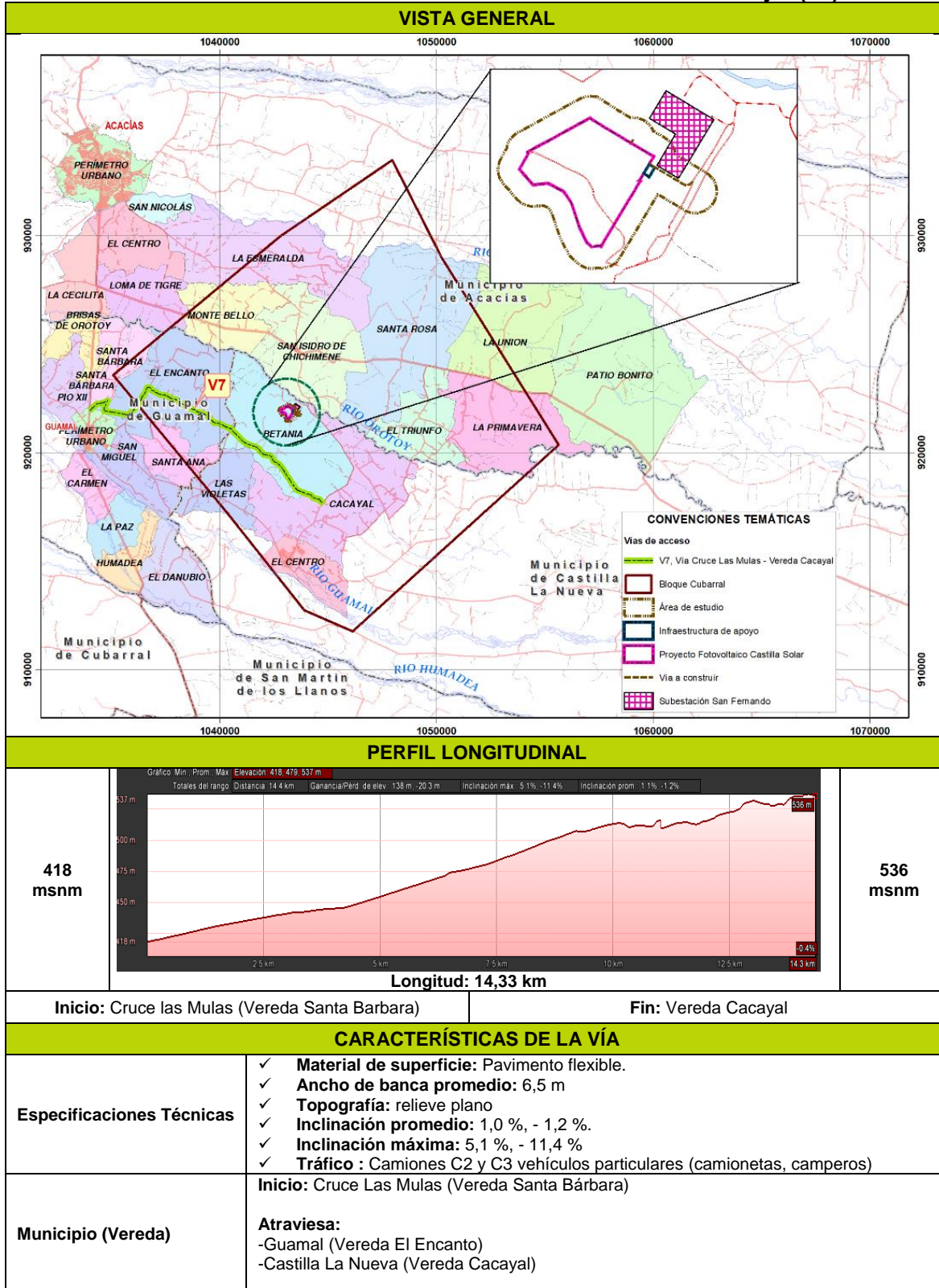
INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V4							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC7-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K21+279	1054356	922767	Bueno	8,00	1,40
ALC8-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K21+588	1054664	922741	Bueno	8,00	1,20
PTE1-V4	Puente vehicular en concreto reforzado	K22+194	1055245	922656	Bueno	6,30	13,30
ALC9-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K22+900	1055853	922295	Bueno	7,40	1,10
ALC10-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K23+283	1056183	922103	Bueno	7,80	1,40
ALC11-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K23+770	1056561	921883	Bueno	7,80	1,30
BOX15-V4	Box Coulvert	K24+057	1056856	921719	Bueno	9,00	6,00
ALC12-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K24+826	1057523	921337	Bueno	8,50	1,40
ALC13-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K24+899	1057587	921302	Bueno	8,50	1,40
ALC14-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K25+820	1058386	920840	Bueno	8,50	1,40
ALC15-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K26+460	1058940	920524	Bueno	8,50	1,40
ALC16-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K26+542	1058994	920464	Bueno	8,50	1,40
ALC17-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K26+695	1059091	920345	Bueno	8,50	1,40
ALC18-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K26+836	1059181	920235	Bueno	8,50	2,30
ALC19-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K26+950	1059254	920149	Bueno	8,50	2,30
ALC20-V4	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K27+007	1059290	920105	Bueno	8,50	1,40
BOX16-V4	Box Coulvert	K27+139	1059374	920002	Bueno	10,0	7,0
PTE2-V4	Puente vehicular en concreto reforzado sobre el Río Orotóy	K28+446	1059620	918985	Bueno	4,50	35,50

Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

### ➤ Vía cruce Las Mulas – vereda Cacayal (V7)

La vía V7 se deriva a partir de la vía nacional V1 (Acacias – Guamal) en el sitio denominado como Cruce Las Mulas, a la altura del K12+830, desde este punto se toma el K0+000 de la vía V7 localizado en las coordenadas (E 1033986, N 921934), la vía se extiende a lo largo de 14,33 Km sobre topografía plana, atravesando la vereda El Encanto del municipio de Guamal y Betania del municipio de Castilla La Nueva; cuenta con una superficie de rodadura en pavimento asfáltico, ancho promedio de calzada de 6,7 m, con dos carriles sin berma. A lo largo del tramo se encuentran pontones, box coulvert, obras de drenaje (alcantarillas y cunetas) para el manejo de aguas de escorrentía y señalización horizontal y vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte (ver **Fotografía 1-7** y **Fotografía 1-8** )

**Tabla 1-19 Detalles de la vía cruce Las Mulas – vereda Cacayal (V7)**



	<b>Finaliza:</b> Vereda Cacayal
<b>Clasificación</b>	<b>Orden 3:</b> terciaria (municipal) <b>Tipo 3:</b> vía pavimentada angosta.

*Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-20** se encuentra la infraestructura presente en la vía V7 con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología.

**Tabla 1-20 Infraestructura presente en la vía V7**

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V7							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
TB1-V7	Tubo en concreto de 24"	K0+250	1034169	922109	Bueno	7,8	1,0
TB2-V7	Tubo en concreto de 24"	K0+881	1034724	922355	Bueno	7,5	1,0
ALC1-V7	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K1+002	1034827	922403	Bueno	13,0	1,0
TB3-V7	Tubo en concreto de 24"	K1+240	1034730	922187	Bueno	8,7	1
ALC2-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K1+435	1034667	922002	Bueno	8,8	1
ALC3-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K1+439	1034666	921998	Bueno	8,8	1
ALC4-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+255	1035397	921814	Bueno	8,8	1
ALC5-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K2+634	1035771	921748	Bueno	8,7	1
ALC6-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K2+739	1035846	921819	Bueno	12,8	1
ALC7-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K2+950	1036006	921959	Bueno	7,5	1,3
ALC8-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K3+154	1036138	922113	Bueno	7,2	1,3
PN1-V7	Ponton en concreto con muros en gavión sobre el Caño Cacayal	K3+357	1036248	922278	Bueno	3,8	4,6
PN2-V7	Ponton en concreto reforzado sobre caño Bejuco	K3+624	1036392	922500	Bueno	3,6	4,3
ALC9-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K3+862	1036506	922706	Bueno	6,6	0,7
ALC10-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K4+102	1036610	922921	Bueno	6,5	1,1
ALC11-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+124	1036619	922942	Bueno	7,8	1,3
ALC12-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+215	1036669	923017	Bueno	6,6	1,4
BOX1-V7	Box coulvert	K4+343	1036788	922994	Bueno	2,0	1,5
ALC13-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K4+482	1036873	922885	Bueno	6,5	6,7
TB4-V7	Tubo concreto de 24"	K4+669	1037039	922798	Bueno	7,3	1
ALC14-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K4+777	1037134	922749	Bueno	7,3	1,1
ALC15-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K4+965	1037307	922678	Bueno	6,6	1,6

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V7							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC16-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K5+018	1037359	922672	Bueno	7,7	3,4
ALC17-V7	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K5+341	1037661	922572	Bueno	6,6	1,4
ALC18-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K5+539	1037835	922484	Bueno	6,8	1,0
ALC19-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K5+634	1037938	922461	Bueno	7,0	1,0
ALC20-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K5+758	1038043	922422	Bueno	6,5	1,0
ALC21-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K6+295	1038491	922131	Regular	7,8	0,8
ALC22-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K6+315	1038510	922124	Bueno	8,1	2,0
ALC23-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24", sin aletas	K6+472	1038643	922042	Bueno	7,9	2,5
ALC24-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K6+650	1038813	921993	Bueno	5,9	0,9
ALC25-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K6+730	1038882	921955	Bueno	7,8	1,9
ALC26-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24", sin aletas	K6+926	1039052	921858	Bueno	7,8	1,9
PTE1-V7	Puente en concreto reforzado Caño Tres Ranchos	K11+046	1042429	919749	Bueno	7,70	12,40
QP1-V7	Quebrapatas metálico con barandas	K11+422	1042686	919503	Bueno	7,0	2,5
ALC27-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K11+498	1043314	918634	Bueno	7,8	1,9
ALC28-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K13+138	1043763	918206	Bueno	7,8	1,9
ALC29-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K13+400	1044008	918111	Bueno	7,8	1,9
ALC30-V7	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K13+491	1044096	918086	Bueno	7,8	1,9

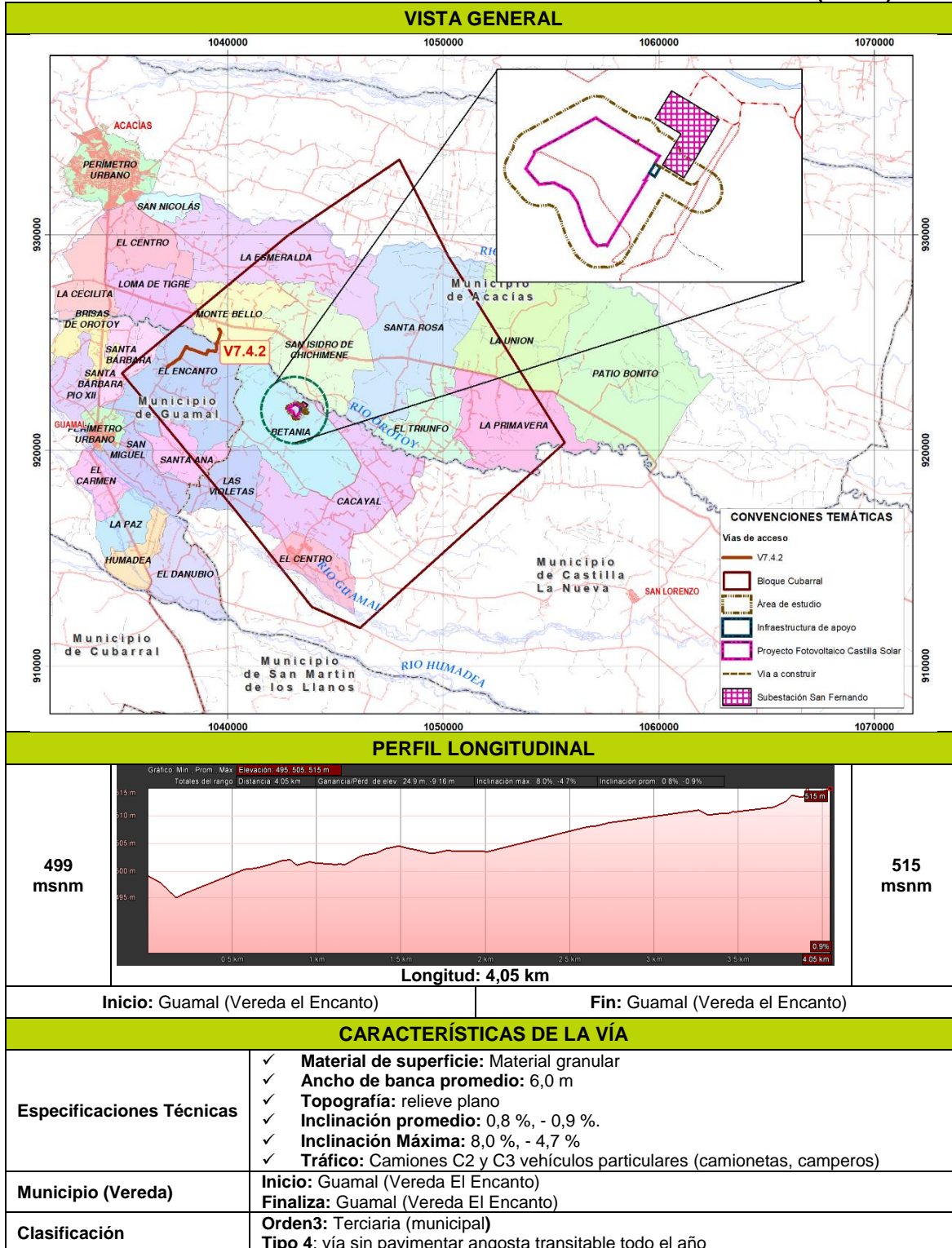
Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

#### ➤ Intersección con V7.4 – vereda El Encanto (V7.4.2)

La vía V7.4.2 inicia en el K0+000 que se deriva de la vía V4 que conduce al clúster CL17 en el K0+935 (E 1037127, N 924344), siguiendo dirección este, a lo largo de su recorrido de 4,05 km presenta superficie de rodadura en pavimento asfáltico (ver **Fotografía 1-5**), consiste en una vía angosta, ancho promedio de calzada de 6,0 m, cuenta con obras de drenaje como alcantarillas para el manejo de las aguas de escorrentía, sin drenaje longitudinal.



Tabla 1-21 Detalles de la Intersección con V7.4 – vereda El Encanto (V7.4.2)



Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

En la **Tabla 1-22** se encuentra la infraestructura presente en la vía con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología.

**Tabla 1-22 Infraestructura presente en la vía V7.4.2**

INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V7.4.2							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC1-V7.4.2	Alcantarilla doble en concreto de 36"	K0+465	1037564	924146	Bueno	7,9	2,7
ALC2-V7.4.2	Alcantarilla triple en concreto de 36"	K0+714	1037772	924291	Bueno	7,9	3,9
ALC3-V7.4.2	Alcantarilla múltiple con 10 tubos en concreto de 36"	K0+859	1037841	924419	Bueno	7,9	12,6
BOX1-V7.4.2	Box Couvert	K0+911	1037864	924465	Bueno	3,2	13
ALC4-V7.4.2	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K0+912	1037865	924466	Bueno	11,3	2,3
ALC5-V7.4.2	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K1+090	1037946	924623	Bueno	7,5	1,2
BOX2-V7.4.2	Box Couvert	K1+710	1038388	924676	Bueno	2,7	12,6
BOX3-V7.4.2	Box Couvert	K1+760	1038434	924658	Bueno	2,5	7,55
BOX4-V7.4.2	Box Couvert	K2+337	1038982	924471	Bueno	2,5	7,55
QP1-V7.4.2	Quiebrapatas metálico con barandas	K2+477	1039050	924584	Bueno	2,5	7,55

