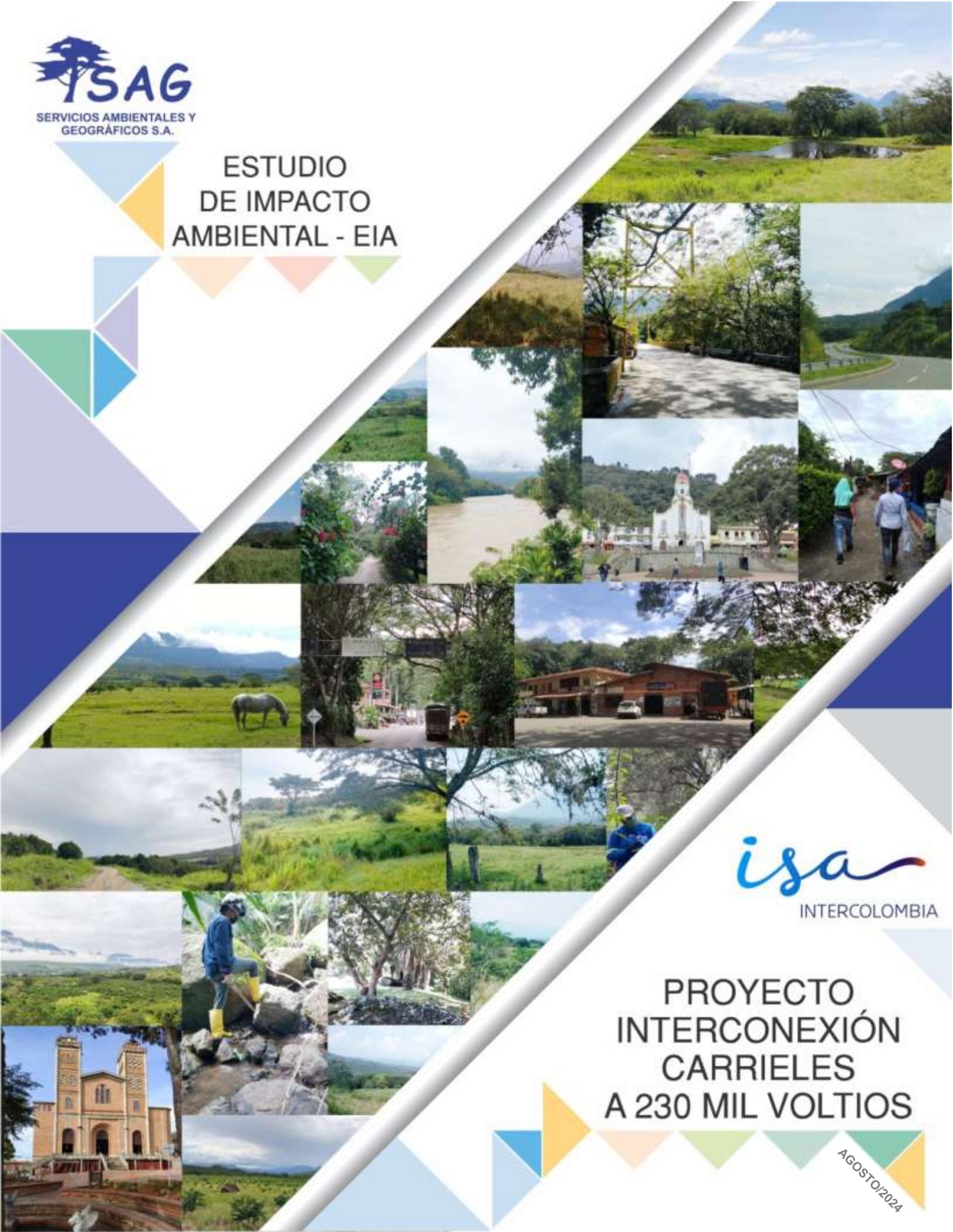


ESTUDIO
DE IMPACTO
AMBIENTAL - EIA



isa
INTERCOLOMBIA

PROYECTO
INTERCONEXIÓN
CARRIELES
A 230 MIL VOLTIOS

AGOSTO/2024

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	3-1
3.1 LOCALIZACIÓN	3-1
3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO	3-3
3.2.1 Infraestructura Existente	3-3
3.2.2 Fases y Actividades del Proyecto	3-4
3.2.3 Características Técnicas	3-17
3.2.4 Insumos del Proyecto	3-78
3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición.....	3-79
3.2.6 Residuos Peligrosos y no Peligrosos.....	3-80
3.2.7 Costos del Proyecto	3-85
3.2.8 Cronograma del Proyecto.....	3-85
3.2.9 Organización del Proyecto.....	3-85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1. Clasificación de las vías según INVIAS.....	3-4
Tabla 3-2. Tipología de las vías establecida por el IGAC para cartografía	3-4
Tabla 3-3. Caracterización general accesos directos a sitios de obra e infraestructura asociada	3-1
Tabla 3-4. Generalidades de la variante Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV	3-3
Tabla 3-5. Fases y actividades del proyecto	3-4
Tabla 3-6. Localización Aforo Vehicular	3-18
Tabla 3-7. Datos de tránsito diario (TPD) y tipo de flota vehicular	3-18
Tabla 3-8. Especificaciones técnicas para obras de construcción del acceso nuevo de ingreso a la subestación	3-19
Tabla 3-9. Cuadro de cantidades vía de acceso Subestación Carrieles a 230 mil voltios	3-19
Tabla 3-10. Cuadro de cantidades vía de acceso Subestación Carrieles a 230 mil voltios	3-23
Tabla 3-11. Capacidad instalada y condiciones eléctricas	3-24
Tabla 3-12. Sitios de torre del proyecto.....	3-24
Tabla 3-13. Tipo de estructura y cantidad estimada de torres totales para el desarrollo del proyecto.....	3-25
Tabla 3-14. Coordenadas de los vértices del área para ubicación de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios – Polígono UPME	3-31
Tabla 3-15. Configuración y equipos – Carrieles 230 mil voltios	3-32
Tabla 3-16. Requisitos mínimos Subestación Carrieles a 230 mil voltios	3-32
Tabla 3-17. Valores para aislamiento.....	3-33
Tabla 3-18. Características del sistema de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios.....	3-34
Tabla 3-19. Parámetros para selección distancias críticas y de seguridad.....	3-34
Tabla 3-20. Plazas de tendido dentro del área de influencia.....	3-36
Tabla 3-21. Sistemas de servicios auxiliares	3-38
Tabla 3-22. Tecnologías a emplear en la actividad de cimentación	3-58
Tabla 3-23. Tecnologías a emplear en la actividad de montaje de infraestructura	3-58

Tabla 3-24.	Tecnologías a emplear en la actividad de tendido del conductor	3-58
Tabla 3-25.	Estimativo de maquinaria y equipos de la línea de transmisión.....	3-59
Tabla 3-26.	Estimativo de maquinaria y equipos de la subestación y su vía de acceso	3-59
Tabla 3-27.	Movimientos de tierra proyectados para las obras de la línea de transmisión	3-60
Tabla 3-28.	Movimientos de tierra proyectados para las obras de la subestación	3-60
Tabla 3-29.	Movimientos de tierra proyectados para las obras de la vía de acceso a la subestación.....	3-61
Tabla 3-30.	Patio de almacenamiento en el área del proyecto.....	3-66
Tabla 3-31.	Volumen estimado de materiales sobrantes de excavación proveniente de la subestación Carrieles y su vía de acceso	3-79
Tabla 3-32.	Listado de gestores de residuos de construcción y demolición (RCD) inscritos en CORANTIOQUIA	3-79
Tabla 3-33.	Mano de obra para la construcción de la línea de transmisión	3-81
Tabla 3-34.	Mano de obra para la construcción de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios	3-82
Tabla 3-35.	Residuos sólidos generados en la fase de construcción de la de la línea de transmisión	3-82
Tabla 3-36.	Residuos sólidos generados en la fase de construcción de la subestación...	3-83
Tabla 3-37.	Relación estimada de residuos a generar	3-84
Tabla 3-38.	Residuos líquidos.....	3-84

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1. Localización del proyecto	3-2
Figura 3-2. Tipo de vías existentes.....	3-6
Figura 3-3. Infraestructura social y/o productiva	3-1
Figura 3-4. Diagrama unifilar de Transmisión EPM	3-2
Figura 3-5. Silueta de torres normalizadas ISA	3-26
Figura 3-6. Esquema general típico para la cimentación tipo zapata	3-27
Figura 3-7. Esquema general típico para la cimentación tipo parrilla	3-28
Figura 3-8. Esquema general típico para la cimentación tipo pila sumergida.....	3-28
Figura 3-9. Esquema del sistema de puesta a tierra en zapatas	3-29
Figura 3-10. Esquema del sistema de puesta a tierra en parrilla	3-29
Figura 3-11. Esquema del sistema de puesta a tierra en pilas	3-30
Figura 3-12. Subestación Carrieles a 230 mil voltios	3-33
Figura 3-13. Plazas de tendido del proyecto	3-37
Figura 3-14. Esquema telecomunicaciones.....	3-38
Figura 3-15. Obra de descarga del drenaje de aguas lluvias de la subestación	3-39
Figura 10-1. Obras hidráulicas propuestas para el manejo de la escorrentía en la subestación Carrieles.....	3-40
Figura 10-2. Localización espacial de los elementos hidráulicos propuestos para el manejo de escorrentía	3-41
Figura 3-16. Sistema típico de captación de agua lluvia en cubiertas – para la Subestación	3-43
Figura 3-17. Gestión del agua lluvia en fase de operación del proyecto.....	3-44
Figura 3-18. Ubicación sistema séptico, vista en planta	3-46
Figura 3-19. Vista en planta Humedal	3-47
Figura 3-20. Obra de descarga del drenaje de aguas lluvias de la subestación	3-48
Figura 3-21. Corte general de cimentación torre T13M	3-50
Figura 3-22. Ubicación OC T13 sobre la margen izquierda del río Cauca	3-51
Figura 3-23. Esquema de plano de tendido.....	3-56

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	 Rev. No.: 4 2024-08-07
---	--	--

Figura 3-24. Patio de almacenamiento	3-67
Figura 3-25. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con la Autopista Conexión Pacífico 2	3-69
Figura 3-26. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con la Línea de Transmisión Ancón Sur – Esmeralda 230 mil voltios	3-71
Figura 3-27. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con el proyecto Minera de Cobre Quebradona	3-72
Figura 3-28. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con el proyecto Poliducto Sebastopol – Medellín – Cartago	3-73
Figura 3-29. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con la Subestación Carrieles 110/44/13.2 kV	3-74
Figura 3-30. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con el Proyecto Multipropósito Agua Fresca.....	3-75
Figura 3-31. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con la Parcelación Pueblo Cauca Viejo P.H.....	3-76
Figura 3-30. Relación del área de influencia y el proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios con Títulos Mineros y solicitudes de la región	3-77
Figura 3-31. Organización del proyecto.....	3-85

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 3-1. Vía primaria La Pintada - Bolombolo.....	3-7
Fotografía 3-2. Vía secundaria a Fredonia, cruce del rio Cauca hacia Puente Iglesias..	3-8
Fotografía 3-3. Vía terciaria La Trocha.....	3-9
Fotografía 3-4. Acceso a plaza de tendido PT-1 y T-1M: (a), (b) y (c) tramo inicial – (d) Tramo de llegada a la plaza de tendido PT-1.....	3-11
Fotografía 3-5. Acceso al sitio de torre T-5M	3-12
Fotografía 3-6. Movimiento súbito del terreno	3-4

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

LISTA DE ANEXOS

- ANEXO_3_1_PLANOS_LINEA
- ANEXO_3_2_PLANO_SUBESTACION
- ANEXO_3_3_PLANO_VIA_SUBESTACION
- ANEXO_3_4_TITULOS_MINEROS
- ANEXO_3_5_CRONOGRAMA

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios consiste en la construcción de una línea de transmisión a 230 mil voltios con una longitud aproximada de 6,36 km desde la nueva subestación Carrieles 230 mil voltios, hasta interceptar la línea existente Ancón Sur – Esmeralda II a 230 kV, para reconfigúrala en Ancón Sur – Carriles – Esmeralda 230 kV, brindando de esta manera una mayor confiabilidad al Sistema de Transmisión Nacional - STN, y fortaleciendo el Sistema de Transmisión Regional – STR reduciendo potenciales riesgos en la desatención de la demanda futura y otorgando mejores capacidades a la región para las fases de distribución y comercialización de la energía eléctrica.

3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto se localizará en jurisdicción rural de los municipios de Jericó y Fredonia en el departamento de Antioquia, donde la línea de transmisión discurre entre las veredas Cauca y Puente Iglesias de los mencionados municipios, respectivamente; la Subestación Carrieles a 230 mil voltios, en cuyo interior se ubicará el patio de almacenamiento de materiales y la vía de acceso a la subestación se proyectan en la vereda Cauca del municipio de Jericó.

En la Figura 3-1 se presenta la localización geográfica y político-administrativa del proyecto a nivel departamental, municipal y de unidades territoriales.