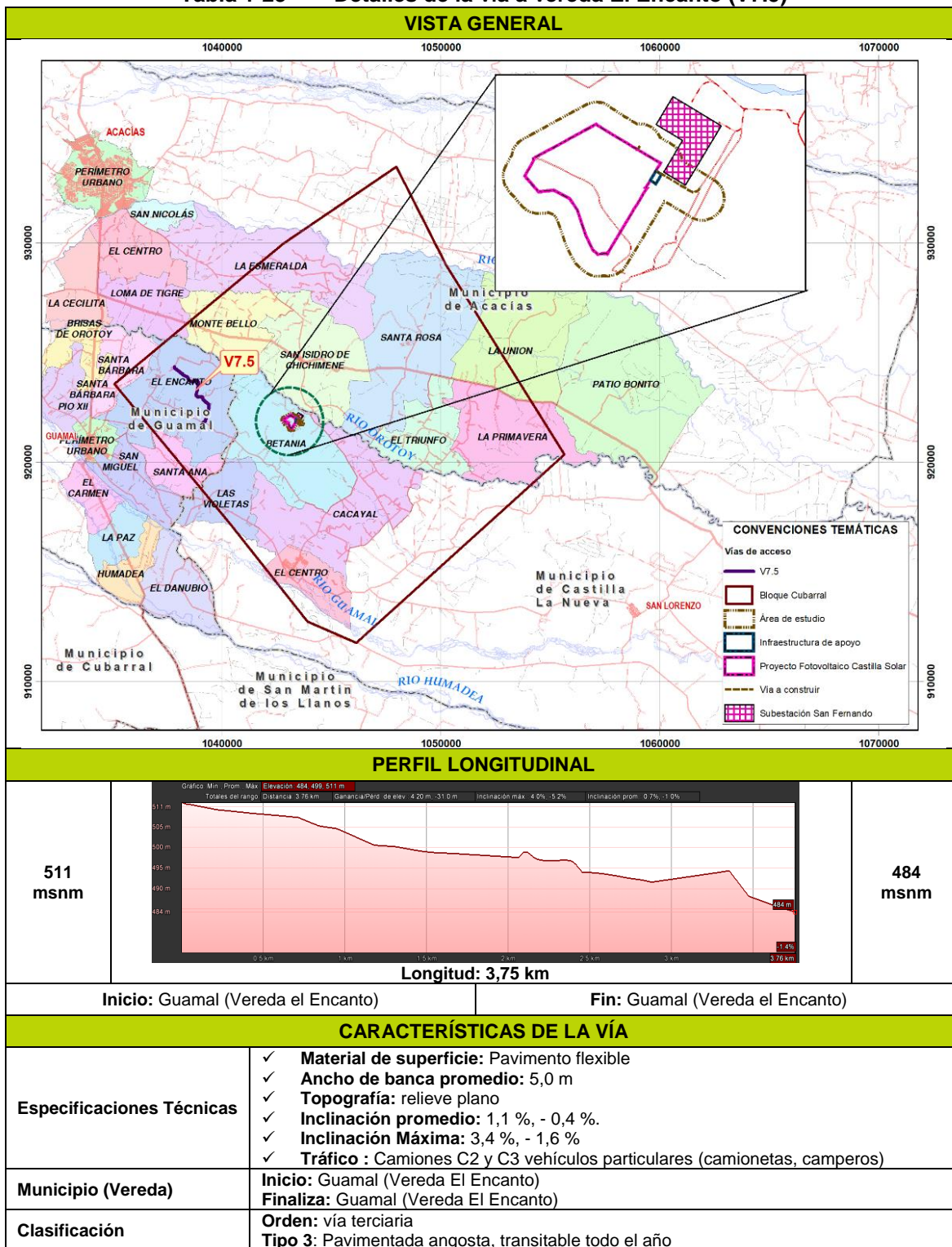
*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

#### ➤ Vía vereda El Encanto (V7.5)

La vía V7.5 inicia en el K0+000 que se deriva de la vía V7 a la altura del K7+021 (E 1039142, N 921836), a lo largo de su recorrido de 3,75 km presenta superficie de rodadura pavimento asfáltico, consiste en una vía angosta, ancho promedio de calzada de 5,0 m, cuenta con obras de drenaje como alcantarillas.



**Tabla 1-23 Detalles de la vía a vereda El Encanto (V7.5)**



*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-24** se encuentra la infraestructura presente en la vía con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología.

**Tabla 1-24 Infraestructura presente en la vía V7.5**

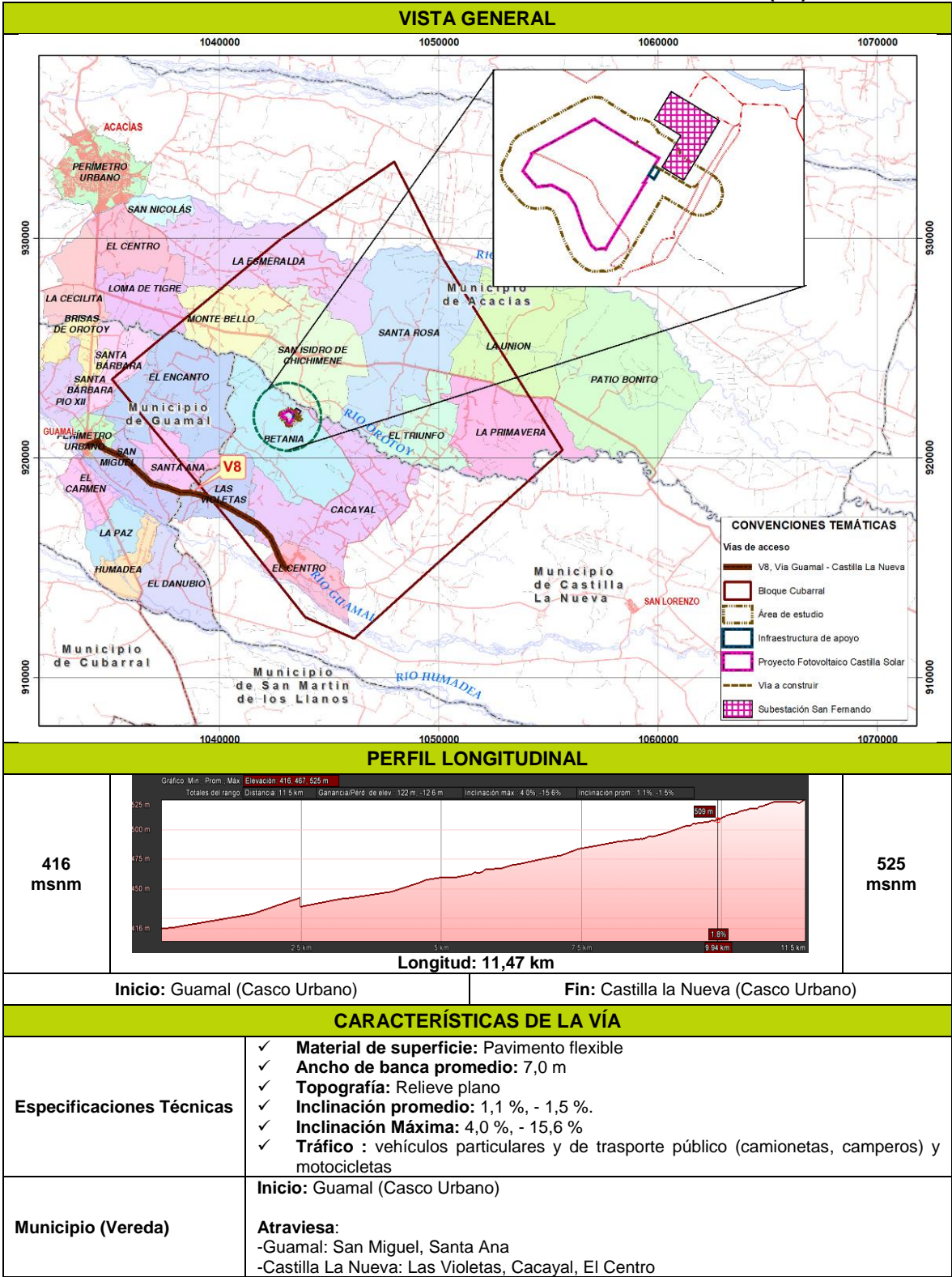
INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V7.5							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
ALC1-V7.5	Alcantarilla simple con tubo novafort de 16"	K0+087	1039215	921883	Bueno	5,9	0,9
ALC2-V7.5	Alcantarilla simple con tubo concreto de 24"	K0+091	1039219	921885	Bueno	6,0	0,7
BOX1-V7.5	Box Culvert en piedra pegada y concreto	K0+428	1039332	922201	Bueno	2,2	6,3
ALC3-V7.5	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K1+023	1039295	922733	Bueno	7,9	1,7
QP1-V7.5	Quebrapatas metálico con barandas	K1+106	1039227	922780	Bueno	5,0	2,5
ALC4-V7.5	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K1+184	1039169	922832	Bueno	5,8	2,5
ALC5-V7.5	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K1+237	1039137	922875	Bueno	8,9	2,1
ALC6-V7.5	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K1+299	1039111	922930	Bueno	6,9	2,1
ALC7-V7.5	Alcantarilla triple en concreto de 24"	K1+988	1038881	923392	Bueno	7,7	4,1
ALC8-V7.5	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K2+304	1038893	923698	Bueno	7,8	2,75
ALC9-V7.5	Alcantarilla doble en concreto de 24"	K2+559	1038688	923683	Bueno	7,9	2,50
ALC10-V7.5	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K3+250	1038160	924057	Bueno	7,9	1,0
ALC11-V7.5	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K3+363	1038068	924122	Bueno	7,9	1,0
ALC12-V7.5	Alcantarilla simple en concreto de 24"	K3+513	1037948	924213	Bueno	7,9	1,0

*Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

#### ➤ Vía Guamal – Castilla La Nueva (V8)

Esta vía de orden 3 comunica las veredas San Miguel, Santa Ana del municipio de Guamal, se describe como una vía Tipo 3 en buen estado, se extiende en una longitud de 11,47 km, Iniciando su K0+000 desde la vía nacional denominada V1 ubicado en las coordenadas (E 1033940, N 920555) hasta el punto (E 1043068, N 914946) localizado en el Casco Urbano de Castilla La Nueva. La vía cuenta con una superficie de rodadura en pavimento flexible en buen estado, angosta, ancho promedio de calzada de 7,0 m sobre relieve plano con presencia de obras de arte y señalización vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte.

Tabla 1-25      Detalles de la vía Guamal – Castilla La Nueva (V8)





	<b>Finaliza:</b> Castilla La Nueva (Casco Urbano)
<b>Clasificación</b>	<b>Orden 3:</b> Municipal. <b>Tipo 3:</b> En pavimento angosta, transitable todo el año.

*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

En la **Tabla 1-26** se encuentra la infraestructura presente en la vía con su descripción, coordenadas, estado actual de la calzada dentro del cual se tiene una calificación cualitativa (buenos, regular y malo), dimensiones y simbología.

**Tabla 1-26 Infraestructura presente en la vía V8**

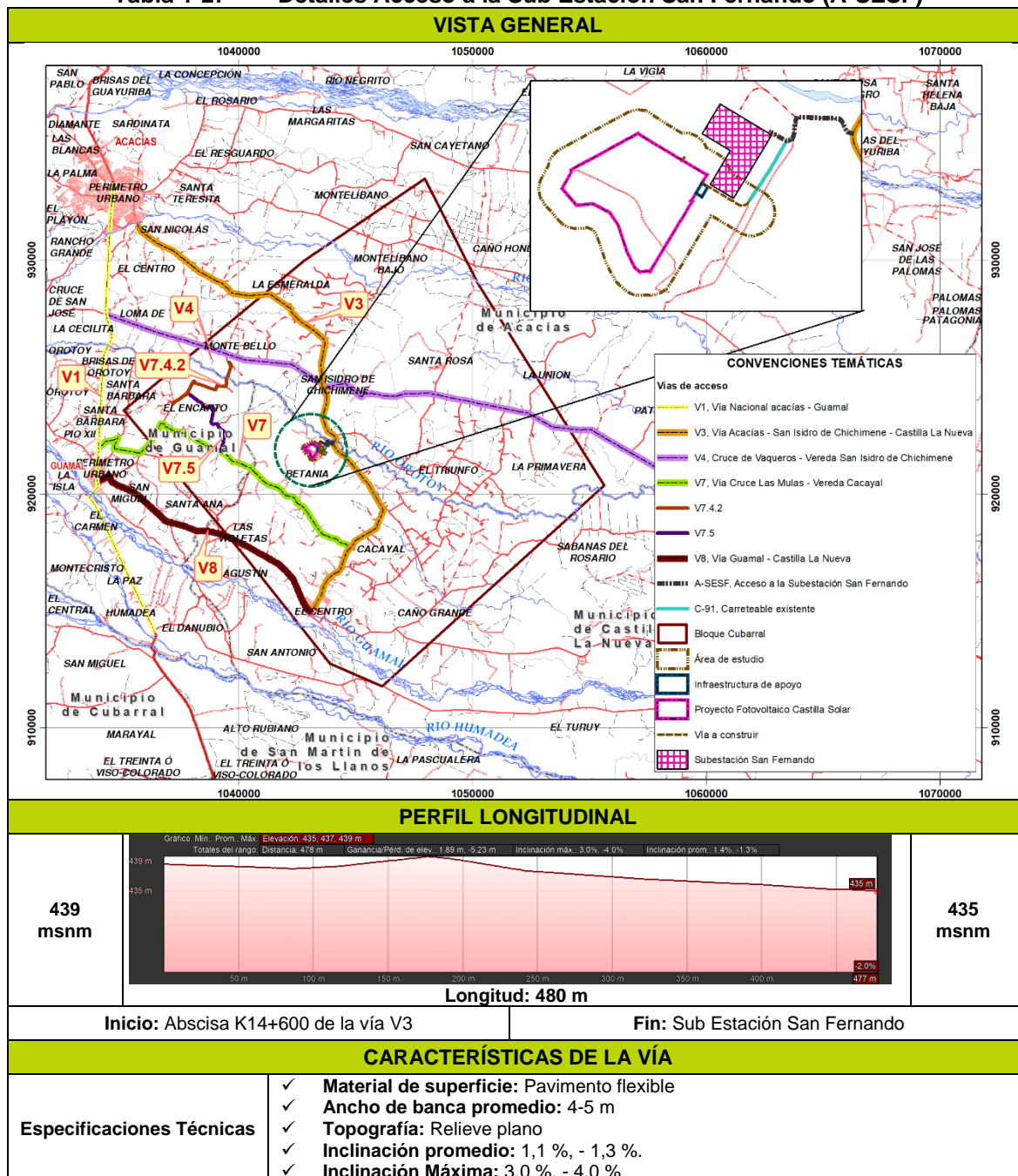
INFRAESTRUCTURA VIAL PRESENTE EN LA VÍA V8							
ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		ESTADO	DIMENSIONES (m)	
			ESTE	NORTE		ANCHO	LARGO
BOX1-V8	Box Couvert	K0+205	1034124	920632	Bueno	7,0	3,6
ALC1-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K2+394	1035896	919749	Bueno	7,0	2,50
ALC2-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K3+230	1036507	919180	Bueno	7,0	2,65
ALC3-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K3+646	1036813	918896	Bueno	7,0	2,20
ALC4-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K4+221	1037353	918716	Bueno	7,0	2,64
ALC5-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K4+574	1037690	918621	Bueno	7,0	2,80
ALC6-V8	Alcantarilla doble en concreto de 22"	K5+343	1038424	918425	Bueno	7,0	2,68
ALC7-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K5+530	1038611	918429	Bueno	7,0	1,50
ALC8-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K5+663	1038742	918405	Bueno	7,0	0,9
ALC9-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K5+883	1038956	918354	Bueno	7,0	0,9
ALC10-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K6+093	1039160	918306	Bueno	7,0	0,9
ALC11-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K6+223	1039286	918272	Bueno	7,0	1,15
PN1-V8	Pontón en concreto reforzado	K6+685	1039705	918078	Bueno	6,0	6,90
ALC12-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K6+738	1039753	918056	Bueno	7,0	1,15
ALC13-V8	Alcantarilla simple en concreto de 22"	K7+390	1040338	917771	Bueno	7,0	1,15
ALC14-V8	Alcantarilla múltiple compuesta por tres tubos de 32"	K9+475	1042072	916637	Bueno	6,5	4,20
ALC15-V8	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+301	1042503	915940	Bueno	6,5	1,5
ALC16-V8	Alcantarilla simple en concreto de 36"	K10+560	1042610	915706	Bueno	6,5	1,5

*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

➤ **Acceso a la Sub Estación San Fernando (A-SESF)**

Vía de acceso identificada como A-SESF la cual permite acceder a la Sub Estación San Fernando, inicia a partir de la abscisa K14+600 de la vía V3, se encuentra localizada dentro de la vereda Betania del municipio de Castilla La Nueva. Se clasifica como vía de carácter terciaria, de orden 4, conformada con una carpeta de rodadura en material granular, un ancho promedio 4 a 5 metros en buen estado la cual se extiende en una longitud de 480 metros sobre un relieve plano sin presencia de obras de arte y señalización vertical acorde a la normatividad del Ministerio de Tránsito y Transporte (Ver **Tabla 1-27**).

**Tabla 1-27 Detalles Acceso a la Sub Estación San Fernando (A-SESF)**





	✓ <b>Tráfico:</b> vehículos particulares y de transporte público (camionetas, camperos) y motocicletas y vehículos de carga pesada
<b>Municipio (Vereda)</b>	<b>Inicio:</b> Abscisa K14+600 de la vía V3  <b>Atraviesa:</b> -Castilla La Nueva: Betania  <b>Finaliza:</b> Castilla La Nueva (vereda Betania)
<b>Clasificación</b>	<b>Orden 3:</b> Municipal. <b>Tipo 4:</b> En material granular, transitable todo el año.