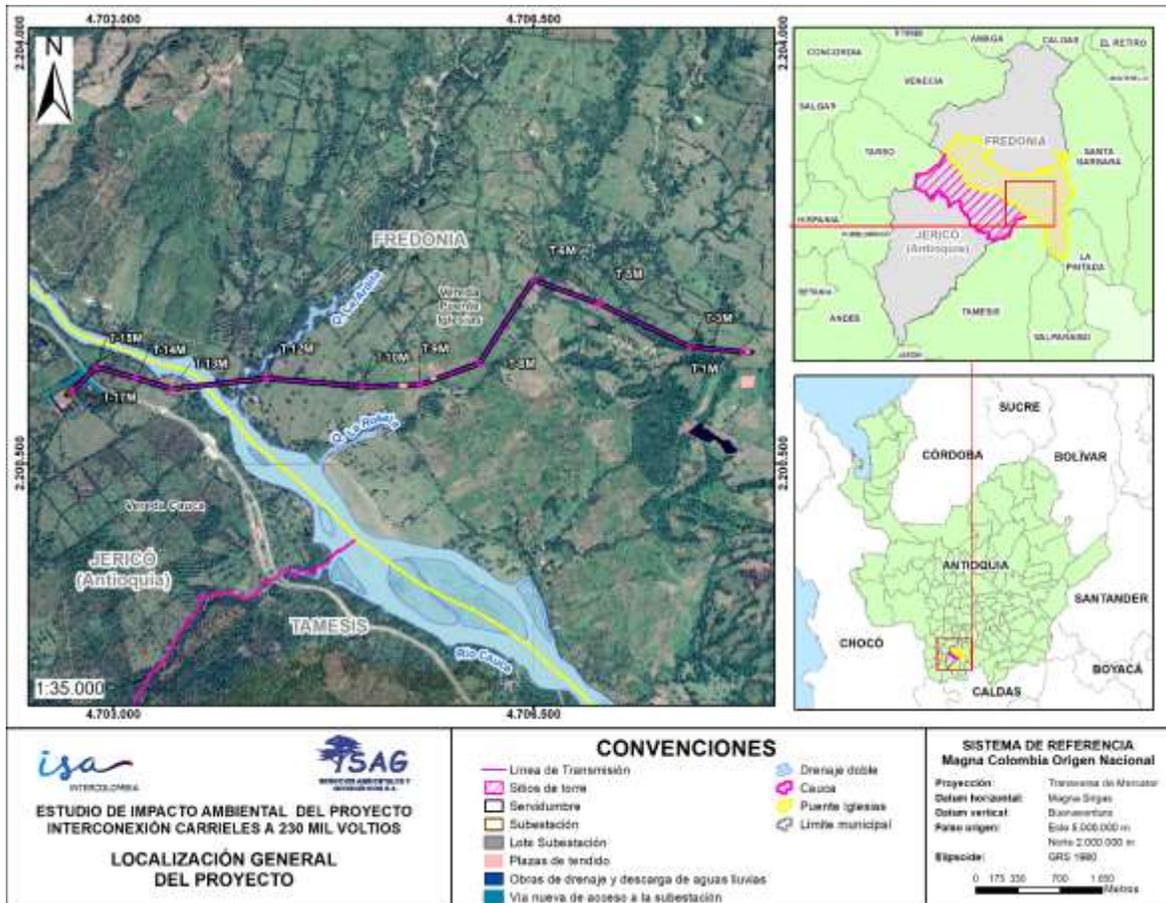


Figura 3-1. Localización del proyecto
 Fuente: SAG, 2024

La convocatoria UPME 03 de 2021 considera el diseño de una Subestación Carreiles y Línea de Transmisión a 230 kV y una Subestación Carreiles a 110/44/13.2 kV, esta última a cargo del operador de red (Empresas públicas de Medellín) cuyo trámite de licenciamiento ambiental es independiente al presente proyecto y se adelantó ante CORANTIOQUIA, lo que significa que el operador de red ya cuenta con la viabilidad ambiental para la construcción de la Subestación Carreiles a 110/44/13.2 kV. Así pues, el proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios consiste en el diseño, construcción y operación de la Subestación Carriles 230 mil voltios y una línea de transmisión doble circuito con una longitud aproximada de 6,36 km, teniendo en cuenta los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), lo cual es objeto del licenciamiento del presente proyecto. Es importante mencionar que Empresas Públicas de Medellín – EPM como operador de red busca conectarse al Sistema de Transmisión Nacional - STN para fortalecerlo y contar con un Sistema de Transmisión Regional - STR más robusto, por lo tanto, desarrollará el proyecto Subestación Carreiles a 110/44/13.2 kV, en el lote contiguo al lote de la Subestación Carreiles a 230 mil voltios, el cual contará con tres (3) patios: 44

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

kV, 110 kV y 13.2 kV. Con este proyecto; este proyecto forma parte del Plan de expansión e intervención de EPM para la subregión Suroeste y nace en respuesta a la necesidad de mejorar las condiciones técnicas de seguridad, calidad y confiabilidad del sistema de distribución de energía en la subregión.

3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

La Interconexión Carrieles a 230 mil voltios, proyecto definido en el “Plan de Expansión de Referencia Generación – Transmisión 2017-2031”, adoptado mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 40790 del 31 de julio de 2018, y modificada mediante Resolución Minenergía 40193 de 10 de julio de 2020, debe entrar en operación a más tardar el 17 de enero de 2026, siendo esta fecha parte integral del proyecto, el cual comprende:

i. Nueva subestación Carriles a 230 mil voltios en configuración interruptor y medio, con dos (2) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes centrales para conformar dos (2) diámetros completos a 230 mil voltios, a ubicarse en jurisdicción del municipio de Jericó en el departamento de Antioquía.

ii. Construcción de una línea doble circuito a 230 mil voltios con una longitud de 6,36 km entre la nueva subestación Carrieles 230 mil voltios, y la línea existente Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV, para reconfigurarla en Ancón Sur – Carriles – Esmeralda 230 kV. Hacen parte de este alcance las conexiones, desconexiones y adecuaciones requeridas para la reconfiguración mencionada.

iii. Comprende los elementos y adecuaciones tanto eléctricas como físicas durante la construcción, operación y mantenimiento de las obras, garantizando siempre su compatibilidad con la infraestructura existente. Estas acciones incluyen sistemas de control, protecciones, medida, comunicaciones e infraestructura asociada.

iv. Los siguientes espacios de reserva:

A nivel del Sistema de Transmisión Nacional - STN¹ (para activos de uso): en la subestación Carriles 230 mil voltios se requieren espacios de reserva para la futura instalación de:

- **Cuatro (4) espacios de reserva para** bahías que podrán ser utilizadas para la conexión de bahías de línea a 230 mil voltios o bahías de transformadores.

3.2.1 Infraestructura Existente

En el área de influencia del proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios se identificó la existencia de infraestructura correspondiente a:

¹ Es el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, incluyendo las interconexiones internacionales, que transportan la energía desde las plantas de generación a las subestaciones de transformación y finalmente al consumidor final. <https://www.bnamerica.com/es/noticias/nuevos-proyectos-en-caribe-fortalecen-el-sistema-interconectado-nacional#:~:text=Las%20redes%20del%20SIN%20son,y%20finalmente%20al%20consumidor%20final.>

3.2.1.1 Tipo y clasificación de vías, líneas férreas y otra infraestructura asociada a éstas

La red vial existente en el área de influencia del proyecto está constituida por vías o accesos que se puede clasificar según la categorización del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras² y por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en el Catálogo de Objetos Geográficos Cartografía Básica de Colombia³ que hace parte de las especificaciones técnicas para la generación de cartografía básica establecidas por el IGAC mediante la Resolución 471 de 2020 modificada por la Resolución 529 de 2020, como se presenta en la Tabla 3-1 y Tabla 3-2, respectivamente.

Tabla 3-1. Clasificación de las vías según INVIAS

Categoría	Descripción
Primaria	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.
Secundaria	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.
Terciaria	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: SAG, 2024 con base en información de INVIAS, 2008

Tabla 3-2. Tipología de las vías establecida por el IGAC para cartografía

Tipo de vía	Definición
Primaria	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. Carretera pavimentada con revestimiento duro (concreto) o flexible (asfalto). Transitable durante todo el año.
Secundaria	Son aquellas vías que unen las cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una

² INVIAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 2008.

³ IGAC. Catálogo de Objetos Geográficos Cartografía Básica de Colombia. 2020.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Tipo de vía	Definición
	cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. Son vías transitables todo el año.
Terciaria	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.
Carreteables	Son aquellas vías sin afirmado, transitables en tiempo seco con tráfico vehicular, generalmente se encuentran en zonas rurales.
Placa huella	Vía con placa-huella presenta un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.
Camino	Camino o sendero de adecuación vial generalmente rural, por el cual transitan principalmente peatones y animales. La superficie no tiene pavimento ni afirmado.
Vía peatonal	Camino estrecho en áreas urbanas, que ha sido diseñado para el tránsito de persona. La superficie es afirmada o pavimentada.

Fuente: SAG, 2024 con base en información del IGAC, 2024

En la Figura 3-2 se presenta la red vial existente a lo largo del trazado del proyecto en el área de influencia del proyecto.