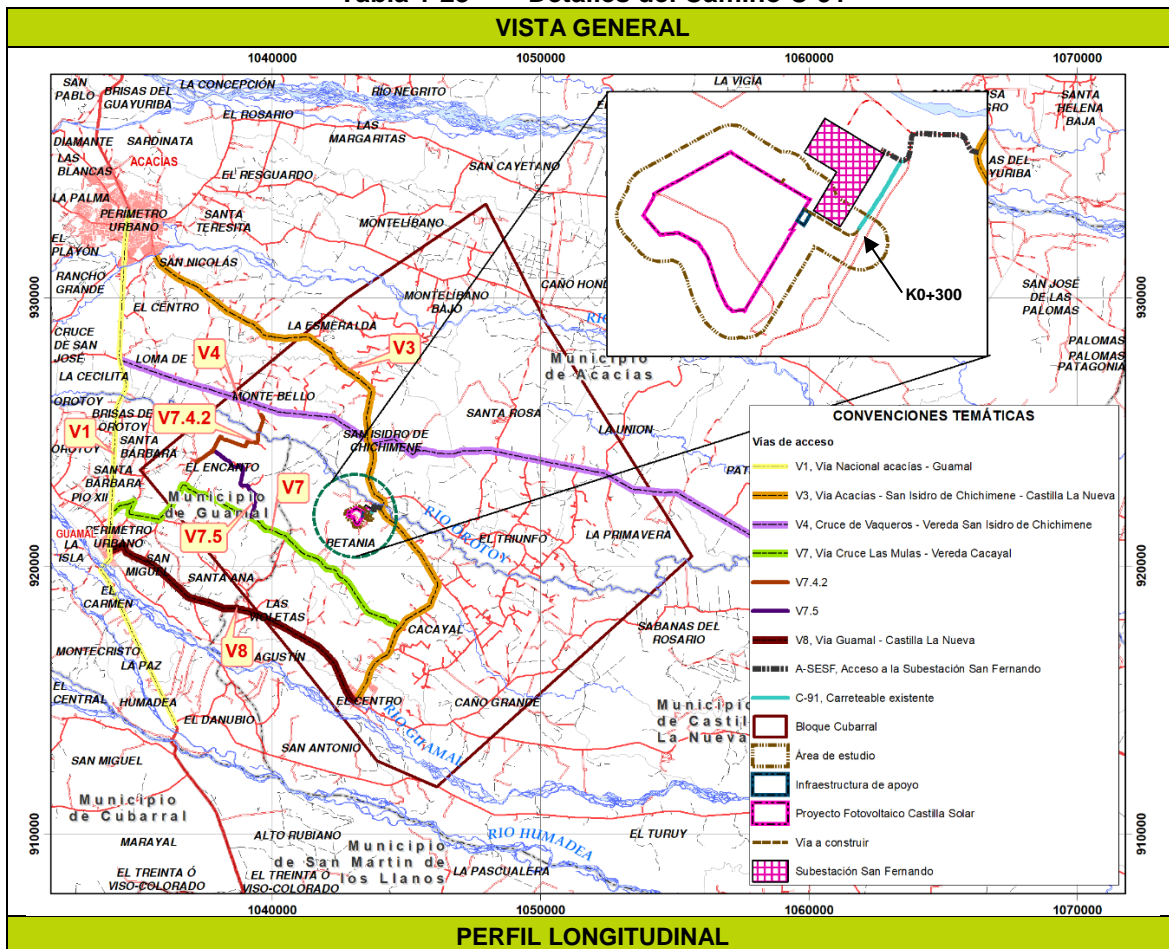
Fuente: AnteaGroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015

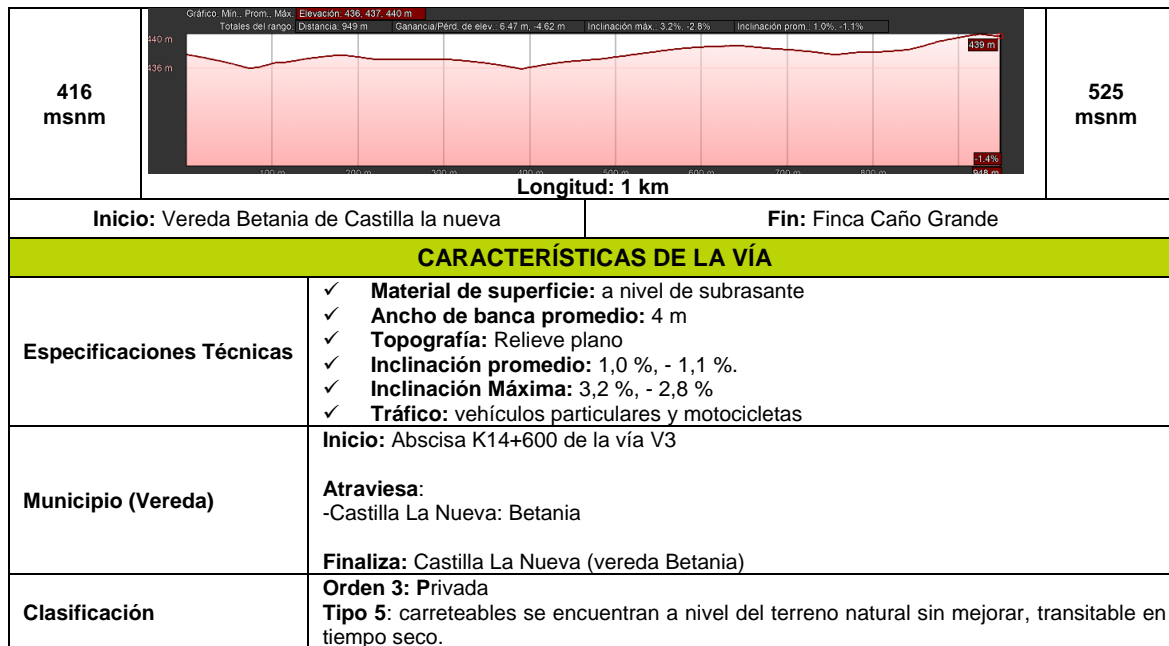
### ➤ Camino 91 (C-91)

Camino existente identificado como C-91, el cual fue realizado para la instalación de interconexión eléctrica con la sub estación San Fernando, este acceso se encuentra conformado a nivel de subrasante con un ancho promedio de 4 m, sin presencia de cunetas longitudinales y se extiende con una longitud de 1 km la cual empalma con el acceso a la finca Nueva Esperanza, es importante mencionar que solo se realizará el uso hasta la abscisa K0+300.

En la **Tabla 1-28**, se observa la localización, características y perfil del camino.

**Tabla 1-28 Detalles del Camino C-91**





*Fuente: Anteagroup, 2019 con base en la Modificación del Plan de Manejo del Bloque Cubarral Campos Castilla y Chichimene, 2015*

#### 1.4 INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En el área aledaña al proyecto fotovoltaico Castilla Solar, se encuentra la subestación eléctrica San Fernando (ver **Fotografía 1-11**), la que opera a nivel de 230/115/ 34,5 kV, esta subestación tiene como fin:

- ✓ Transformar a futuro la energía que proviene del Sistema de Transmisión Nacional (STN) a través de una línea eléctrica de 230 kV a 115 kV.
- ✓ En la actualidad transforma la energía que proviene de Termocoa de 115 kV a 34,5 kV.

De la subestación San Fernando se desprenden cuatro líneas eléctricas

- ✓ Dos en 34,5 kV llamadas SFDO – CMT y SFDO – Estación Castilla 3.
- ✓ Dos en 115 kV Llamadas SFDO – VIT SFDO y SFDO - CDO.

La línea eléctrica que se encuentra en construcción sobre el camino de acceso C91 es la de 34.5 kV SFDO – Estación Castilla 3 (ver **Fotografía 1-12**)



**Fotografía 1-11 Localización de la Sub  
Estación San Fernando  
Coordenadas E: 1043087.34 y N: 922131.11.**



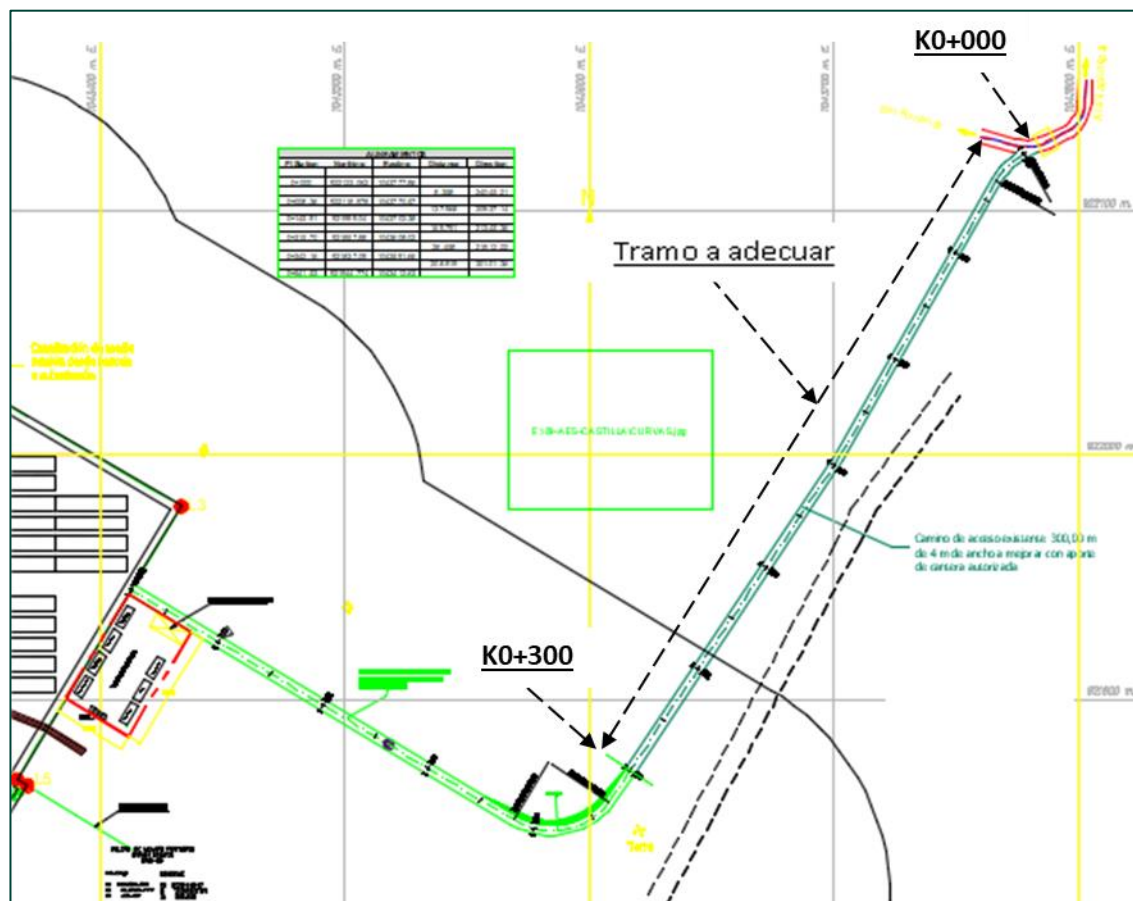
**Fotografía 1-12 Localización de la  
instalación de las torres eléctricas  
existentes, paralelas al camino  
identificado como C-91  
Coordenadas E: 1043504.99 y N:  
921626.58.**

## **1.5 CONSTRUCCIONES Y ADECUACIONES**

### **1.5.1 Vías de acceso**

#### **1.5.1.1 Adecuación de vías existentes**

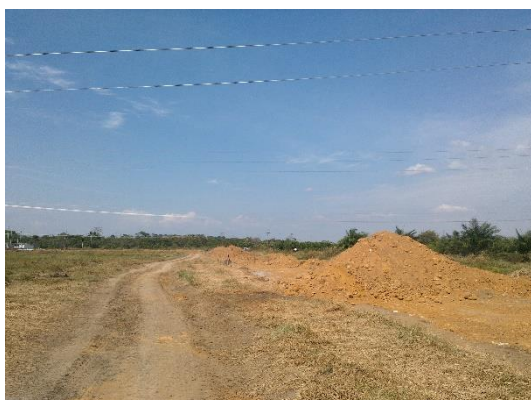
Como parte del desarrollo del proyecto, se tiene contemplado la adecuación del tramo del carreteable existente que parte de la vía de acceso a la subestación San Fernando identificado como A-SESF, tomando el empalme como el K0+000 hasta el K0+300 (Ver **Figura 1-15**).



**Figura 1-15 Adecuación De acceso existente K0+000 hasta el K0+300**

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2019*

En la **Fotografía 1-13** y **Fotografía 1-14**, se observa el estado actual del acceso.

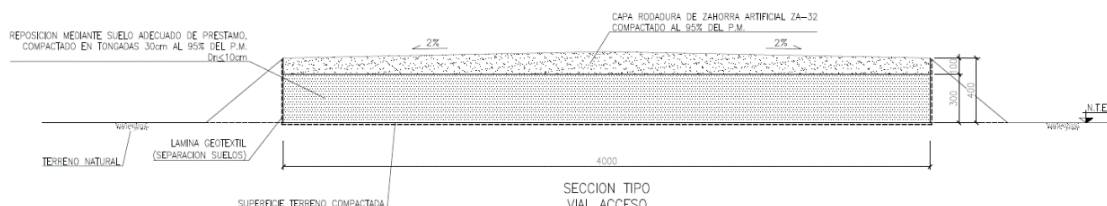


**Fotografía 1-13 Panorama del camino identificado como C-91 objeto de adecuación.**  
Coordenadas E: 1043646.91 y N: 921909.16.



**Fotografía 1-14 Panorama del camino identificado como C-91 objeto de adecuación.**  
Coordenadas E: 1043607.96 y N: 921846.88.

Dentro de las actividades de adecuación sobre el mismo corredor existente, la conformación se realizará sobre un ancho de vía existente de 4m, instalando un geotextil, para posterior realizar la conformación de la superficie con un espesor de 30 cm y 10 cm de material de río. A continuación, en la **Figura 1-16** se observa la sección transversal de la vía a adecuar.



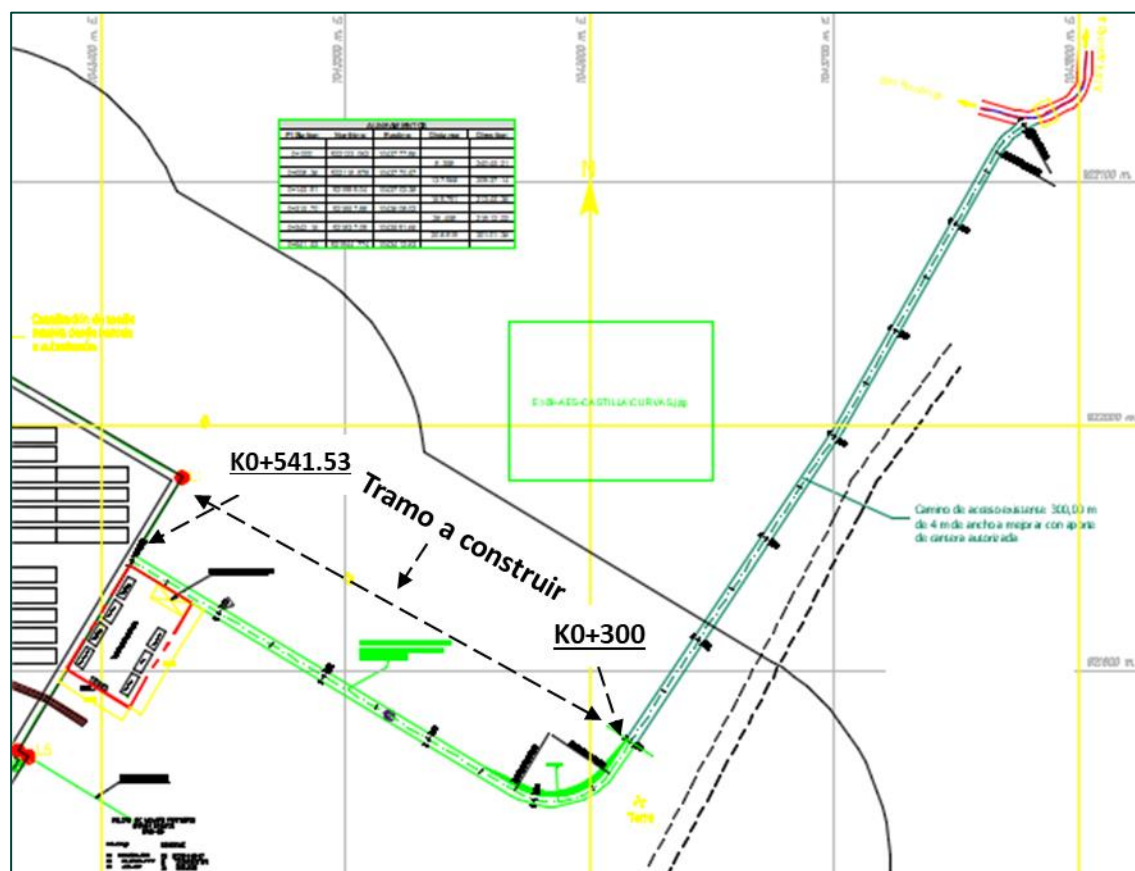
**Figura 1-16 Sección tipo de la vía a adecuar**

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2019*

#### 1.5.1.2 Construcción de nuevos accesos

Para ingresar al Proyecto Castilla Solar se proyectará un acceso nuevo con una longitud de 242 m y ancho de 4 m, el cual inicia a partir del acceso existente identificado como C-91 en su abscisa K0+300, con radio de curvatura de 30m, sobre un ancho de 2 m cuya labor facilitará el tránsito de los vehículos de carga durante la construcción e instalación. Este acceso proyectado termina en la abscisa K0+242, estableciendo una longitud total de construcción de 242 metros. Su conformación consiste en el desmonte de la cobertura vegetal, instalación de Geotextil y conformación de materia de río, es importante precisar que no se realizará ningún tipo de excavación (Ver **Figura 1-17**).





**Figura 1-17 Tramo de vía a construir**

*Fuente: Ecopetrol S.A. 2019*

En la **Tabla 1-29** se relacionan las coordenadas de inicio y fin de la vía de acceso a construir.

**Tabla 1-29 Coordenadas de inicio y fin de la vía de acceso a construir**

VERTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
Inicio	1,043,616.75	921,870.94
Fin	1,043,412.52	921,944.84

**Fuente: Ecopetrol S.A. 2019**

En la **Fotografía 1-15** y **Fotografía 1-16**, se observa el estado del acceso proyectado para construcción.



**Fotografía 1-15** Panorama del estado de la vía de acceso proyectado.  
Coordenadas E: 1043408.83 y N: 921943.01.

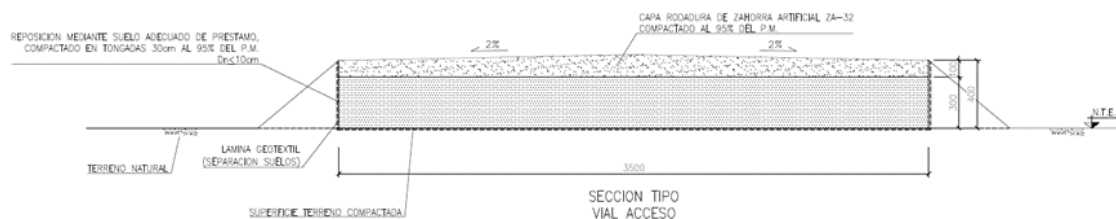


**Fotografía 1-16** Panorama del estado de la vía de acceso proyectada.  
Coordenadas E: 1043607.67 y N: 921846.94.

➤ **Construcción de corredores de tránsito al interior de la planta:**

Se adecuarán corredores de tránsito internos con el fin de facilitar la instalación de los equipos complementarios y posterior mantenimiento de los mismos; en una longitud aproximada de 2.500 m y un ancho de banca de 3 m. Para estas adecuaciones se empleará material de río que cuente con su respectivo permiso.

En la **Figura 1-18**, se observa la sección transversal del corredor interno.



**Figura 1-18** Perfil de corredor vial interno

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019

1.5.1.3 Especificaciones técnicas

Con el fin de obtener un diseño acorde con las necesidades y requerimientos de las vías a adecuar y a construir se tuvieron en cuenta los criterios de diseño, pendientes, alineamientos, radios de curvaturas y demás especificaciones técnicas especificadas en la Resolución 728 de 2012 (Ver **Tabla 1-30**).

**Tabla 1-30** Especificaciones técnicas de vía a construir y adecuación Resolución 728 de 2012

ÍTEM	ESPECIFICACIÓN PARA ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS		ESPECIFICACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS
	DIMENSIÓN MÁXIMA	DIMENSIÓN MÍNIMA	DIMENSIÓN
Derecho de vía	20 m	12 m	12 m máximo

ÍTEM	ESPECIFICACIÓN PARA ADECUACIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS		ESPECIFICACIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE VÍAS
	DIMENSIÓN MÁXIMA	DIMENSIÓN MÍNIMA	DIMENSIÓN
Ancho de banca	8,0 m	5,50 m	Variable entre 4,5 m y 7,0 m según lo especificado en función de la topografía
Ancho de calzada	7,0 m	4,50 m	Variable entre 4,5 m y 7,0 m según lo especificado en función de la topografía
Altura de terraplén	4 m	0,3 m	0,50 a 2 m
Espesor del afirmado	0,30 m	0,20 m	0,30 a 2 m
Radio de curvatura	-	22 m	22 m mínimo
Bombeo	5 %	2 %	2 %
Pendiente longitudinal y estructura de vía	18 %	0 %	<18% Suelos estabilizados, material granular o afirmado >18% Suelos estabilizados, material granular o afirmado como base y concreto hidráulico como rodadura
Taludes de corte	1H:1V (*) Estabilizados y protegidos una vez termine su perfilado		1H:1V Estabilizados y protegidos una vez termine su perfilado
Taludes de terraplén	1,5H :1V (*) Estabilizados y protegidos una vez termine su perfilado		1V:2H
(*) Valor promedio. El definitivo se debe establecer con base en estudios específicos.			

Fuente: Tabla de adaptación Resolución 728 de 2012.

En la **Tabla 1-31**, se presentan las especificaciones para la adecuación y construcción de las vías acceso al proyecto Castilla Solar.

**Tabla 1-31 Especificaciones técnicas de vías de acceso proyectadas para adecuación y construcción del diseño del proyecto Castilla Solar**

ÍTEM		ESPECIFICACIONES			
		UNID.	Vía a adecuar	Vía de construcción	Accesos internos
Longitud de vía a construir		m	300	242	2500
Ancho de banca		m	4,0	4,0	3,0
Pendiente longitudinal y estructura de vía		%	2% en relleno	2% en relleno	2% en relleno
Radio de curvatura		m	N/A	30	N/A
Estructura	Instalación de material granular de Río.	cm	30 cm de espesor (instalada sobre geotextil, conformada en relleno)		
Bombeo		%	2%		
Obras de drenaje		φ	N/A	N/A	bateas o Baden, que tendrán un ancho de 3,5m, una longitud variable de acuerdo a la profundidad del colector (la cual se definirá con la interventoría) y un espesor de 0.2 m.

Fuente: Anteagroup y Ecopetrol S.A., 2019

#### 1.5.1.4 Movimientos de tierra

Se estima un volumen entre 3.000 a 4.500 m<sup>3</sup>; provenientes de la adecuación de accesos y plataformas para ubicar equipos; los cuales se dispondrán al interior del área del proyecto para compensar áreas bajas.

- ✓ Concreto Premezclado: Se estima emplear entre 200 a 300 m<sup>3</sup>
- ✓ Material de río para adecuación de accesos: Se estima emplear entre 3.000 a 5.500 m<sup>3</sup>

#### 1.5.1.5 Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva

A continuación, en la **Tabla 1-32**, se realiza la descripción del uso, aprovechamiento y afectación de recursos que podrá ser utilizado para el desarrollo del proyecto Castilla solar. Las descripciones detalladas se pueden consultar en la Parte II Uso y Aprovechamiento de Recursos del presente estudio.

**Tabla 1-32 Relación de recursos naturales para el proyecto Castilla Solar**

RECURSO NATURAL	DESCRIPCIÓN				
AGUAS SUPERFICIALES	A continuación se presentan los aspectos generales de las fuentes que cuentan con permisos de concesión, y que pueden ser usadas, en caso de ser necesario; durante las actividades que se realizará el Proyecto Castilla Solar.				
	FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CAUDAL	RESOLUCIÓN
		ESTE	NORTE	(L/S)	
	Caño Grande	1.047.346	917.544	6,5	Resolución PS-GJ 1.2.6.11.0618 de 2011 Resolución PS.GJ.1.2.6.014.1065 de 2014 (Resuelve recurso contra Res 0618/11)
	Caño Cacayal	1.046.081	916.144	5,5	Resolución PS-GJ 1.2.6.15.0622 de 2015 (Aclara la vigencia de la Res 0618/11)
<p><b>Sistema de captación:</b> Bombeo.  <b>Sistema de conducción:</b> Carrotanque o tubería.</p> <p>El agua para consumo doméstico, adecuación de acceso, montaje de la planta y mantenimiento de los paneles, también podrá ser adquirida a proveedores autorizados de la zona.</p>					

RECURSO NATURAL	DESCRIPCIÓN					
AGUAS SUBTERRÁNEAS	A continuación, se presentan los puntos de captación de aguas subterráneas a utilizarse dado el caso de requerirse por el proyecto Castilla Solar, durante las etapas del desarrollo del mismo.					
	FUENTE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		CAUDAL	RESOLUCIÓN	ESTADO - VIGENCIA
		ESTE	NORTE	(L/S)		
	Pozo profundo Estación Acacias	1.049.384	920.864	8	Resolución PS.GJ.1.2.6.15.2262 de 2015	Vigente hasta noviembre de 2020
	Pozo profundo Estación Castilla I	1.045.790	916.046	4,57	Resolución PS.GJ.1.2.6.013.2173 de 2013	Vigente hasta diciembre de 2018
	Pozo profundo Estación Castilla II	1.047.407	917.530	4	Radicado 011930 de CMC - 15 de junio de 2018 (solicitud de prórroga)	En trámite prórroga
OCUPACIÓN DE CAUCES	La construcción del proyecto Castilla Solar no tendrá ocupaciones de cauce.					
APROVECHAMIENTO FORESTAL	La construcción del proyecto Castilla Solar no tendrá aprovechamiento forestal.					
RESIDUOS SÓLIDOS	Los residuos sólidos que se generarán durante las etapas del proyecto Castilla Solar, están representados por residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y especiales. Durante la ejecución del proyecto, se contará con personal encargado para realizar la segregación, recolección, cuantificación, almacenamiento temporal, transporte y la respectiva disposición final de los residuos generados. Las áreas donde se llevará a cabo las actividades del mencionado proyecto, contarán con recipientes adecuados e identificados para su almacenamiento temporal de residuos, que serán recogidos periódicamente y dispuestos de acuerdo a sus características.					
RESIDUOS LÍQUIDOS	<p>➤ Aguas residuales domésticas</p> <p>Durante las etapas de obras civiles y operación del Proyecto Castilla Solar, se instalarán baños portátiles para el manejo de los residuos líquidos domésticos del personal.</p> <p>➤ Aguas residuales industriales</p> <p>No habrá generación de aguas residuales industriales</p>					
MATERIAL DE ARRASTRE	Para la ejecución de las obras civiles del proyecto Castilla Solar, se utilizarán materiales extraídos de canteras cercanas al área de ejecución del proyecto. Para el caso de estas explotaciones se deben contar con los permisos, autorizaciones y licencias a que haya lugar (permiso Minero y Licencia Ambiental) y de igual forma deben ser expedidas por la autoridad y entidades correspondientes y competentes.					
EMISIONES ATMOSFÉRICAS	Para el proyecto Castilla Solar, no se requiere permiso de emisiones atmosféricas.					

#### 1.5.1.6 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)

A continuación, se describen las labores previstas para la construcción de la vía de acceso (Ecopetrol S.A.; Consorcio Megaoil, 2015):

##### ➤ Localización y replanteo

Con base a los planos de diseño definitivo de la vía de acceso a construir, la comisión de topografía localiza con exactitud las diferentes áreas involucradas: eje de la vía, hombros de la misma,



elementos de las curvas, chaflanes de corte y relleno, puntos y sitios de obras especiales, entre otros. Con el fin de materializar estos puntos en sitio se utilizan estacas, de tal manera que sirvan de orientación al personal que ejecuta las obras sobre el corredor de la vía.

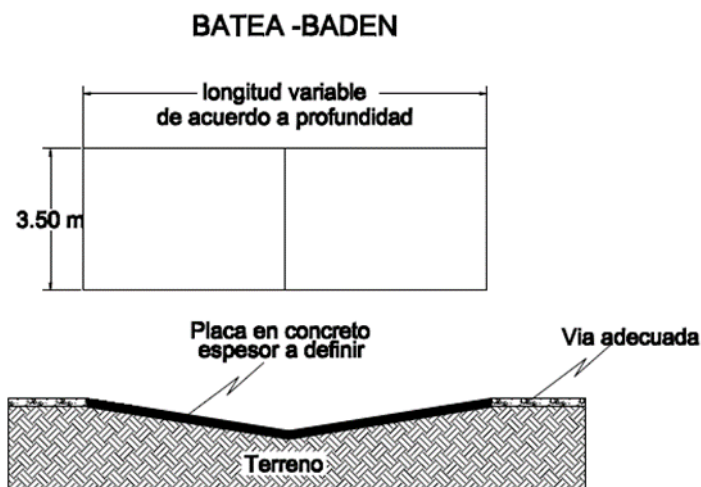
➤ **Desmonte y descapote**

Comprende la limpieza y el desraíce en el corredor de intervención de la vía cubierta por pastos. Los trabajos de desmonte y descapote se realizan en las zonas señaladas según los planos de diseño de cada área de intervención según el trazado de la vía.

El descapote se realiza removiendo la capa orgánica en los sectores en donde sea necesario, aproximadamente esta capa tiene un espesor de 0,10 m o el estimado en los diseños, la capa vegetal que resulte durante el desarrollo de esta actividad, se dispondrá en zonas dentro del áreas del área intervención que se encuentren desprovistas de cobertura vegetal.

➤ **Construcción de obras de drenaje**

Hace referencia a la construcción de obras que permitan un buen manejo de aguas de escorrentía hacia drenajes naturales, con el fin de evitar daños en la banca y que no altere la escorrentía natural de la zona. Para el proyecto Castilla Solar, dada las características generales del relieve del sector es básicamente plana con algunas ondulaciones y que en su momento cuando se cultivó arroz adecuaron unos colectores de agua; es así, que para la construcción de los senderos internos y el corredor perimetral se tendrá en cuenta cuando estas crucen los colectores de agua la necesidad de construir unas bateas o Baden, que tendrán un ancho de 3,5m, una longitud variable de acuerdo a la profundidad del colector (la cual se definirá con la interventoría) y un espesor de 0,2 m (Ver **Figura 1-19**).



**Figura 1-19 Representación perfil Baden tipo para cruces de colectores de agua**  
Fuente: Ecopetrol S.A. 2019

➤ **Mejoramiento de la subrasante**

Para la construcción de vías del acceso al proyecto Castilla Solar, una vez realizado el desmonte y descapote de la cobertura vegetal de pastos limpios, se procederá a la compactación mediante vibrocompactador, se extenderá geotextil en toda el área, con el fin de identificar el nivel del terreno y posterior se realizará la conformación y compactación del material de río. En cuanto a la adecuación

del acceso existente sobre el derecho de vía existente se realizará la instalación y compactación de geotextil, así como el suministro de material de río (Ver **Figura 1-16** y **Figura 1-17**).

➤ **Drenajes y estructuras necesarias**

No se harán obras de drenaje en concreto ni para vías acceso a construir ni para la adecuación; sin embargo, es importante mencionar que para los accesos internos del proyecto fotovoltaico, mantendrá los drenajes existentes que tiene la zona y para la construcción de los senderos internos y el corredor perimetral se tendrá en cuenta cuando estas crucen los canales, es así que se requiere de la construcción de unas bateas o Baden, que tendrán un ancho de 3,5m, una longitud variable de acuerdo a la profundidad del canal (la cual se definirá con la interventoría) y un espesor de 0,2 m (Ver **Figura 1-19**).

➤ **Requerimientos de mano de obra.**

El personal requerido, se encuentra relacionados en el ítem **1.3.4** Personal requerido incluida la mano de obra a contratar, el cual se estimó a partir de los diseños del proyecto relacionados en el **ANEXO 2. DISEÑOS**.

➤ **Plan de obras y cronogramas de ejecución**

En el ítem **1.3.3** **Flujograma y cronograma de actividades** se relaciona el cronograma de obras.

## **1.6 INFRAESTRUCTURA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA**

El proyecto Castilla Solar, busca generar energía eléctrica a partir de sol. La energía solar fotovoltaica es la transformación de la radiación solar en energía eléctrica a partir del efecto fotovoltaico de los materiales semiconductores que forman las células solares. Este tipo de generación de energía eléctrica es respetuosa con el medio ambiente y no contamina.

Para construir este proyecto se debe tener en cuenta mínimo los siguientes factores:

- ✓ Conocer la irradiación y la trayectoria solar en las diferentes épocas del año.
- ✓ Tener un nivel óptimo de radiación solar y conocer el potencial fotovoltaico.
- ✓ Un predio que tenga un horizonte libre de obstáculos como lo serían las montañas y árboles que puedan generar sombras y reducir la producción eléctrica.
- ✓ El terreno debe ser lo más plano posible.
- ✓ Determinar el consumo o energía que se quiere generar con la planta solar.
- ✓ Tener una distancia corta entre la planta solar fotovoltaica y el punto de conexión.

Teniendo en cuenta lo anterior, el proyecto fotovoltaico Castilla Solar es una apuesta a la generación de energía limpia con la que se busca la generación de energía eléctrica fotovoltaica de 21 MWp, equivalente a 19 MW de corriente alterna, que generará una energía al año de 27.000 MW/Hh, equivalente al consumo de 8.500 hogares colombianos.

Toda la energía será consumida por Ecopetrol en el proceso productivo del Campo Castilla disminuyendo el consumo de combustibles fósiles.