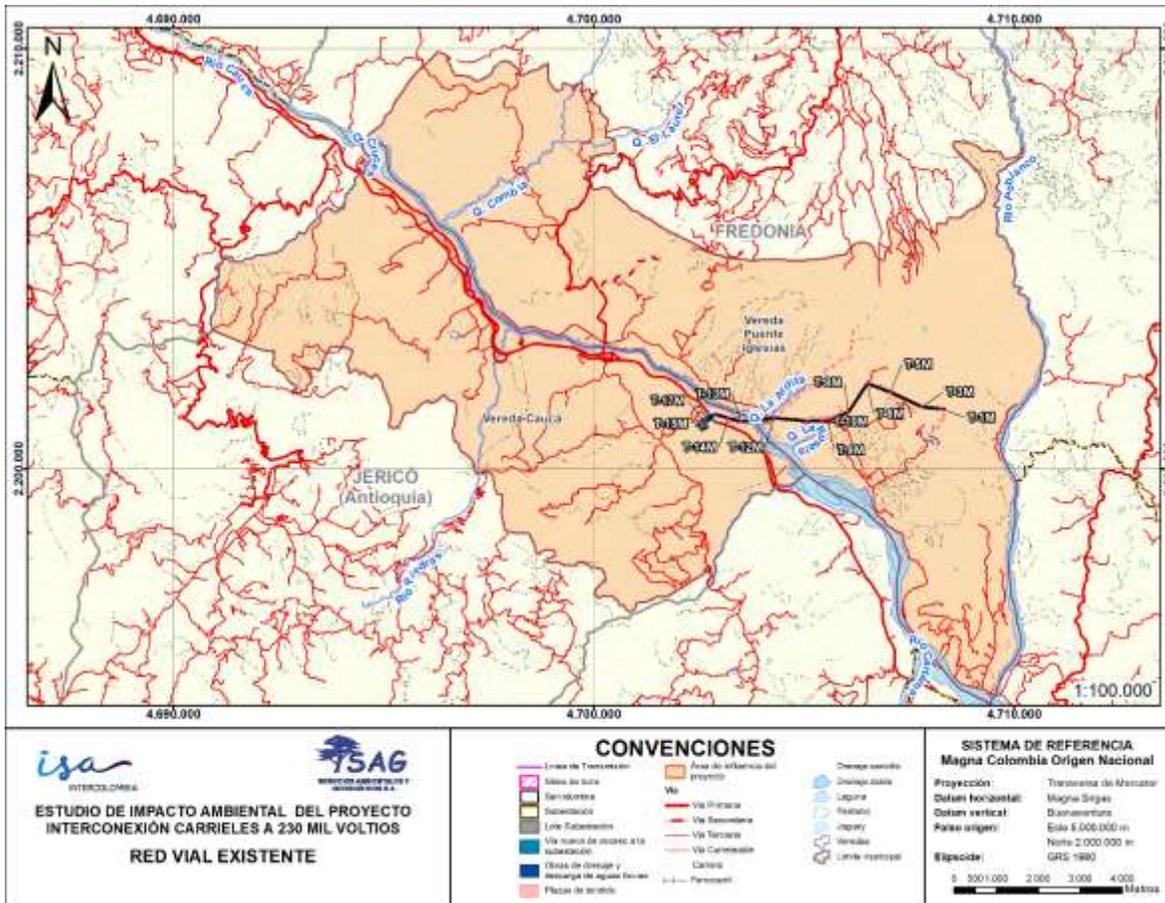


Figura 3-2. Tipo de vías existentes
Fuente: SAG, 2024

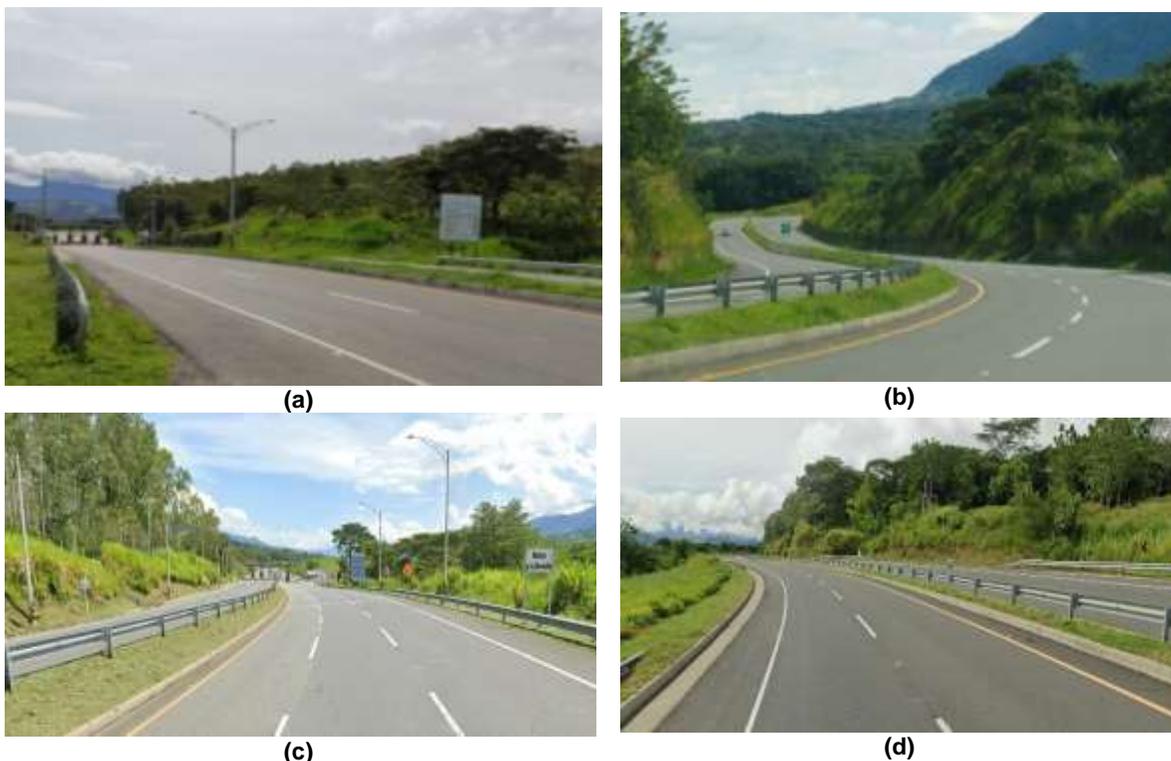
Como se muestra en la Figura 3-2, sobre la margen derecha del río Cauca, se encuentra localizada la línea Férrea que comunica La Pintada con Amagá, del antiguo Ferrocarril Nacional, este sistema, aunque no se encuentra actualmente en operación si avanza, según la estrategia Vive Colombia: Vías Verdes de Colombia, concebida por INVÍAS y el Gobierno Nacional para la conservación y protección de los predios de la red férrea inactiva y en desuso⁴. La propuesta es recuperar con óptimas condiciones dichos corredores férreos para el disfrute de los caminantes, ciclistas, senderistas y para promover la reactivación económica de los nuevos senderos sostenibles.

⁴INVÍAS adelanta gestiones para trabajar con la gobernación de Antioquia en los corredores inactivos existentes: el antiguo ferrocarril de Amagá, entre La Estrella y La Pintada. <https://www.elcolombiano.com/colombia/antiguas-vias-de-ferrocarriles-que-se-convertiran-en-corredores-verdes-AK14782103>.

3.2.1.2 Estado actual de las vías e infraestructura de transporte que va a ser utilizada o modificada por el proyecto

Las vías o accesos existentes a utilizar por parte del proyecto para acceder a cada uno de los sitios de obra, plazas de tendido y patio de almacenamiento donde es necesario acceder para entrar o salir con materiales, equipos y personal, corresponden a los siguientes:

- La vía de Cuarta Generación (4G) La Pintada – Bolombolo, cuenta con doble calzada y excelentes condiciones de transitabilidad, discurre por parte del área de influencia, específicamente será cruzada por la línea de transmisión, por lo cual se identificó esta vía como acceso principal del proyecto. Esta vía hace parte del proyecto Autopista Conexión Pacífico 2 de la Concesión La Pintada S.A.S. y está diseñada en su totalidad para la circulación de tráfico pesado, constituyendo una arteria principal de la movilidad de los recursos desde de Medellín y otros municipios de Antioquia hacia el Eje Cafetero y el sur occidente del país (ver Fotografía 3-1). En la Figura 3-2 la vía La Pintada – Bolombolo se identifica como la vía primaria que discurre por el área donde se proyectan las obras.



Fotografía 3-1. Vía primaria La Pintada - Bolombolo

Fuente: (a) y (b) SAG, 2021 – (c) y (d) JE JAIMES, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

- La vía secundaria a la cabecera municipal de Fredonia que se desprende de la vía La Pintada – Bolombolo y discurre por el área donde se proyectan las obras, entre las veredas Cauca (Jericó) y Puente Iglesias (Fredonia).

Al momento de los estudios, la vía se encuentra en óptimas condiciones para la circulación de los vehículos en el proceso de construcción del proyecto y el puente cuenta con buena estructura para hacer uso del acceso a las obras del proyecto, como se puede ver en la Fotografía 3-2. Este puente cuenta con una longitud aproximada de 180 m y se ubica a una distancia de aproximadamente 3 km de la Subestación Carrieles 230 mil voltios y la llegada de la línea de transmisión.



Fotografía 3-2. Vía secundaria a Fredonia, cruce del río Cauca hacia Puente Iglesias

Fuente: SAG, 2021

Como se presenta en la Figura 3-2, la vía a Fredonia es la vía secundaria que discurre por el área donde se proyectan las obras, entre las veredas Cauca (Jericó) y Puente Iglesias (Fredonia).

- La vía terciaria que se desprende de la vía a la cabecera municipal de Fredonia, denominada La Trocha, inicia en la estación de Policía de Puente Iglesias (Fredonia) y comunica este sector con la zona urbana de La Pintada, está en buen estado la mayor parte de su trayecto, es importante mencionar que recientemente se registró la pérdida de banca en un tramo corto, lo cual conllevó a una ausencia temporal de conexión entre Puente Iglesias y La Pintada; no obstante, en el sector donde se llevará a cabo la Interconexión Carrieles a 230 mil voltios no tuvo inconvenientes el tránsito por esta vía terciaria. De esta vía se desprenden varios ramales que comunican a las fincas y que posibilitarán acceder hacia los sitios de torre que se

encuentran dentro del área de influencia (ver Fotografía 3-3). También es importante mencionar que La Trocha es una vía con alto tránsito de vehículos asociados a las actividades de citricultura y ganadería, actividades económicas propias de la región.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fotografía 3-3. Vía terciaria La Trocha

Fuente: (a) y (b) SAG, 2021 – (c), (d), (e) y (f) JE JAIMES, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Para las vías primaria, secundaria y terciaria a usar por el proyecto, no se llevarán a cabo procesos de adecuación adicionales a las labores pertinentes para mantener y dejar las mismas en el estado en que se encontraban previo al inicio de actividades o si se presenta deterioro, como consecuencia del desarrollo del proyecto, debido a que dicha infraestructura vial se encuentra en buen estado.