Es así, que se realizará la construcción del proyecto fotovoltaico en un área de intervención de 18,56 hectáreas y un área de 0,15 hectáreas para la adecuación de una instalación de apoyo que será utilizada solo para la etapa de construcción, localizada sobre el terreno plano, con una ligera inclinación, cuya cobertura predominante son pastos limpios. Limita al noroeste con pastizales y

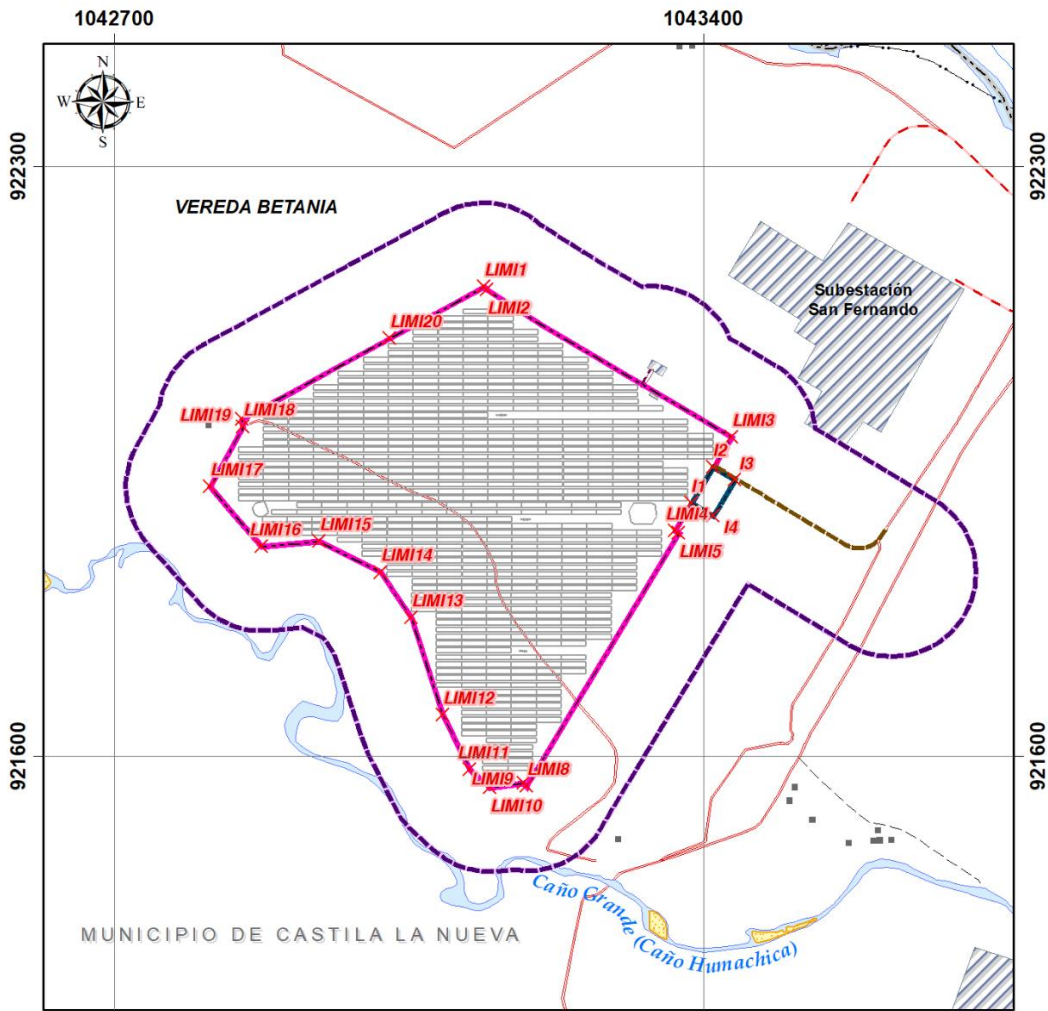
cultivos de palma de aceite, al noreste limita con la subestación de San Fernando 230/115 Kv de Ecopetrol S.A., al suroeste con el Caño Grande, al cual se le respetará su ronda y al suroriente con pastizales y la finca La Esperanza (Ver **Fotografía 1-17**).













**Fotografía 1-17**      **Panorama de área de intervención**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

Actualmente este predio pertenece a Ecopetrol. En la **Figura 1-20** se observa el polígono de intervención donde se instalará los paneles, así como el área de instalación de apoyo.



CONVENCIONES TEMÁTICAS

	Área de estudio		Línea eléctrica proyectada		Vértices
	Proyecto fotovoltaico		Vía de acceso proyectada		
	Celdas fotovoltaicas		DDV Línea Eléctrica		
	Instalaciones de apoyo		DDV Acceso		
	Infraestructura existente				

**Figura 1-20 Área de la localización del proyecto fotovoltaico Castilla Solar**

En la **Tabla 1-33**, se observa las coordenadas que delimitan el polígono del proyecto castilla Solar y en la **Tabla 1-34** se relacionan las coordenadas donde se realizara la ubicación de la instalación de apoyo para la etapa de construcción.

**Tabla 1-33 Coordenadas de los vértices de cerramiento del polígono proyecto Castilla Solar**

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA		VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)		ESTE (m)	NORTE (m)
LIMI1	1,043,138.81	922,157.27	LIMI12	1,043,089.76	921,648.88
LIMI2	1,043,142.17	922,153.49	LIMI13	1,043,052.40	921,763.99
LIMI3	1,043,432.97	921,978.84	LIMI14	1,043,016.27	921,817.94
LIMI4	1,043,365.87	921,867.28	LIMI15	1,042,943.04	921,854.56
LIMI5	1,043,370.14	921,864.68	LIMI16	1,042,874.89	921,848.61
LIMI8	1,043,189.31	921,564.05	LIMI17	1,042,813.15	921,919.38
LIMI9	1,043,185.87	921,567.48	LIMI18	1,042,853.04	921,990.80
LIMI10	1,043,146.04	921,562.55	LIMI19	1,042,851.40	922,000.00
LIMI11	1,043,122.35	921,583.60	LIMI20	1,043,026.70	922,095.90

Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.

**Tabla 1-34 Coordenadas de los vértices de la instalación de apoyo**

VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
I1	1,043,385.72	921,900.28
I2	1,043,411.60	921,943.06
I3	1,043,437.27	921,927.53
I4	1,043,411.39	921,884.75

Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.

### 1.6.1 Características y especificaciones técnicas

Los Paneles fotovoltaicos que se instalarán en el proyecto fotovoltaico tienen las siguientes especificaciones técnicas:

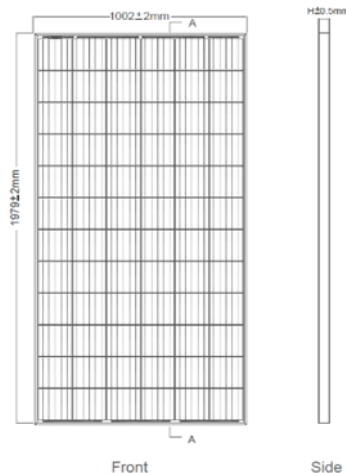
- ✓ Medidas aproximadas 2000x1000x40 mm
- ✓ 22 kg de peso cada uno.
- ✓ Potencia máxima de salida del panel es 385 Wp

Serán instalados 54.549 paneles solares, los cuales están contruidos por un marco o estructura metálica, generalmente de aleación de aluminio anodizado, un tablero de cristal tratado térmicamente, de 3,2 mm de espesor con característica de anti reflexión de luz. El cristal y la estructura de aluminio protegen las células fotovoltaicas que se alojan en el interior del panel y que son la clave del sistema de energía. Las células fotovoltaicas son estructuras de silicio que tienen la propiedad de transformar la luz del sol en energía eléctrica.

Para el proyecto se utilizará el modelo de panel Cheetah Mono PERC Full Cell Modules, referencia JKM385M-72-V fabricado por Jinko Solar.



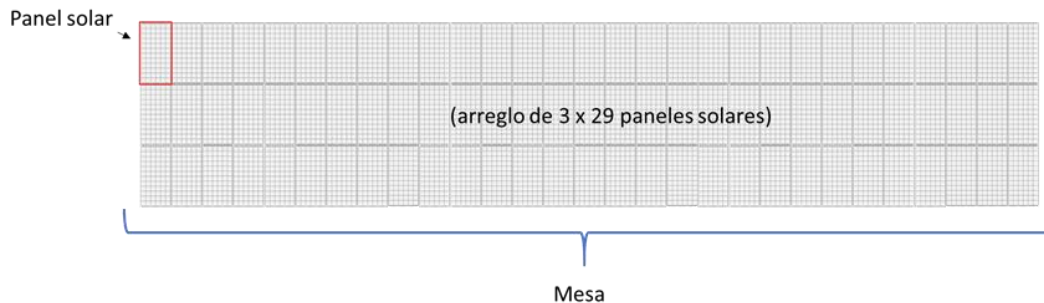
- **Dimensiones de paneles:** En la **Figura 1-21**, se observa las dimensiones de cada uno de los paneles.



**Figura 1-21 Dimensiones de paneles**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

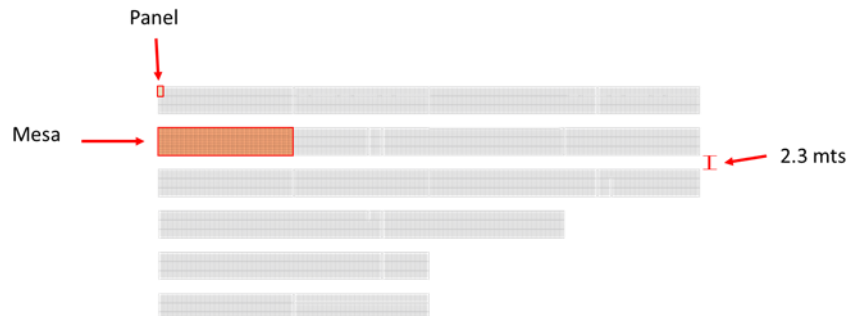
- **Estructura metálica y separación:**

Los paneles se ubicarán en una estructura metálica (denominada Mesa), con un arreglo de 3 x 29 paneles tal como se muestra en **Figura 1-22**. La distancia de separación entre paneles estará entre 0 a 20 mm en horizontal y de 13 mm en vertical. El total de paneles por mesa es de 87 y tendrá una longitud de aproximadamente 29,60 m y ancho aproximado de 6 m.



**Figura 1-22 Especificaciones de la Mesa donde se instalan los paneles.**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

La disposición de las mesas se hará en sentido horizontal dejando un espacio de 5 cm entre mesas y en sentido vertical se dejará un espacio o callejón de 2.3 m de ancho tal como indica **Figura 1-23**.



**Figura 1-23 Disposición de las Mesas en el área de intervención del proyecto Castilla Solar**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

En la **Figura 1-24**, se observa el arreglo con la distribución de las las mesas en el área del proyecto; Sin embargo, estos podrán tener modificaciones durante su ejecución por parte de la interventoría sin modificar el área de intervención.



**Figura 1-24 Distribución de las Mesas en el área de intervención del proyecto Castilla Solar**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

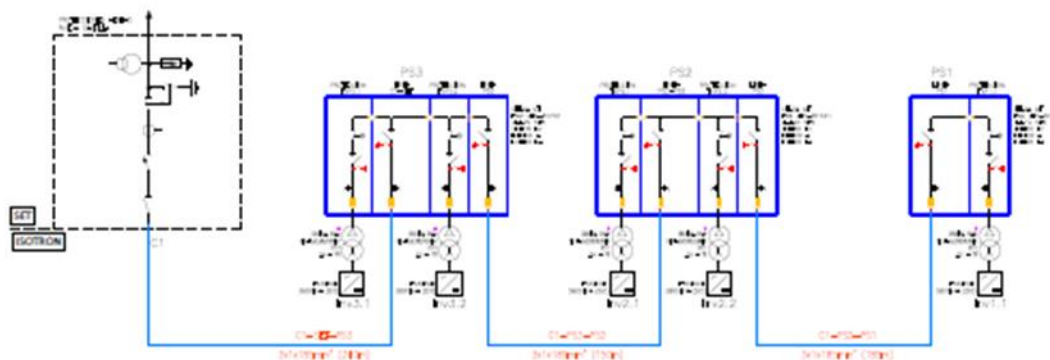
### 1.6.2 Diagrama de Flujo para la generación de la energía Solar

El funcionamiento de Castilla Solar mediante la tecnología fotovoltaica se basa en la captación de energía radiante solar y su conversión directa en energía eléctrica.

El proceso parte de la radiación del sol en el área del proyecto Castilla Solar. Esta radiación es captada por el elemento básico de la central fotovoltaica que son las células fotovoltaicas, integradas primero en módulos y luego en paneles fotovoltaicos; estos son los encargados de transformar la energía lumínica del sol (fotones) en energía eléctrica de corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos.

Como la energía eléctrica que se utiliza de manera ordinaria en los sistemas eléctricos de Ecopetrol es corriente alterna, la corriente continua generada en los paneles solares debe ser transformada a corriente alterna; por este motivo para lograr la corriente alterna, la corriente continua generada es

enviada a los inversores de corriente que convierte la corriente continua en corriente alterna. Posteriormente a la salida de los inversores se conectan transformadores que elevan la tensión al nivel de 34,5 kVAC para conectarse a la red interna de Ecopetrol en la S/E San Fernando (Ver **Figura 1-25**).



**Figura 1-25 Diagrama unifilar del proyecto fotovoltaico Castilla Solar**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

### 1.6.3 Equipos, maquinaria e infraestructura requerida

Entre los equipos y maquinarias que se instalará se encuentran:

- ✓ Cinco (5) inversores eléctricos que permitirán transformar la corriente continua en corriente alterna

### 1.6.4 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)

A continuación, se describen las labores previstas para la construcción e instalación del proyecto:

#### ➤ **Movilización de maquinaria, equipos, fluidos (crudo, combustibles, nafta, gas y agua), materiales y personal**

Consiste en la movilización de todos los elementos requeridos (personal, maquinaria, equipos y materiales), para la construcción y operación del proyecto Castilla solar.

Para lo cual requiere realizar el uso de las vías de acceso identificadas y caracterizadas para el Bloque Cubarral, en el ítem **1.3.5 Medios de transporte y rutas de movilización** se observa las vías susceptibles de utilizar para el desarrollo del proyecto; estas vías se utilizarán para el traslado (llegada al sitio de los trabajos) del personal, insumos y transporte de fluidos como agua, combustible, herramientas y materiales requeridos para la ejecución de las obras los cuales se transportarán en cama bajas, carotankers, volquetas y camionetas. El transporte del personal local se realizará desde las principales áreas pobladas de la región, a través de buses y/o vehículos contratados para este fin.

#### ➤ **Localización y replanteo**

Con base a los planos de diseño definitivo para la instalación y adecuación de los paneles fotovoltaicos, la comisión de topografía hará el replanteo del predio con el fin de acotar las medidas

establecidas en los planos, para posteriormente entrar a construir el cerramiento y realizar las diferentes actividades del parque como son: hincado de perfiles, instalación de paneles solares, cimentación para los inversores, colocación de inversores, zanjas para conexión del cableado interconector y sistemas de comunicación. Previamente se hará estudios fisicoquímicos del suelo con el fin de conocer las propiedades del terreno y así tomar las medidas que correspondan para un adecuado hincado de las estructuras metálicas e instalación de los inversores.

#### ➤ Instalación y operación de frentes de obra temporales

Las instalaciones temporales se ubicarán al costado noreste de la Granja Solar; contiguo a la vía de acceso proyectada para construcción; contará con un área 1.500 m<sup>2</sup> (Ver **Fotografía 1-18**), donde se ubicarán siete (7) contenedores los cuales serán utilizados para las oficinas, vestier, almacenamiento de herramienta, parqueadero para descarga de los paneles fotovoltaicos, materiales y un área para los equipos electrógenos, de igual forma se contará con puntos ecológicos y batería de baños portátiles. El agua de consumo doméstico, adecuación de accesos y montaje de la planta será adquirida a proveedores autorizados o se traerá de las fuentes de agua concesionadas por Ecopetrol S.A. para el Bloque Cubarral. Es importante mencionar, que el personal que realizará la construcción de la instalación no pernoctará en la instalación de apoyo, solo se contará con un vigilante.



**Fotografía 1-18**

**Localización del área de instalación de apoyo**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

#### ➤ Operación de maquinaria y equipos de construcción

Dentro de la maquinaria a emplear en las labores de construcción se encuentra la maquinaria pesada tal como: retroexcavadoras, motoniveladoras, rodillos compactadores, bulldozer, volquetas, entre otras. Esta actividad puede producir impactos por incremento del nivel de ruido, emisión de material particulado y gases como resultado de la combustión de los fluidos ACPM y gasolina.

##### ✓ Máquinas hincadoras:

Las cuales tendrán el papel de posicionar las estructuras metálicas en el suelo, enterrándolas entre 1,5 a 2 metros dependiendo de la topografía del lugar para garantizar estabilidad en los paneles y

homogeneidad en su altura. Estas máquinas funcionan como si fueran martillos que clavan la estructura en la tierra; se emplearán entre 1 a 3 equipos de hincar.

✓ Maquinaria pesada:

Se utilizará para adecuar el terreno de las áreas de tránsito al interior de proyecto y del acceso al mismo; su vinculación dependerá de las necesidades que requiera la actividad constructiva; se estima emplear la siguiente maquinaria pesada:

- o Motoniveladora
- o Retroexcavadora tipo pajarita
- o Vibro Compactador
- o Volquetas

En lo que respecta al equipo para el transporte del material de Río, requerido para las adecuaciones de accesos, la definición del número de equipos a vincular dependerá del avance de obra en la adecuación de accesos.

➤ **Desmante y descapote**

Comprende la limpieza y el desraíce en el corredor de intervención de acuerdo al diseño, este ítem hace relación a sitios donde se realizarán las zanjas de las líneas eléctricas subterráneas, así como los corredores de vía internas a realizar y los sitios de ubicación de los inversores.

El descapote se realiza removiendo la capa orgánica en los sectores en donde sea necesario, aproximadamente esta capa tiene un espesor de 0,10 m o el estimado en los diseños, la capa vegetal que resulte durante el desarrollo de esta actividad, se dispondrá en zonas dentro del área del área intervención que se encuentren desprovistas de cobertura vegetal.

➤ **Excavación, cortes y rellenos**

Para el proyecto, solo se contempla realizar excavaciones a los sitios de descapote, donde se contemplan cortes y rellenos de forma compensada para la conformación e instalación para las acometidas eléctricas subterráneas, así como las adecuaciones del sitio donde se localizarán los inversores y los accesos internos.

➤ **Construcción de obras en concreto, obras de drenaje, obras de arte y cruces especiales**

✓ Construcción de obras de drenaje

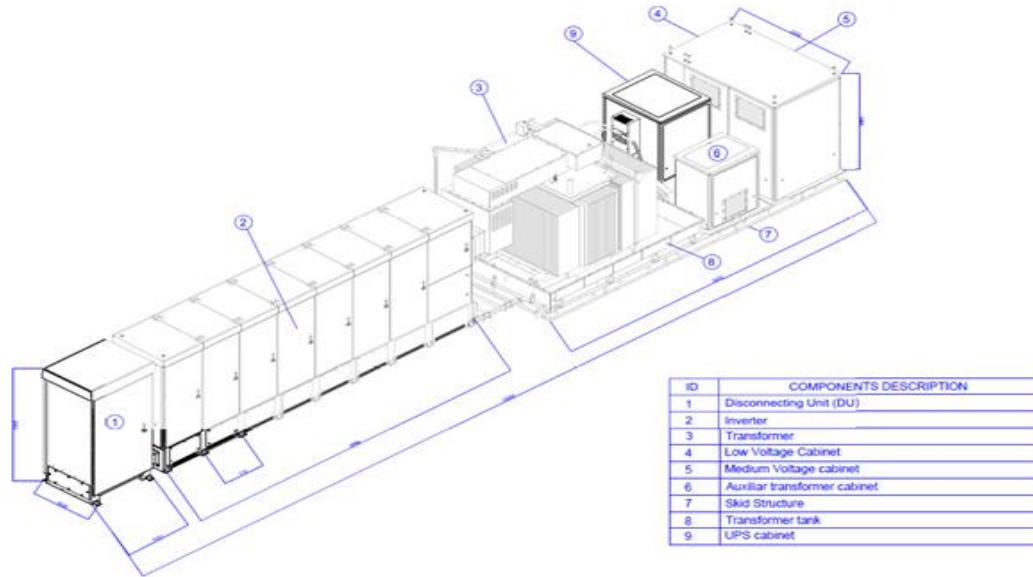
Hace referencia a la construcción de obras que permitan un buen manejo de aguas de escorrentía hacia drenajes naturales, con el fin de evitar daños en la banca y que no altere la escorrentía natural de la zona. Para el proyecto Castilla Solar, dada las características generales del relieve del sector es básicamente plana con algunas ondulaciones y que en su momento cuando se cultivó arroz adecuaron canales; es así, que para la construcción de los accesos internos, se tendrá en cuenta la intersección de estos, por tanto se construirá unas bateas o badén, que tendrán un ancho de 3,0 m, una longitud variable de acuerdo a la profundidad del canal (la cual se definirá con la interventoría) y un espesor de 0,2 m (Ver **Figura 1-19**).

✓ Construcción de cimientos e instalación de los inversores:

Se harán adecuaciones menores en el terreno para instalar cimientos en concreto en donde se ubicarán alrededor de cinco (5) inversores que permitirán transformar la corriente continua en



corriente alterna. Estos inversores se encuentran sobre un skid con una longitud aproximada de 13,7 mts por 2,25 mts y peso aproximado de 25 toneladas cada uno. Se ubicarán en plataformas de concreto reforzado de 3500 psi con longitud de 15 mts por 4 mts y espesor de 25 cm aproximadamente (Ver **Figura 1-26**).



**Figura 1-26 Representación de los inversores**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

#### ➤ **Mejoramiento de la subrasante**

Para la construcción de los accesos internos de proyecto Castilla Solar, una vez realizado el desmonte y descapote de la cobertura vegetal de pastos limpios, se procederá a la compactación mediante vibro-compactador, con el fin de identificar el nivel del terreno y posterior se realizará la conformación y compactación del suministro de material de río.

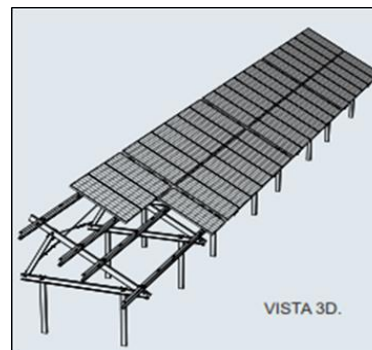
#### ➤ **Instalación, izaje, montaje de infraestructura (eléctrica, mecánica, incluido el tendido de líneas eléctricas y de tuberías)**

- ✓ Hincado de estructuras metálicas en terreno:

Se hincarán las estructuras metálicas que soportarán los paneles solares con ayuda de máquinas hincadoras a una profundidad entre 1,5 y 2 metros aproximadamente, para esta estructura por su sistema de anclaje no es necesario ningún tipo de cimentación. En la siguiente imagen se observa un ejemplo de la hincadora que se tiene en el mercado y la disposición de la perfilera soporte de los paneles solares (Ver **Fotografía 1-19** y **Figura 1-27**).



**Fotografía 1-19 Representación de hincamiento de estructuras metálicas**



**Figura 1-27 Representación 3D de la estructura metálica de soporte**

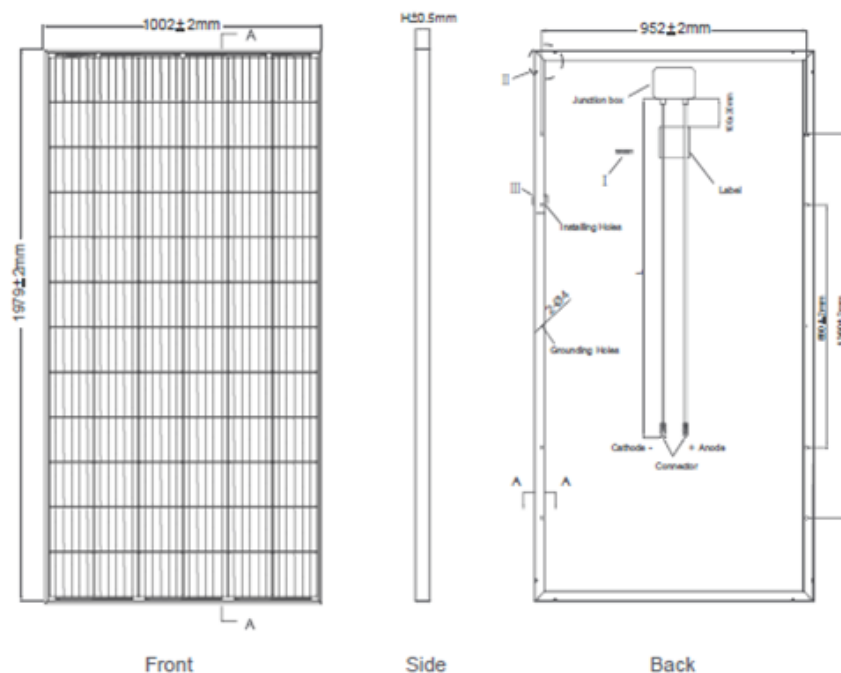
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

✓ Instalación de paneles fotovoltaicos:

Una vez ubicadas las estructuras metálicas que soportarán los paneles se procederá a instalar los módulos solares con el ángulo correspondiente al cálculo de diseño. Serán instaladas 54.549 paneles solares; los cuales para su distribución se empleará un tractor y zonas de acopio temporal a lo largo del terreno. Se utilizarán paneles de medidas aproximadas 2000x1000x40 mm y 22 kg de peso cada uno (Ver **Figura 1-28**).

Los paneles están contruidos por un marco o estructura metálica, generalmente de aleación de aluminio anodizado, un tablero de cristal tratado térmicamente, de 3,2 mm de espesor con característica de anti reflexión de luz. El cristal y la estructura de aluminio protegen las células fotovoltaicas que se alojan en el interior del panel y que son la clave del sistema de energía. Las células fotovoltaicas son estructuras de silicio que tienen la propiedad de transformar la luz del sol en energía eléctrica.

Para el proyecto se utilizarán el modelo de panel Cheetah Mono PERC Full Cell Modules, referencia JKM385M-72-V fabricado por Jinko Solar. La potencia máxima de salida del panel es 385 Wp.



**Figura 1-28 Representación de los paneles solares**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019*

✓ Instalación de sistema de puesta a tierra:

Todas las alineaciones del seguidor e inversores tendrán puesta a tierra. La estructura se unirá eléctricamente a tierra mediante conductor de cobre desnudo y un electrodo de tierra (generalmente tipo pica).

Cada seguidor tendrá una puesta a tierra mediante un cable enterrado de cobre desnudo, de 50 mm<sup>2</sup> de sección, que irá unido al centro de transformación. Esta línea de tierra discurre por el pasillo central de cada planta, dando tierras transversales a cada uno de los seguidores. Se instalarán tantas picas de tierra como sean necesarias para obtener un correcto valor de resistencia a tierra.

- Punto de puesta a tierra en centro de inversores. En él se conecta el electrodo o sistema de electrodos de tierra.
- Línea principal de tierra. Une el punto de puesta a tierra con el bornero de conductores de protección.
- Bornero de conductores de protección. A él se conectan los conductores de protección del campo fotovoltaico de demás masas metálicas del sistema fotovoltaico.
- La instalación de las puestas a tierra se realizará mediante picas de 14 mm de diámetro y 2 mts de longitud, para obtener una resistencia inferior a 20 ohmios. Existirá un borne de tierra registrable en cada seguidor

✓ Cableado y conexionado entre paneles y de estos a los inversores:

Los paneles serán conectados en serie de 29 módulos, denominados normalmente String, los cuales se conectarán a las cajas de nivel en paralelo y a su vez las cajas de nivel se conectarán a los inversores con cable de baja tensión. Se interconectarán los inversores entre sí y el punto de

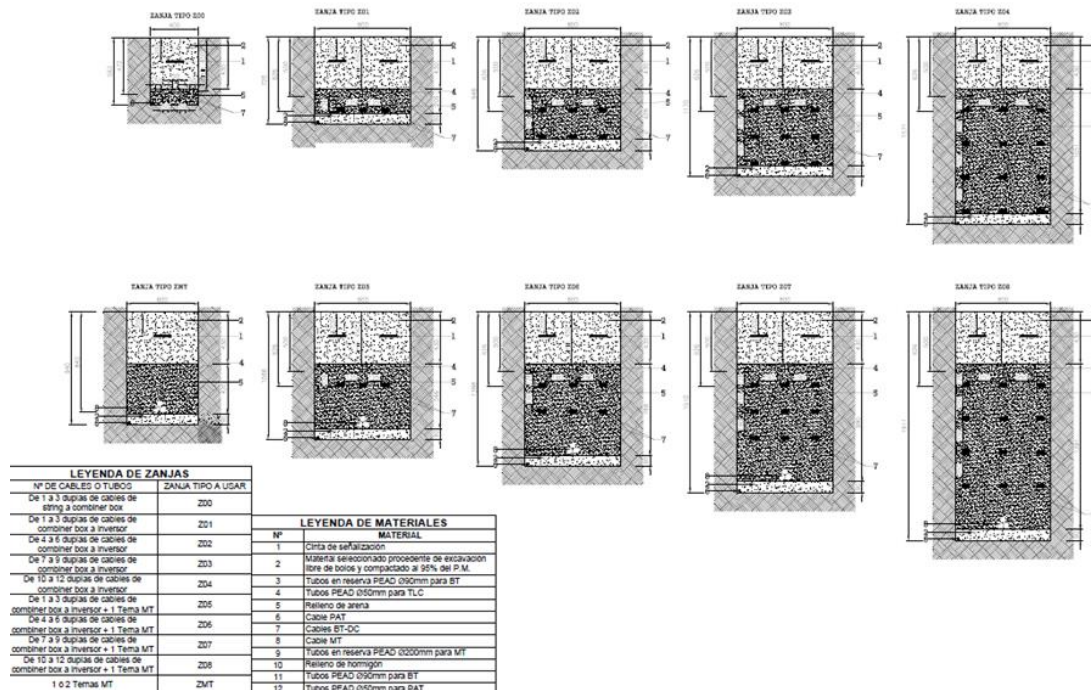
conexión de la subestación con cables de alta tensión. La conexión de los String a las cajas de nivel, de las cajas de nivel a los inversores, de los inversores al centro de seccionamiento, se realizará mediante conductos enterrados.

✓ Conexión de acometidas al sistema eléctrico de Ecopetrol:

Se hará las instalaciones eléctricas a la derivación desde los inversores al sistema de 34.5kV de Ecopetrol mediante tubería enterrada.

En primer lugar, se colocará el cable de tierra en la parte inferior de la zanja y se colocará una capa de arena de altura definida según plano correspondiente. La arena deberá ser extendida mediante medios manuales, con el objetivo de dejar una superficie llana. Al mismo tiempo, se realizará una inspección visual para eliminar cualquier tipo de material susceptible de dañar el cable. A continuación, se procederá con el tendido del cable correspondiente, siguiendo el procedimiento descrito en los puntos anteriores, según aplique. Deberá impermeabilizarse la punta del cable con el objetivo de evitar el contacto del conductor con cualquier tipo de impureza. Se procederá a colocar otra capa de arena, hasta llegar a la altura adecuada según especifique el plano. Este proceso se repetirá hasta alcanzar todas las capas de la zanja.

Se cuenta con 10 tipo de zanjas (Ver **Figura 1-29**), las cuales irán cambiando de acuerdo al grupo de mesas que se interconectarán por intermedio de las cajas de nivel; se contempla un aproximado de 73 cajas de nivel a las cuales llegará la interconexión de cada grupo de mesas; cada inversor recibirá aproximadamente 14 cajas de nivel. A continuación, se representa esquemáticamente los tipos de zanjas que se proyecta construir:



**Figura 1-29 Zanjas Tipo**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2019

De acuerdo a la ubicación de cada inversor respecto a los grupos de mesas se estima realizar las siguientes longitudes de zanja de acuerdo a su tipo.

**Tabla 1-35 Longitudes aproximadas de Zanjas**

Descripción	Longitud (m)	Descripción	Longitud (m)
Z00	107,25	Z05	124,5
Z01	107,25	Z06	124,5
Z02	124,5	Z07	124,5
Z03	124,5	Z08	124,5
Z04	124,5	zmt	124,5

*Fuente: Ecopetrol S.A.,2019*

- o Tendido de cables de media tensión entre power station 1 y punto de interconexión:

Se colocará la bobina de cable de media tensión en un portabobinas, el cual se instalará sobre la plataforma del camión y se fijará a la misma mediante estrobos o cinta de fijación, con el objetivo de evitar desequilibrios o caída de la bobina durante la realización de los trabajos. Los trabajos serán realizados por cuatro personas, dos se encontrarán dentro de la zanja con el objetivo de realizar el devanado del cable y a su acomodación dentro de la misma, y dos sobre el camión ayudando al devanado del mismo. El avance del camión deberá realizarse siempre que haya cable desbobinado. En caso contrario, el cable avanzaría con el camión y se desplazaría sobre la zanja. El camión deberá ser guiado por un banderillo para evitar el avance si no hay cable disponible.

- o Tendido de cables de baja y media tension entre power station 3-2 y 2-1:

Se colocará la bobina de cable de media tensión en un portabobinas, y se ubicará en el punto inicial. El portabobinas deberá ser fijado al suelo, con el objetivo de evitar el vuelco la bobina durante la realización de los trabajos.

Para los cables de baja tensión, los trabajos serán realizados por cuatro personas, dos se encontrarán dentro de la zanja con el objetivo de realizar el devanado del cable y a su acomodación dentro de la misma, y dos en el portabobinas ayudando al devanado del mismo.

- ✓ Instalación de sistemas de vigilancia:

Se instalará un sistema de circuito cerrado de televisión y video vigilancia CCTV de cobertura básica del perímetro. Se tendrán cámaras y red de fibra óptica, y un cuarto para monitores que servirá para un vigilante (Ver **Figura 1-30**).





**Figura 1-30 Representación del sistema y vigilancia**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019*

➤ **Generación de energía eléctrica**

Una vez realizada la instalación del proyecto castilla Solar se procede a realizar los ensayos respectivos para la generación.

✓ Ensayos de puesta en servicio del parque:

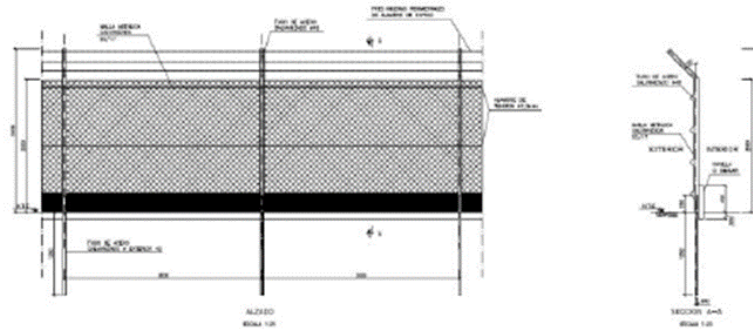
Se hará los respectivos ensayos para garantizar que la planta de energía fotovoltaica funciones de acuerdo a lo diseñado.