Por otra parte, dentro del área de influencia también se encuentran algunos accesos (carreteables) de penetración a predios privados, los cuales serán utilizados previo consentimiento de los propietarios.

Además, será necesario utilizar algunos accesos tipo caminos o senderos peatonales que permitan el ingreso de personal, materiales, herramientas y equipo requerido hasta los sitios exactos de obra. En caso de no contar con la autorización de ingreso de materiales o equipos por estos caminos, se hará uso de transporte por la servidumbre, al igual que se aplicará para las labores de tendido; así mismo, se podrá aplicar el uso de semovientes⁵ para transporte de materiales, teniendo en cuenta las medidas de seguridad, equipos de protección y recursos requeridos para la ejecución adecuada de estas actividades.

De esta manera, la vía terciaria “La Trocha”, permite ingresar desde el sitio de torre 12M hasta el sitio de torre 6M, incluyendo las plazas de tendido PT-2 y PT-3.

El acceso a la plaza de tendido PT-1 se realizará mediante acceso privado carreteable existente, donde se realizarán adecuaciones correspondientes al riego de material, dado que se evidencia que el acceso carece de manejo de aguas superficiales de escorrentía, que sumado al tráfico constante de automotores tipo tractores del propietario y la falta de mantenimiento y/o refuerzos de la capa granular, dificulta en algunos tramos el tránsito de vehículos. Para este acceso se plantea reconfiguración de la banca en los puntos de mayor pendiente para garantizar la tracción de automotores que transiten por el mismo. Las adecuaciones se realizarán sobre el ancho ya conformado por el propietario donde se extenderá el material granular tipo afirmado para finalizar con la compactación hasta contar con condiciones necesarias para el soporte al tráfico de la maquinaria del proyecto hasta la plaza de tendido PT-1, lo cual se facilita dado que, si bien, el tramo de llegada a la PT-1 bajo las condiciones actuales el acceso presenta vegetación de pastos por ausencia de mantenimiento, visitas previas permitieron evidenciar una correcta demarcación del acceso hasta la llegada a la plaza de tendido como se presenta en la **Fotografía 3-1**. En este acceso se utilizará la pendiente natural del terreno para garantizar que las aguas lluvias corran a la ladera y eviten afectar la estructura granular del vial.

⁵ Se suprime el uso de teleféricos.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotografía 3-4. Acceso a plaza de tendido PT-1 y T-1M: (a), (b) y (c) tramo inicial – (d) Tramo de llegada a la plaza de tendido PT-1

Fuente: JE JAIMES, 2023 y 2024

Desde la plaza de tendido PT-1, los accesos a los sitios de torre T-1M hasta la torre T-5M, incluyendo la plaza de tendido PT-5, se realizarán mediante ramales de accesos privados de manera peatonal con la ayuda de semovientes, a excepción del acceso a la torre T-5M para la cual se cuenta con la vía carreteable existente que lleva al predio Tahití y esta acondicionado por el propietario hasta 114,10 m antes del sitio de torre, a partir de este punto se contempla acceso peatonal/mular (ver Fotografía 3-5). El acceso carece de manejo de aguas superficiales de escorrentía, se plantea reconfiguración de la banca en los puntos de mayor pendiente para garantizar la tracción de automotores que transiten por el mismo. Se realizarán adecuaciones correspondientes al riego de material. Las adecuaciones se realizarán sobre el ancho ya conformado por el propietario donde se extenderá el material granular tipo afirmado para finalizar con la compactación hasta contar con condiciones necesarias para el soporte al tráfico de la maquinaria del proyecto.



Fotografía 3-5. Acceso al sitio de torre T-5M

Fuente: JE JAIMES, 2023 y 2024

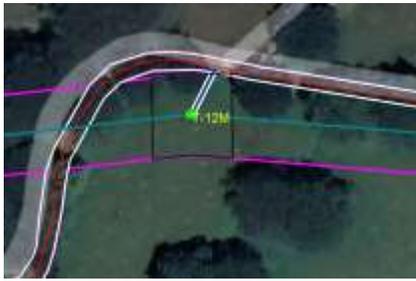
El ingreso a la plaza de tendido PT-4 se realiza por el acceso a adecuar para la subestación Carrieles, el cual se desprende de la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2, de igual manera los accesos a los sitios de torre 17M, 15M, 14M y 13M se realizarán de manera peatonal desprendiéndose de ramales privados desde la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2. Ver Tabla 3-3.

De acuerdo con el trabajo de campo realizado por el equipo técnico se pudo realizar una caracterización general de los accesos mencionados anteriormente. Esta información se presenta en la Tabla 3-3.

Tabla 3-3. Caracterización general accesos directos a sitios de obra e infraestructura asociada

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
<p>Acc_T17-Portico_2</p> <p>Acc_T17-Portico_1</p>	Privado	<p>Acc_T17-Portico_2: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente de ingreso al predio Bariloche, por ramal de que se desprende de la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Acc_T17-Portico_1: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente desde el fin de la vía existente hacia el sitio de T17M, subestación y pósito. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Estos accesos también permiten el ingreso al patio de almacenamiento de materiales y a la plaza de tendido PT-4, ambas las áreas temporales ubicadas al interior del lote de la subestación.</p>	<p>Acc_T17-Portico_2: 91,79</p> <p>Acc_T17-Portico_1: 246,61</p>	2	<p>Acc_T17-Portico_2: 16,42</p> <p>Acc_T17-Portico_1: 22,24</p>		<p>No se requiere realizar descapote ni intervención forestal.</p>	<p>Estado: Bueno</p> <p>Adecuación: No se requiere.</p>

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
Acc_T15	Privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T15M que se desprende de la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2. Acceso de carácter temporal.	137,63	2	33,93		No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.
Acc_T14 Acc-T13_2 Acc_T13	Privado	Acc_T14: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T14M que se desprende de la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2. Acceso de carácter temporal. Acc-T13_2: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T13M. Es el primer acceso que se desprende del Acc_T14. Acceso de carácter temporal. Acc_T13: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T13M. Es	Acc_T14: 253,04 Acc-T13_2: 338,99 Acc_T13: 285,77	2	Acc_T14: 9,30 Acc-T13_2: 29,65 Acc_T13: 17,87		No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
		el segundo acceso que se desprende del Acc_T14. Acceso de carácter temporal.						
Acc_T_12M	Vía La Trocha: público* Acceso a sitio de torre: privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T12M que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	21,25	2	22,05		No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
Acc_T_10M	Vía La Trocha: público* Acceso a sitio de torre: privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T10M que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	59,84	2	18,09		No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.
Acc_T_9M	Vía La Trocha: público* Acceso a sitio de torre: privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T9M que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	58,93	2	31,44		No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
Acc_T_8M	Privado	Acceso vehicular tipo carretable privado proyectado hacia el sitio de T8M que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	6,07	2,5	42,33		No se requiere hacer remoción, descapote ni intervención forestal. Acceso vehicular proyectado a adecuar a sitio de torre, facilitado mediante riego de material sobre último tramo de acceso que se desprende de la vía carretable La Trocha.	Estado: Acceso proyectado a adecuar. Adecuación: Consiste en acondicionar el terreno, sobre último tramo de acceso que se desprende del carretable, para el ingreso de maquinaria amarilla mediante el riego de material. El material será adquirido mediante compra a canteras autorizadas.
Acc_T_6M	Privado	Acceso vehicular tipo carretable privado proyectado hacia el sitio de T6M que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	18,56	2,5	51,79		No se requiere hacer remoción, descapote ni intervención forestal. Acceso vehicular proyectado a adecuar a sitio de torre, facilitado mediante riego de material sobre último tramo de acceso que se desprende de la vía carretable.	Estado: Acceso proyectado a adecuar. Adecuación: Consiste en acondicionar el terreno, sobre último tramo de acceso que se desprende del carretable, para el ingreso de maquinaria amarilla mediante el riego de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
								material. El material será adquirido mediante compra a canteras autorizadas.
Tahiti-T5_1 Tahiti-T5_2 Acc_T5_Peatonal Acc_PT-2	Privado	<p>Tahiti-T5_1: Acceso Vehicular tipo vía terciaria privado existente del predio Tahiti hacia el acceso Tahiti-T5_2. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Tahiti-T5_2: Acceso Vehicular tipo carretable privado existente del predio Tahiti hacia el acceso Tahiti-T5_2. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Acc_T5_Peatonal: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia el sitio de T5M. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Acc_PT-2: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente desde el sitio de T3M hacia el sitio de T5M.</p>	<p>Tahiti-T5_1: 2573,68</p> <p>Tahiti-T5_2: 334,62</p> <p>Acc_T5_Peatonal: 35,21</p> <p>Acc_PT-2: 965,52</p>	2	<p>Tahiti-T5_1: 27,60</p> <p>Tahiti-T5_2: 33,42</p> <p>Acc_T5_Peatonal: 24,18</p> <p>Acc_PT-2: 30,22</p>	<p>Tahiti-T5_1 (tramo rojo) - Tahiti-T5_2 (tramo verde):</p>  <p>Acc_T5_Peatonal:</p>	<p>Tahiti-T5_1 y Tahiti-T5_2: Por la vía carretable existente que lleva al predio Tahiti y acondicionado por el propietario hasta 114,10 m antes del sitio de torre, a partir de este punto se contempla acceso peatonal/mular (Acc_T5_Peatonal) hasta el sitio de torre.</p> <p>No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.</p> <p>Acc_PT-2: Por el acceso peatonal/mular desde el sitio de torre T-3M.</p>	<p>Tahiti-T5_1 y Tahiti-T5_2: Estado: Bueno (Tahiti-T5_1) y Regular (Tahiti-T5_2). El acceso carece de manejo de aguas superficiales de escorrentía.</p> <p>Adecuación: Reconformación de la banca en los puntos de mayor pendiente (ver tramo verde - Acc_T5_Peatonal), para garantizar la tracción de automotores que transiten por el mismo. Las adecuaciones se realizarán sobre el ancho ya conformado por el propietario donde se extenderá el material granular tipo afirmado para</p>



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN
CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4

2024-08-07

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
		Acceso de carácter temporal.				 Acc_PT-2: 	No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	finalizar con la compactación hasta contar con condiciones necesarias para el soporte al tráfico de la maquinaria del proyecto. Se utilizará la pendiente natural del terreno para garantizar que las aguas lluvias corran a la ladera y eviten afectar la estructura granular del vial. El material será adquirido mediante compra a canteras autorizadas. Acc_PT-2: Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.
Acc_T-3 Acc_PT-2	Privado	Acceso Privado Peatonal/mular existente hacia el sitio T3M que se desprende	Acc_T-3: 456,86	2	Acc_T-3: 42,96	Acc_T-3	Acc_T-3: Ingreso de manera peatonal/mular	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
	Rev. No.: 4	2024-08-07	

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
		<p>del sitio de T1M. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Acc_PT-2: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente desde el sitio de T5M hacia el sitio de T3M. Acceso de carácter temporal.</p>	Acc_PT-2: 965,52		Acc_PT-2: 30,22		<p>desde el sitio de torre 1M.</p> <p>No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal</p> <p>Acc_PT-2: Ingreso de manera peatonal/mular desde el sitio de torre 5M.</p> <p>No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.</p>	Adecuación: No se requiere.
<p>RutaAgrotunez_PT-1_1</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_2</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_3</p> <p>Acc_T-1</p>	Privado	<p>RutaAgrotunez_PT-1_1, RutaAgrotunez_PT-1_2 y RutaAgrotunez_PT-1_3: Acceso vehicular tipo carreteable privado existente Agrotunez hacia la PT-1. Acceso de carácter temporal.</p> <p>Acc_T-1: Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente que se desprende desde</p>	<p>RutaAgrotunez_PT-1_1: 819,71</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_2: 1991,94</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_3: 460,91</p>	2	<p>RutaAgrotunez_PT-1_1: 18,98</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_2: 26,84</p> <p>RutaAgrotunez_PT-1_3: 25,24</p> <p>Acc_T-1: 17,83</p>	<p>RutaAgrotunez_PT-1_1 (amarillo), RutaAgrotunez_PT-1_2 (rojo claro) y RutaAgrotunez_PT-1_3 (rojo oscuro):</p>	<p>Ingreso de manera peatonal/mular desde la plaza de tendido PT-1.</p> <p>No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.</p>	<p>Estado: Malo (RutaAgrotunez_PT-1_2 y RutaAgrotunez_PT-1_3), carece de manejo de aguas superficiales de escorrentía, que sumado al tráfico constante de automotores tipo tractores del propietario y la falta de</p>

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
		la PT-1 hacia el sitio T1M. Acceso de carácter temporal.	Acc_T-1: 361,90			 <p>Acc_T-1:</p>		<p>mantenimiento y/o refuerzos de la capa granular, dificulta en algunos tramos el tránsito de vehículos.</p> <p>Adecuación: En el tramo señalado en color amarillo, se realizará reconformación de banca mediante riego de material. Se utilizará la pendiente natural del terreno para garantizar que las aguas lluvias corran a la ladera y eviten afectar la estructura granular del vial.</p> <p>En el tramo señalado en color rojo, se realizará reconformación de banca mediante riego de material y rocería. Consiste en garantizar el estado del acceso, para el ingreso de maquinaria</p>

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
								mediante el riego de material. El material será adquirido mediante compra a canteras autorizadas.
PT1-79	Privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente que se desprende desde el sitio de T-1M hacia la TE-79 existente y plaza de tendido PT-5. Acceso de carácter temporal.	22,83	2	4,14		Ingreso peatonal/mular desde la vía La Trocha. No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Acceso a sitio de obra	Tipo de acceso	Modo de ingreso/Tipo según clasificación IGAC	Longitud (m)	Ancho de calzada promedio (m)	Pendiente media (%)	Detalles	Demanda de recursos	Estado/Adecuación
Acc_PT-3	Privado	Acceso peatonal/mular tipo camino privado existente hacia la PT-3 que se desprende de la vía La Trocha. Acceso de carácter temporal.	22,63	2	16,03		Ingreso peatonal/mular desde la vía La Trocha. No se requiere hacer remoción o aporte de material, descapote ni intervención forestal.	Estado: Buen estado para ingreso peatonal/mular. Adecuación: No se requiere.

* Se suprimen los accesos vehiculares: PteAvispasLaY, Acc_T12-10-9-8-6_1, Acc_T12-10-9-8-6_2, Acc_T12-10-9-8-6_3 y Acc_T5-T1.

Fuente: SAG, 2024 con información de ISA INTERCOLOMBIA

3.2.1.3 Infraestructura social y/o productiva

En la Figura 3-3 se relaciona la infraestructura social y/o productiva ubicada en el área de influencia del proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios, compuesta por haciendas, fincas, galpones, tiendas, bodegas, sitios de recreación, bienes inmuebles de interés cultural (por ejemplo: La Botero y la Estación del Tren), plantas de acopio de naranjas, bebederos, corrales y el peaje de la Autopista Conexión Pacífico 2 con sus básculas de pesaje.

El área de influencia del proyecto se ubica en zona rural de los municipios de Jericó y Fredonia, por ende, el trazado del proyecto no cruza áreas urbanas o de expansión de los municipios a lo largo del recorrido.