✓ Ensayos de conexión y transferencia de energía al cliente:

Se probará las diferentes conexiones para asegurar un servicio de energía de calidad, que cumpla las expectativas de Ecopetrol.

➤ **Instalación del cerramiento:**

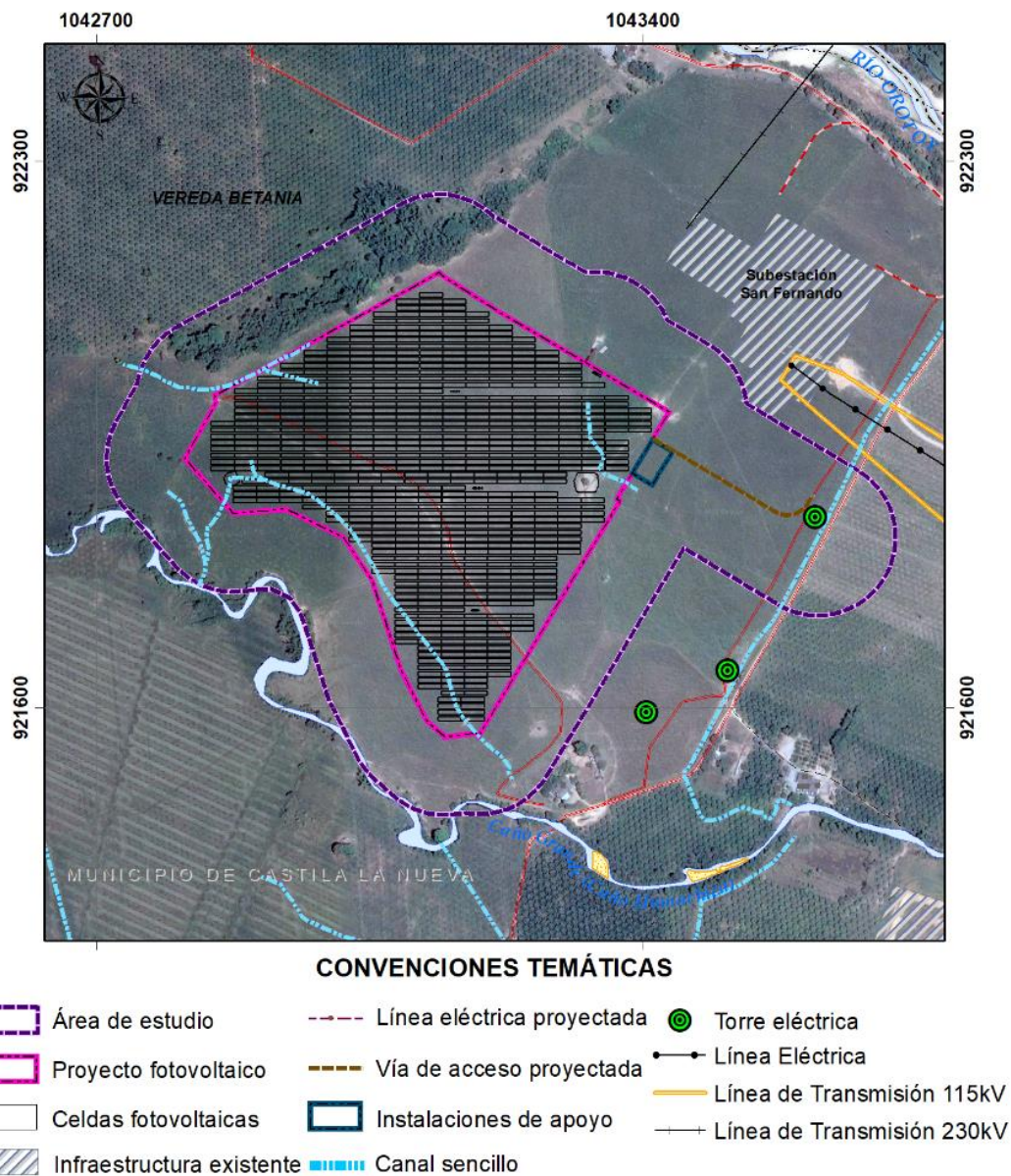
Se construirá un cerramiento con malla galvanizada de doble torsión de 2 m de altura y postes galvanizados distanciados cada 3 m; los cuales se hincarán en el suelo aproximadamente entre 1 a 1,5 m. Adicionalmente se tendrá una puerta de ingreso de acuerdo con la estética y funcionalidad que requiere el parque, la cual puede ser batiente o corrediza (Ver **Figura 1-31**).



**Figura 1-31 Cerramiento Propuesto proyecto Castilla Solar**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019*

➤ **Drenajes y estructuras necesarias**

Se realizarán obras de drenaje para los accesos internos del proyecto, mantendrá los drenajes existentes que tiene la zona teniendo en cuenta los cruces con los corredores de vías internos proyectados, es así la necesidad de construir unas bateas o Baden, que tendrán un ancho de 3,5 m, una longitud variable de acuerdo a la profundidad del colector (la cual se definirá con la interventoría) y un espesor de 0,2 m (Ver **Figura 1-19**). En la **Figura 1-32** se identifican los canales existentes en el predio, el cual cumple la función de drenar el agua hacia un mismo sector.



**Figura 1-32 Canales existentes dentro del polígono de proyecto Castilla Solar**  
Fuente: Ecopetrol S.A., 2019

### 1.6.5 Requerimientos de mano de obra.

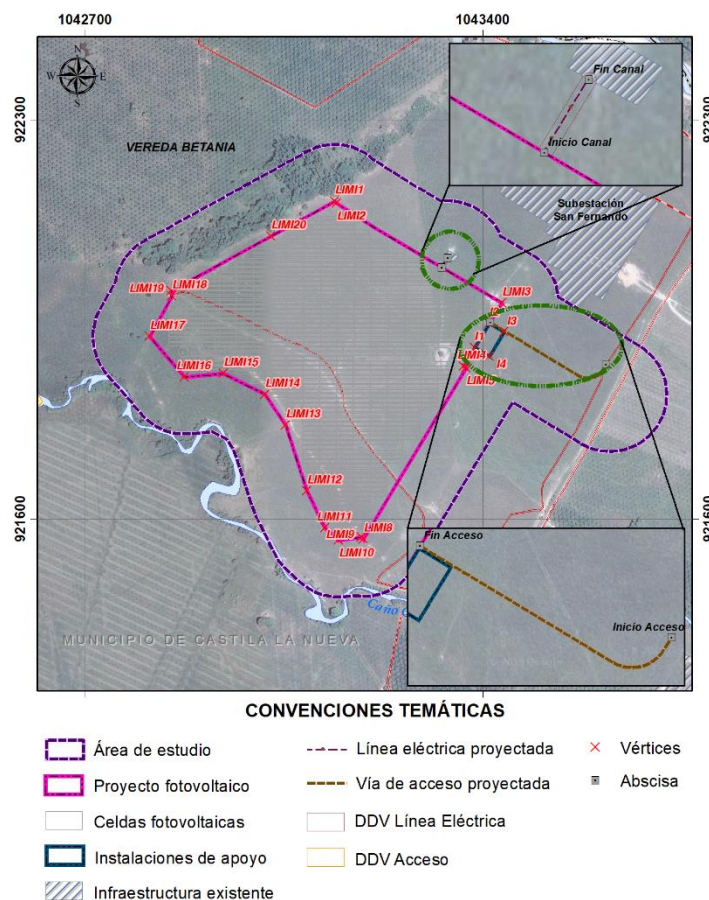
En el ítem 1.1.4 **Personal requerido incluida la mano de obra a contratar**, se relaciona el personal para la construcción de las obras.

### 1.6.6 Plan de obras y cronogramas de ejecución

En el ítem 1.1.3 **Flujograma y cronograma de actividades** se relaciona el cronograma de obras.

## 1.7 INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

El proyecto contempla realizar la conexión eléctrica a los transformadores de la subestación San Fernando, con el objetivo de generar una corriente alterna y de esta forma elevar la tensión al nivel de 34,5 kVAC para posterior ser distribuido al Campo Castilla. Esta conexión, se realizará de forma enterrada o través de una canalización con una longitud de 20,23 metros, la cual se observa en la **Figura 1-33** y de igual forma en la **Tabla 1-36** se relacionan las coordenadas de inicio y fin.



**Figura 1-33 Conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando.**

**Tabla 1-36 Coordenadas de Inicio y fin de la Canalización Eléctrica**

PUNTO	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTA	
	ESTE (m)	NORTE (m)
Inicio	1,043,327.83	922,040.69
Fin	1,043,338.38	922,057.96
Longitud: 20,23 m		

Fuente: Ecopetrol S.A. 2019.

En la **Fotografía 1-20**, se observa el estado del corredor de intervención de 20,23 metros de la tubería enterrada.





**Fotografía 1-20**      **Panorama de sitio de conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando**  
**Coordenadas E: 1043325.96 y N: 922043.47.**  
*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

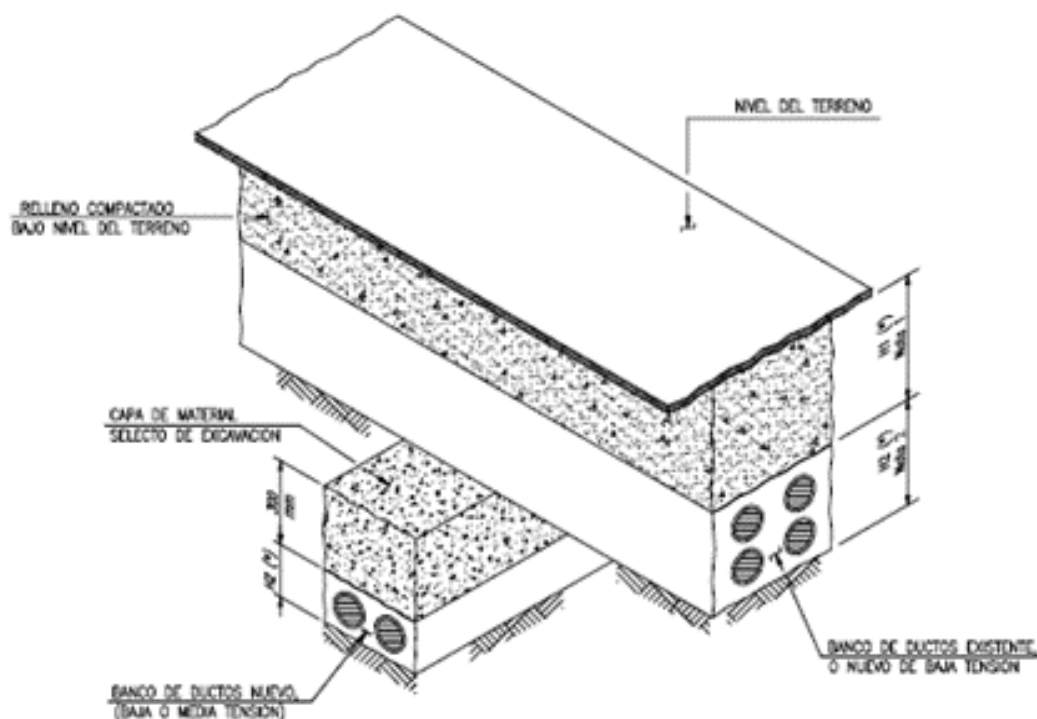
#### 1.7.1 Características técnicas

La infraestructura de energía eléctrica corresponde a una línea de distribución, cuya construcción y conexión se realizará bajo los lineamientos estipulados en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y estándares de Ecopetrol. S.A.

Para este tipo interconexión subterránea, se realizará una zanja la cual será aproximadamente con una profundidad de 0,75 m y su ancho aproximado de 0.60 m.

En la **Figura 1-34**, se observa el diseño de cómo se desarrollará la instalación del banco de ductos subterráneos:





**Figura 1-34 Diseño del banco de ductos**

*Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.*

#### **1.7.2 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)**

A continuación, se describen las labores previstas para la construcción e instalación de la conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando:

##### **➤ Movilización de maquinaria, equipos, fluidos (crudo, combustibles, nafta, gas y agua), materiales y personal**

Consiste en la movilización de todos los elementos requeridos (personal, maquinaria, equipos y materiales), para la construcción y operación del proyecto Castilla solar.

Para lo cual requiere realizar el uso de las vías de acceso identificadas y caracterizadas para el Bloque Cubarral, en el ítem **1.3.5 Medios de transporte y rutas de movilización** se observa las vías susceptibles de utilizar para el desarrollo del proyecto; estas vías se utilizarán para el traslado (llegada al sitio de los trabajos) del personal, insumos y transporte de fluidos como agua, combustible, herramientas y materiales requeridos para la ejecución de las obras los cuales se transportarán en cama bajas, carrotanques, volquetas y camionetas. El transporte del personal local se realizará desde las principales áreas pobladas de la región, a través de buses y/o vehículos contratados para este fin.

➤ **Localización y replanteo**

Con base a los planos de diseño definitivo para la instalación y la construcción de la zanja para la conexión eléctrica de proyecto Castilla Solar con el sistema de 34.5 kV de la Sub Estación San Fernando, la comisión de topografía hará el replanteo del predio con el fin de acotar las medidas establecidas en los planos, para posteriormente entrar a construir el cerramiento y realizar las diferentes actividades.

➤ **Instalación y operación de instalaciones de apoyo**

Las instalaciones temporales se ubicarán al costado noreste de la Granja Solar; contiguo a la vía de acceso proyectada la cual se encuentra descrita en el ítem **1.6 Infraestructura de generación de energía - 1.6.4 Métodos constructivos e instalaciones de apoyo (campamentos, talleres, caminos de servicio, otros)**.

➤ **Desmante y descapote**

Comprende la limpieza y el desraíce en el corredor de intervención cubierta por pastos. Los trabajos de desmante y descapote se realizan en las zonas señaladas según los planos de diseño de cada área de intervención.

El descapote se realiza removiendo la capa orgánica en los sectores en donde sea necesario, aproximadamente esta capa tiene un espesor de 0,10 m o el estimado en los diseños, La capa vegetal removida será instalada nuevamente en el mismo corredor de intervención una vez culmine la instalación de la tubería.

➤ **Excavación, cortes y rellenos**

Para el proyecto, solo se contempla realizar excavaciones a los sitios de descapote, donde se contemplan cortes y rellenos de forma compensada para la conformación e instalación para las acometidas eléctricas subterráneas, así como las adecuaciones del sitio donde se localizarán los inversores y los accesos internos.

➤ **Instalación, izaje, montaje de infraestructura (eléctrica, mecánica, incluido el tendido de líneas eléctricas y de tuberías)**

✓ Conexión de acometidas al sistema eléctrico del cliente:

Se hará las instalaciones eléctricas a la derivación desde los inversores al sistema de 34.5kV de Ecopetrol mediante tubería enterrada.

En primer lugar, se colocará el cable de tierra en la parte inferior de la zanja y se colocará una capa de arena de altura definida según plano correspondiente. La arena deberá ser extendida mediante medios manuales, con el objetivo de dejar una superficie llana. Al mismo tiempo, se realizará una inspección visual para eliminar cualquier tipo de material susceptible de dañar el cable. A continuación, se procederá con el tendido del cable correspondiente, siguiendo el procedimiento descrito en los puntos anteriores, según aplique. Deberá impermeabilizarse la punta del cable con el objetivo de evitar el contacto del conductor con cualquier tipo de impureza. Se procederá a colocar otra capa de arena, hasta llegar a la altura adecuada según especifique el plano. Este proceso se repetirá hasta alcanzar todas las capas de la zanja.

➤ **Generación de energía eléctrica**

Una vez realizada la instalación del proyecto castilla Solar se procede a realizar los ensayos respectivos para la generación.

✓ Ensayos de puesta en servicio del parque:

Se hará los respectivos ensayos para garantizar que la planta de energía fotovoltaica funciones de acuerdo a lo diseñado.