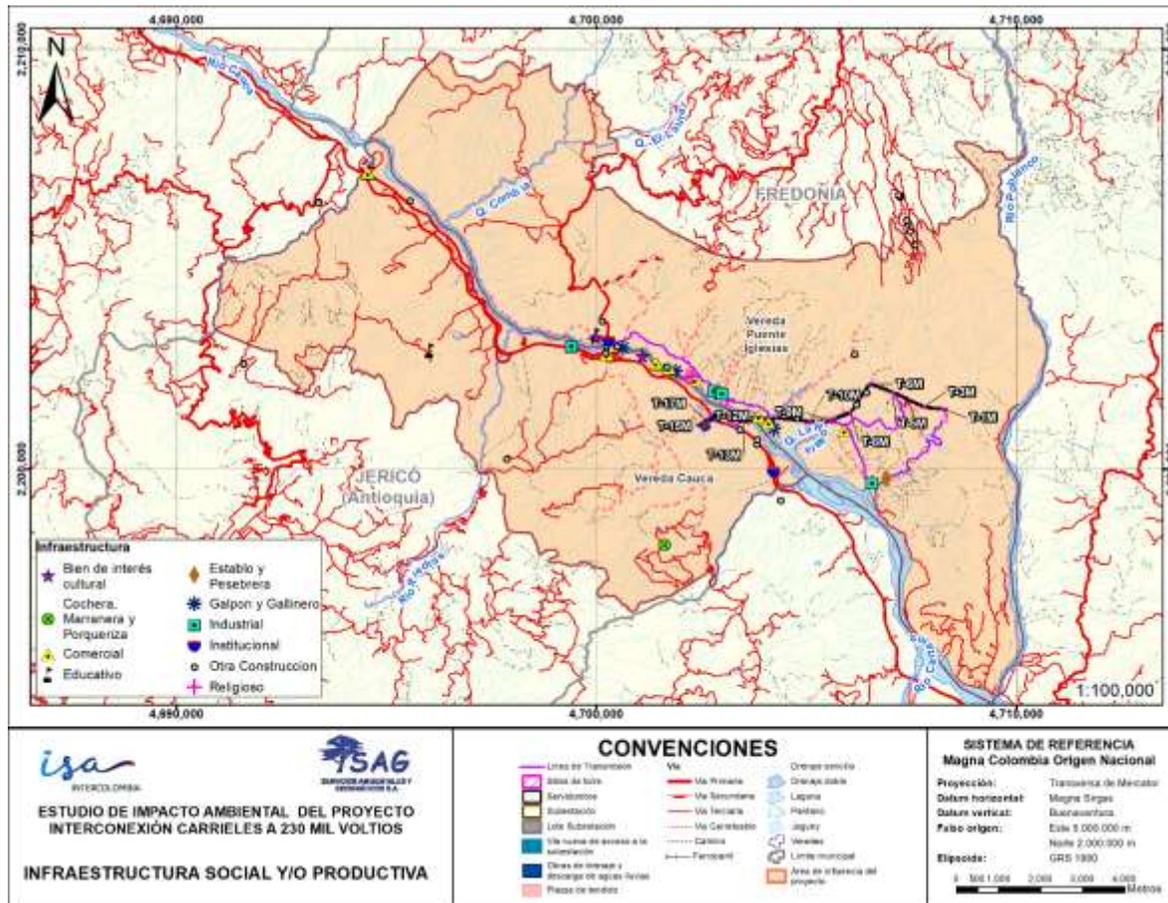


Figura 3-3. Infraestructura social y/o productiva
Fuente: SAG, 2024

3.2.1.4 Infraestructura del Sistema Interconectado en el área de influencia del proyecto

En la Figura 3-4 se muestra la imagen del diagrama unifilar del sistema interconectado de transmisión nacional y regional que pertenece a la cobertura de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM). Básicamente el diagrama representa gráficamente los equipos, dispositivos y elementos que conforman la instalación eléctrica asociada al área de influencia.

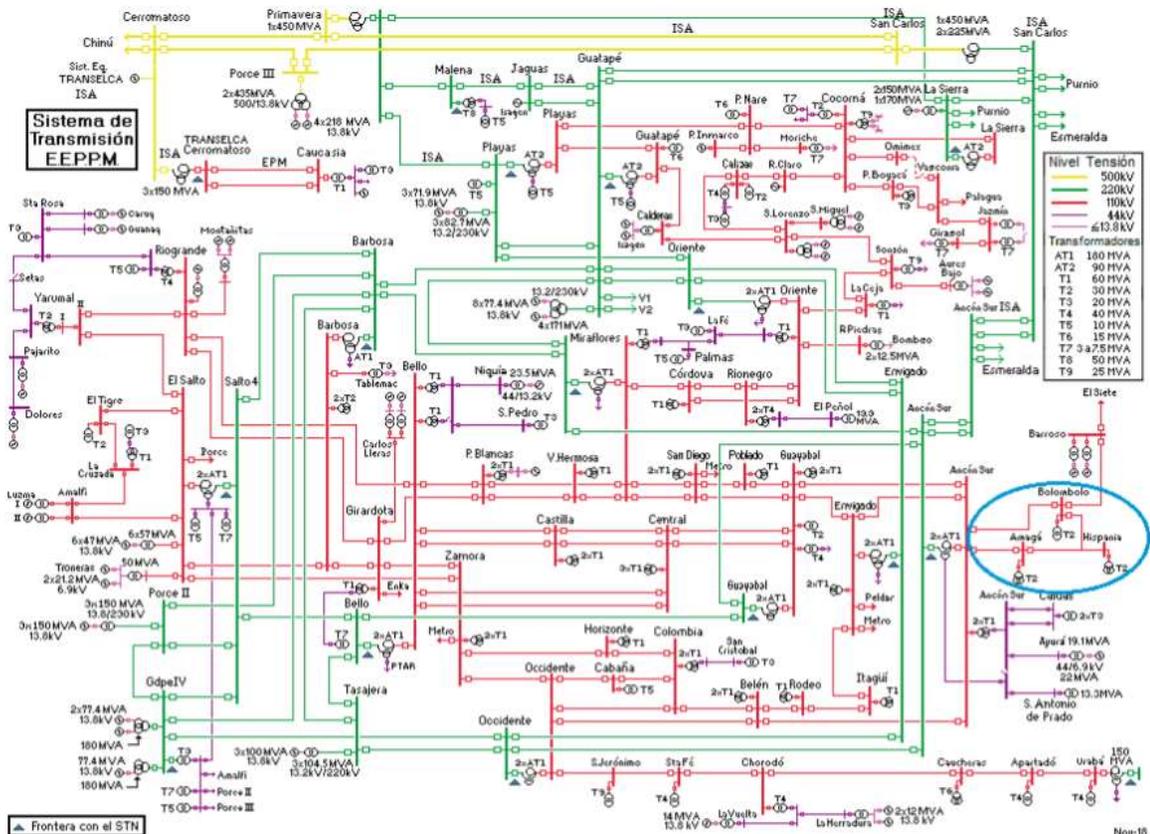


Figura 3-4. Diagrama unifilar de Transmisión EPM

Fuente: Revista EPM No.13. Enero - Junio 2019, pág. 49

Se evidencia que no hay nada más a las afueras de la línea que se encuentra del Sistema Interconectado de Transmisión Nacional, a saber, la línea de conexión del proyecto: Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV.

De esta línea Ancón Sur – La Esmeralda II 230 kV, la variante construida en 2008 se ubica en el área de influencia, específicamente en la vereda Puente Iglesias en el municipio de Fredonia, cuenta con una longitud de 4,2 km aproximadamente en la que se cimentaron y

montaron nueve (9) torres, con disposición vertical doble circuito y con cables de guarda, torres 71 a 79, la cual comienza en la Hacienda La Sirena hasta la Hacienda La Soledad. Los antecedentes, detalles y razones técnicas de dicha variante están disponibles en el numeral 3.2.3.4.2.

Las características técnicas de la variante de dicha línea se relacionan en la Tabla 3-4.

Tabla 3-4. Generalidades de la variante Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV

Parámetro	Valor
Tensión de transmisión	230 kV
Número de circuitos	2
Conductores por fase	1
Longitud total de la variante	4.6 km
Cantidad total de torres	9
Cable conductor	BLUEJAY
Cable de guarda	MINORCA
Cable de Fibra Óptica	OPGW 48 Hilos
Ancho de servidumbre	32 m

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2021

De la torre 79, última de la variante, es de la cual se prevé la derivación del proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios. Los antecedentes técnicos para la pertinencia de esta conexión, se expone a continuación:

- Antecedentes del diseño del proyecto

De acuerdo con los objetivos de la convocatoria UPME 03 del 2021, el diseño del proyecto considera la nueva Subestación Carriles 230 mil voltios y una línea de transmisión doble circuito con una longitud aproximada de 6,36 km, teniendo en cuenta los requerimientos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).

Se plantea la línea de transmisión a 230 mil voltios entre la nueva Subestación Carreiles a 230 mil voltios y la línea existente Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV propiedad de INTERCONEXIÓN ELECTRICA S.A E.S.P., para reconfigúrala en Ancón Sur – Carriles – Esmeralda 230 kV.