✓ Ensayos de conexión y transferencia de energía al cliente:

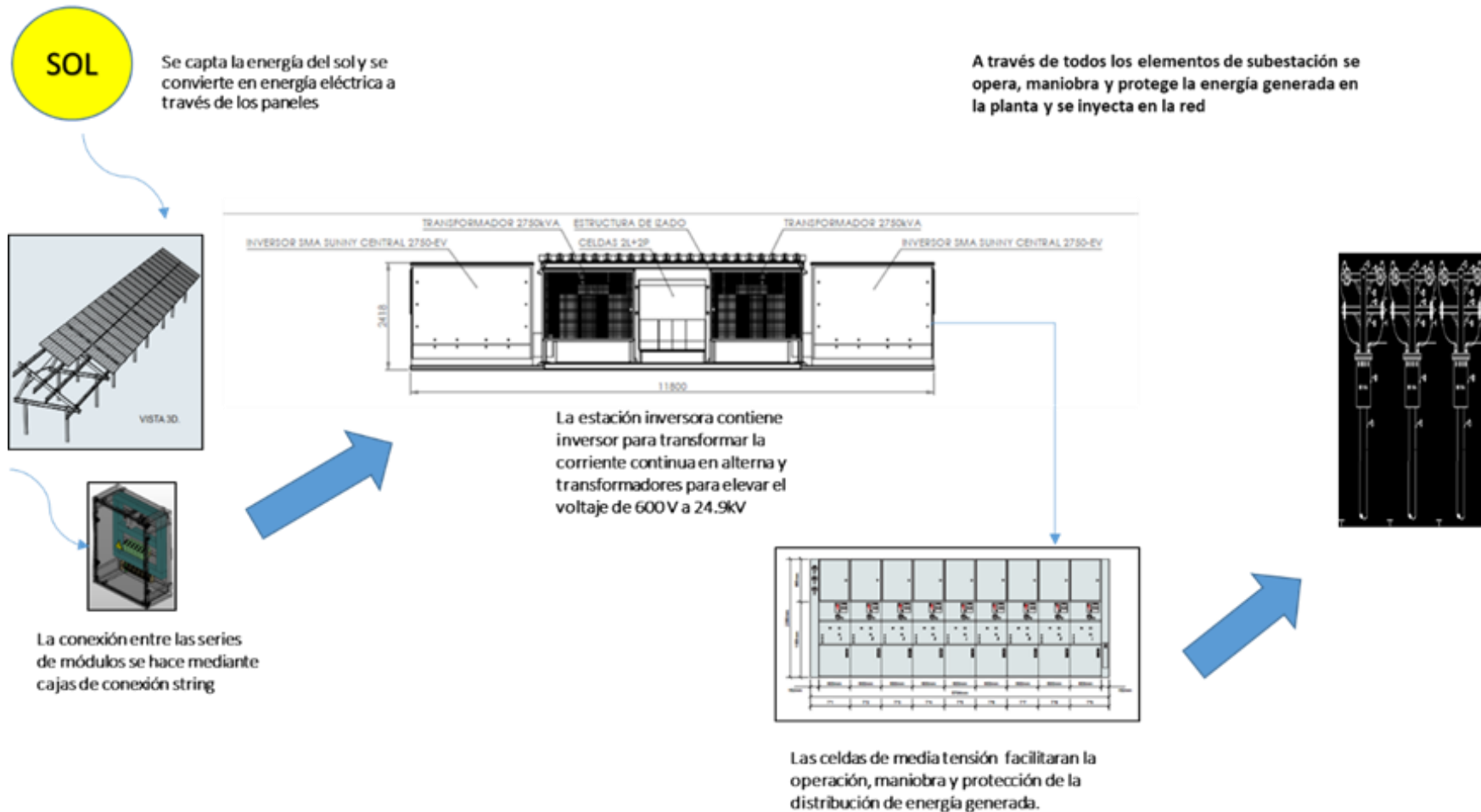
Se probará las diferentes conexiones para asegurar un servicio de energía de calidad, que cumpla las expectativas de Ecopetrol.

## 1.8 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El funcionamiento de Castilla Solar mediante la tecnología fotovoltaica se basa en la captación de energía radiante solar y su conversión directa en energía eléctrica (Ver **Figura 1-35**).

El proceso parte de la radiación del sol en el área del proyecto Castilla Solar. Esta radiación es captada por el elemento básico de la central fotovoltaica que son las células fotovoltaicas, integradas primero en módulos y luego en paneles fotovoltaicos; estos son los encargados de transformar la energía lumínica del sol (fotones) en energía eléctrica de corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos.

Como la energía eléctrica que se utiliza de manera ordinaria en los sistemas eléctricos de Ecopetrol S.A. para el Campo Castilla es corriente alterna, la corriente continua, generada en los paneles solares debe ser transformada a corriente alterna; por este motivo, para lograr la corriente alterna, la corriente continua generada es enviada a los inversores de corriente que convierte la corriente continua en corriente alterna. Posteriormente a la salida de los inversores se conectan transformadores que elevan la tensión al nivel de 34,5 kVAC para conectarse a la red interna de Ecopetrol S.A. en la Sub Estación San Fernando.



**Figura 1-35 Esquema de operación del proyecto**

Fuente: Ecopetrol S.A., 2019.

### **1.8.1 Potencia a instalar y energía firme esperada**

El proyecto Castilla Solar tendrá una potencia instalada de 21 MWp, equivalente a 19 MW de corriente alterna, que generará alrededor de una energía al año de 27000MWh.

### **1.8.2 Actividades y procesos a ejecutar durante la etapa de operación del proyecto**

La operación se realizará de forma remota por parte de la Empresa contratista especializada AES Chivor, por medio de un apoyo en campo de un equipo local de atención para atender situaciones puntuales. En caso de presentarse situaciones que la operación remota y local no sea suficiente; se tendrá un apoyo de servicio especializado por parte de los proveedores para atender estos requerimientos.

La monitorización remota permitirá realizar estudios de la producción de campo, de un modo individual (por cada inversor) o conjunta (por cada grupo de inversores totalmente configurable). Permite la consulta de datos y tratamiento predictivo de la Planta FV (estudios de la evolución de la producción), con el cual se podrá detectar diferencias de producciones y por tanto, posibles defectos en alguna instalación (módulo fotovoltaico, inversor, etc.). Este sistema permitirá también la elaboración de estadísticas (comparativas) de las producciones de los distintos inversores (o grupos de inversores) en diferentes escalas de tiempo y la generación de la facturación individual de la energía cedida por cada inversor (o grupo de inversores) de cada uno de las instalaciones.

### **1.8.3 Características aproximadas de la infraestructura, equipos, maquinaria e insumos a utilizar.**

En cuanto a la maquinaria esta se encuentran relacionados en el ítem **1.1.4 Personal requerido incluida la mano de obra a contratar - Maquinaria y Equipo.**

### **1.8.4 Identificar las rutas de movilización de los equipos y operación del proyecto**

Durante la operación del proyecto Castilla Solar, solo se realizará la movilización de tres personas, el apoyo en campo y dos vigilantes las cuales estarán permanentemente y para las actividades de mantenimiento que se ejecuta cada seis o cada año, se contempla tener una cuadrilla de tres personas. Las rutas de movilización que podrán ser usadas por el proyecto se encuentran relacionadas en el ítem **1.3.5 Medios de transporte y rutas de movilización.**

### **1.8.5 Mantenimientos de equipos (esquema de mantenimiento rutinario) e instalaciones del proyecto solar.**

El mantenimiento consiste de trabajos puntuales que van desde unas horas hasta unos días en un mes dado, e incluye temas como: mantenimiento de áreas, limpieza de los paneles fotovoltaicos, mantenimiento de equipos eléctricos y de potencia.

El Mantenimiento del parque se realizará en los siguientes periodos:

#### **➤ Mantenimiento trimestral**

Contempla labores por un periodo máximo de 1 semana. Las tareas de este mantenimiento son:

- ✓ Comprobación de roturas, golpes, decoloraciones en el frontal y señales de sobrecalentamiento/quemadura en el backsheet posterior de los paneles fotovoltaicos.
- ✓ Inspección visual de corrosión, fracturas y deformaciones. Comprobación de la firme sujeción de los módulos a las estructuras de soporte.



- ✓ Limpieza de piranómetros.
- ✓ Verificación del buen estado del cerco perimetral. Comprobación de funcionamiento adecuado del sistema de detección y alarma.
- ✓ Comprobación del buen estado de los cables: verificar que no presenten marcas por quemadura/sobrecalentamiento, que no estén mordidos por roedores o aprisionados por elementos pesados o cortantes.

➤ **Mantenimiento Semestral**

Contempla labores en un periodo máximo de 1 semana. Las tareas de este mantenimiento son:

Comprobación de que no hay conexiones sueltas. Escaneo térmico de conexiones. Comprobación de circuito de voltaje y corriente string.

➤ **Trabajos Anuales**

Contempla labores por un periodo máximo de 1 semana. Las tareas de este mantenimiento se enfocan principalmente a equipos eléctricos y son:

- ✓ Cajas agrupadoras: Limpieza de la caja de conexiones, reemplazo de fusibles, termografía y comprobación de corrosión y estanqueidad.
- ✓ Inversores: Revisión de funcionamiento general, parámetros, cableado, ventilación y termostatos. Comprobación de ausencia de corrosión y estanqueidad.
- ✓ Centros Elevadores, interruptores y transformadores: Comprobación visual de buen estado y de ausencia de corrosión, agua e infiltraciones. Verificación del estado de los fusibles. Comprobación de funcionamiento adecuado. Limpieza.

➤ **Principales herramientas de mantenimiento:**

- ✓ **Termografía:** Entre otras herramientas para la realización del mantenimiento de la planta fotovoltaica se podrá utilizar una cámara termográfica, que ayudará en la búsqueda de puntos calientes, que pueden convertirse en averías, con esta cámara se podrá buscar paneles defectuosos o conexiones mal hechas.
- ✓ **Trazador de curvas I/V:** Permite evaluar todos los estados de funcionamiento de los módulos, así como cuantificar las pérdidas por conexionado debidas a trabajar los módulos en puntos de trabajo no adecuados.
- ✓ **Limpieza de módulos:** Para la limpieza de los módulos, se utilizará escobillas (Ver **Figura 1-36**).



**Figura 1-36 Limpieza de Paneles**

#### **1.8.6 Mantenimiento de vías**

Para el proyecto fotovoltaico Castilla solar se contempla, realizar actividades de mantenimiento las cuales consiste en suministrar material de afirmado, así como la nivelación y compactación con maquinaria de aquellos tramos de vías donde se identifique deterioro generado por la operación.

Las vías susceptibles de mantenimiento se relacionan a continuación.

- ✓ Acceso a la Sub Estación San Fernando (A-SESF).
- ✓ Camino 91 (C-91) hasta la abscisa K0+300.
- ✓ Vía proyectada con una longitud de 242 m.

Para las demás vías no se establece actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta que se encuentra pavimentadas y en buen estado.

### **1.9 INFRAESTRUCTURA ASOCIADA AL PROYECTO**

- **Campamentos permanentes y transitorios, sitios de acopio y almacenamiento de materiales y cualquier tipo de infraestructura relacionada con el proyecto.**

En el ítem **1.5.1.5 Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva**, se relaciona la características de la instalación apoyo contemplada para la etapa de construcción e instalación del proyecto Castilla Solar.

Dentro del área de intervención del proyecto Fotovoltaico, se realizará la instalación de un container así como caseta de vigilancia portátil, donde se realiza el acopio de algunos insumos que se utilicen para el mantenimiento.

- **Fuentes de materiales**

Se tendrán en cuenta las fuentes de material que cuenten con las autorizaciones mineras y ambientales otorgados por el INGEOMINAS y la autoridad ambiental conforme, las cuales se relacionan en el ítem **1.5.1.5 Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva**

➤ **Infraestructura de suministro de energía**

En la etapa constructiva se requiere energía para la instalación de apoyo e instalación de la infraestructura; potencia alrededor de 30kVA, 10 horas al día y para la etapa operativa será auto generada por el proyecto.

➤ **Infraestructura de suministro de agua**

El suministro de agua para la etapa de construcción y operación se realizará a través de compra de agua a terceros autorizados, así como aquellos puntos de captación que se encuentra autorizados para Bloque Cubarral. El ítem **1.5.1.5 Requerimientos de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales, incluyendo la ubicación respectiva**, se relacionan las fuentes contempladas a ser utilizadas así como en capítulo **PARTE II** se aplica la información de cada una de las opciones propuestas para el desarrollo del proyecto.

### **1.10 INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS INTERCEPTADOS POR EL PROYECTO**

El proyecto en ninguna de sus fases o etapas contempla interceptar servicios ni requiere trasladar, reubicar o proteger alguno de ellos.

La única infraestructura que requiere adecuar es un acceso carretable identificado como C-91, del cual se ha hablado en anteriores párrafos y una vez entrada a operación la planta solar, se conectará una red eléctrica a la misma planta para auto suministrarse energía para las actividades de vigilancia y mantenimientos.

### **1.11 INSUMOS DEL PROYECTO**

Para la ejecución y operación del proyecto se utilizarán los siguientes insumos:

➤ **Materiales de construcción:**

- ✓ Entre 200 a 300 m<sup>3</sup> de concreto, en su mayoría premezclado.
- ✓ 3.000 a 5.500 mts<sup>3</sup> de áridos, material de río para utilizar en los accesos.

➤ **Materiales y productos combustibles:**

- ✓ Se utilizarán cantidades mínimas de argón para hacer soldaduras.
- ✓ 4.000 a 5.500 galones aproximadamente de combustibles para maquinaria de construcción.

➤ **Energía eléctrica:**

En la etapa constructiva se requiere energía para el campamento temporal; potencia alrededor de 30kVA, 10 horas al día y para la etapa operativa será auto generada por el proyecto.

### **1.12 RESIDUOS PELIGROSOS Y NO PELIGROSOS**

Los posibles tipos de residuos que se generarán en las diferentes etapas del proyecto serían los siguientes:

➤ **Fase constructiva:**

- ✓ Residuos industriales peligrosos:

- Contenedores vacíos de combustibles y pinturas entre otros
- Residuos de material contaminado con combustibles.
- ✓ Residuos industriales no peligrosos:
  - 
  - Residuos de madera de los guacales en los que vendrán los diferentes insumos para la instalación del sistema fotovoltaico; esta madera contará con licencia fitosanitaria.
  - Residuos de plásticos.
  - Residuos de retales metálicos.
- ✓ Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- ✓ Residuos ordinarios.
- **Fase operativa:**
  - ✓ Residuos ordinarios
  - ✓ Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos

### 1.13 DESMANTELAMIENTO Y RECUPERACIÓN

Este plan tiene como objetivo definir las acciones que permitan el desmonte y/o demolición de la infraestructura asociada a cada actividad e infraestructura del proyecto minimizando los impactos que esto pueda ocasionar. Adicionalmente, plantea estrategias que buscan prevenir, controlar, mitigar, restaurar y compensar los impactos negativos generados por las actividades propias del proyecto en el área.

- Criterios y procedimientos de abandono, manejo y/o recuperación

En general, las actividades de abandono y restauración que se deben realizar son:

- ✓ Cierre de la actividad o proceso

Consiste en dar por terminadas las labores que comprenden el desarrollo del proyecto, una vez se han cumplido los objetivos establecidos para su ejecución o por consideraciones empresariales de Ecopetrol S.A.

- ✓ Desmantelamiento de infraestructura e instalaciones

Implica el desmonte, retiro o demolición según aplique de la infraestructura, instalaciones, maquinaria y equipos construidos, instalados y utilizados durante el desarrollo del proyecto. En el área se deberán conservar aquellas estructuras cuya remoción pueda implicar la generación de procesos erosivos o de inestabilidad como estructuras que hacen parte de los sistemas de drenaje.

El desmantelamiento estará a cargo de cada una de las compañías de servicios especializados que hacen parte del proyecto y el seguimiento lo realizará Ecopetrol S.A. a través de la Interventoría técnica y ambiental.

En este caso se desmontarán las estructuras en una secuencia similar a la del montaje, disponiendo los residuos y materiales sobrantes según su naturaleza. Para el caso de los módulos fotovoltaicos,

se producirá una cantidad de 22,5 kg por cada módulo. Los módulos se deben transportar a un lugar adecuado para su reciclaje. En él se separará cada uno de los materiales que los conforman:

- Marco de aluminio
- Cables de conexión
- Caja de diodos
- Encapsulado

Se separará el marco de aluminio del resto de las partes procediendo a su achatarramiento.

Los cables y cajas de diodos, por un lado, procediendo a su reciclaje según la normativa de residuos electrónicos.

El encapsulado está compuesto de obleas de silicio, conexiones de níquel-plata, vidrio y tedlar. Estos componentes se separan y se procederá a su puesta en valor por separado.

✓ Desmantelamiento y salida de maquinaria y equipos:

- Desconexión de la planta solar del pórtico R8.
- Apagado de las celdas de protección para protección y puesta a tierra.
- Apagado de Inversores.
- Apago de cajas de protección donde confluye todo el cableado de conexión procedente de los paneles.
- Desconexión de las series de String de paneles
- Desmontaje de paneles
- Desmantelamiento de equipos Inversores y Celdas de Protección
- Desmantelamiento de la estructura metálica.
- Retiro de Cableado.
- Demolición de estructuras de concreto
- Disposición de residuos de acuerdo a su naturaleza.

✓ Limpieza del área:

Se hará limpieza del área, retirando todo aquel elemento que no corresponda al entorno natural.

✓ Manejo de residuos

Consiste en el manejo y retiro de todos los materiales y residuos que aún quedan después del desmantelamiento, éstos de acuerdo con su clasificación y origen serán acopiados para ser utilizados en otras actividades del campo, dispuestos en los lugares que señale el programa de residuos sólidos o entregados a un tercero autorizado para su manejo y disposición. El manejo de los residuos de construcción y demoliciones seguirá el cumplimiento de la Resolución 472 de 2017 por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD), así como lo establecido en el plan de manejo del presente documento. Esta labor deberá incluir una inspección final por parte del contratista y del interventor ambiental para constatar el cumplimiento de esta obligación.

La misma inspección final servirá para detectar efectos ambientales producidos por la actividad, estado de las estructuras a preservar y para evaluar las medidas y acciones de restauración que deberán ser realizadas.

✓ Restauración paisajística:



Se realizará la implementación de la revegetalización de las áreas intervenidas, la cual involucra la creación o restablecimiento de la cobertura vegetal de un terreno determinado mediante la implementación de especies de porte herbáceo (empradización) y la incorporación de especies de porte arbóreo y/o arbustivo que buscan una mayor y mejor protección del suelo mediante el sistema radicular de las diferentes especies y busca de igual forma dar un valor agregado desde el punto de vista paisajístico.