Según lo indicado en los pliegos de la UPME, la conexión del Proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios, debe hacerse desde la línea existente Ancón Sur – Esmeralda 230 kV. La UPME indicó un punto central y un radio donde debería ubicarse la nueva Subestación Carreiles a 230 mil voltios.

Con relación a la línea existente es importante resaltar que, en el año 2008 se presentó un movimiento súbito del terreno que ocasionó el colapso de las torres 72, 73, 74, 75 y 76. Ver Fotografía 3-6. Las causas de esta desestabilización estuvieron asociadas con acumulación de agua del terreno durante las intensas lluvias de la época, y la posible activación del tipo de falla estructural que cruza la zona, lo que ocasionó un movimiento en masa.



Fotografía 3-6. Movimiento súbito del terreno

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2008

La solución definitiva al colapso presentado en dichas estructuras fue la construcción de una variante entre las torres 71 a 79, en la zona que presenta mejores condiciones de estabilidad correspondiente al cordón montañoso al oeste de la zona desestabilizada.

Vale aclarar, que la torre 79 se identificó como el sitio suficientemente estable para garantizar la operación segura de la línea de transmisión Ancón Sur - Esmeralda II 230 kV. Es por lo que, técnicamente, el punto de inicio del proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios es la Torre número 79 de la línea existente Ancón Sur - Esmeralda II 230 kV.

3.2.2 Fases y Actividades del Proyecto

Para la construcción y puesta en marcha del proyecto, se deben considerar las fases de pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento o cierre, todo conforme al ciclo de vida del activo. En la Tabla 3-5 se presenta la descripción de las fases y actividades contempladas para el desarrollo del proyecto:

Tabla 3-5. Fases y actividades del proyecto

Fase/Actividad	Descripción
Fase de pre-construcción	
Localización y replanteo	En esta actividad se realizarán los trabajos de topografía que deberá realizar el contratista para determinar la localización planimétrica y altimétrica de todas las obras del proyecto, a partir de los puntos y ejes topográficos de referencia, de acuerdo con los planos de construcción o las instrucciones del supervisor; con el objetivo de marcar en el terreno la ubicación de las estructuras de la subestación y de la línea de transmisión, para esta última teniendo en cuenta, además, los planos del perfil longitudinal y la



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4 | 2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	planilla de estructuras, estableciendo la abscisa y cota de los centros de las estructuras.
Participación y socialización con los grupos de interés	Con el fin de garantizar el acceso a la información y la participación de los diferentes grupos de interés (comunidades, propietarios de predios, organizaciones sociales y ambientales, administraciones municipales y autoridades ambientales) en los aspectos ambientales relacionados con el proyecto se generan espacios como por ejemplo, talleres, reuniones, mesas, etc., y estrategias de comunicación (como por ejemplo volantes, plegables, cuñas radiales, etc.) en los que se abordan temas como la descripción técnica y el alcance del proyecto, así como sus impactos y las correspondientes medidas de manejo ambiental para las diferentes fases. Para esta actividad se considera lo planteado por la ANLA en los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA en proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17 y la guía de participación ciudadana para el licenciamiento ambiental (julio de 2018).
Gestión predial (inventario predial y adquisición de servidumbre)	<p>Comprenderá el conjunto de actividades tendientes a la caracterización e individualización de los inmuebles que serán objeto de intervención, con base en la información catastral, jurídica y de campo.</p> <p>En otras palabras, consiste en la gestión de la servidumbre (zona de seguridad) con los propietarios de cada uno de los predios a lo largo del eje de la línea de transmisión, en un ancho total de 32 metros (16 m a lado y lado del eje de la línea), incluyendo vanos y sitios de torre requeridos; así como áreas adicionales para la fase de construcción.</p> <p>En este contexto, una servidumbre se define como la limitación a la propiedad del inmueble que se hace en favor de otro predio, o en este caso, en favor de un proyecto de utilidad pública e interés social como lo es una línea de transmisión de energía. Se destaca que en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE-, Resolución 90708 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía estipula las limitaciones que tienen la zona de servidumbre en el terreno y es una franja que se deja sin obstáculos a lo largo de una línea de transmisión de energía eléctrica para garantizar la seguridad de personas y animales en las fases de construcción, operación y mantenimiento y garantiza también la continuidad en la prestación del servicio público esencial de transmisión de energía. Las entidades o empresas encargadas de transmitir la energía tienen el deber de adelantar las actividades orientadas a constituir servidumbres en los predios intervenidos por la línea, para ello se compensa económicamente a los propietarios por dicha limitación, en principios de equidad, transparencia y ajuste a la ley y en todos los casos el propietario</p>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	del inmueble continúa siendo el dueño de todo el predio incluida la franja de servidumbre, pudiendo adelantar en ella las actividades permitidas en el -RETIE-. Debido a que la servidumbre es un gravamen que recae sobre el predio, se paga una única vez -generalmente- durante la fase de pre-construcción del proyecto.
Compra de materiales y equipos	Los materiales que deberá suministrar durante la realización de los trabajos deberán ser nuevos y de primera calidad. No se aceptarán materiales que muestren deterioro por deficiencia en su fabricación, o en suministro, o almacenamiento o disposición, etc. Dichos materiales deberán cumplir con los requerimientos técnicos exigidos en las especificaciones técnicas. Se deberá aportar los certificados de calidad, reporte de pruebas de laboratorio, etc. que demuestren la calidad de los materiales suministrados.
Fase de construcción	
Participación y socialización con los grupos de interés	<p>Con el fin de garantizar el acceso a la información y la participación de los diferentes grupos de interés (comunidades, propietarios de predios, organizaciones sociales y ambientales, administraciones municipales y autoridades ambientales) en los aspectos ambientales relacionados con el proyecto se generan espacios como, por ejemplo, talleres, reuniones, mesas, asambleas, etc., y estrategias de comunicación (como, por ejemplo, volantes, plegables, cuñas radiales, etc.). En esta fase se adelantan como mínimo tres espacios de reunión con la siguiente secuencia:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones de inicio: se socializa la licencia y los permisos ambientales asociados, se presentan los contratistas de obra, los mecanismos de reclamación y atención de requerimientos por parte de la Empresa. 2. Reuniones de avance de la obra. 3. Reuniones de cierre de la fase constructiva: en las que se presenta el balance de la fase constructiva y se verifica el cumplimiento de los acuerdos con los actores comunitarios.
Contratación del personal	La gestión del proyecto demanda la contratación de mano de obra local de manera temporal o de permanencia para cada una de las fases del ciclo de vida del activo. Durante la fase de pre-construcción se realizará la selección y vinculación del personal de acuerdo con la disponibilidad en el área de influencia (área de influencia en fase de Estudio de Impacto Ambiental), y contemplando las políticas empresariales y la normativa colombiana. Para esta actividad se realizará la articulación con el servicio público de empleo y se implementarán estrategias de información y comunicación para garantizar el acceso transparente a las oportunidades laborales.

Fase/Actividad	Descripción
<p>Adecuación y mantenimiento de vías de acceso</p>	<p>Se validarán los accesos necesarios que se requieran para el desarrollo de las obras, se gestionarán actas de identificación de accesos en las que se registrará el estado de la vía previo al inicio de actividades, esto, en compañía de representantes de la organización social comunitaria o de la Alcaldía Municipal correspondiente.</p> <p>La adecuación temporal a realizar sobre accesos inexistentes y en los que por demanda del proyecto se requiera flujo de maquinaria y vehículos, consistirá en la incorporación de granulares (Material de cantera) sobre los tramos requeridos de manera que se facilite y se garantice una mejor transitabilidad. La adecuación de accesos se realizará sobre zonas desprovistas de vegetación en pastos por lo que no se contempla intervención forestal, una vez finalizada las actividades constructivas se retirará el material previamente dispuesto y se reconformará el área mediante sucesión natural.</p> <p>Para el mantenimiento de los accesos y vías existentes que por las condiciones y estado en que se encuentren previo a su uso, faciliten el normal tránsito de vehículos y/o maquinaria, se corregirán fallos estructurales mediante la incorporación de granulares de mejor comportamiento mecánico a fin de garantizar una mejor transitabilidad; de igual manera para el mantenimiento de los accesos existentes y que por falta de uso constante, se encuentren con presencia de vegetación se contemplan actividades de rocería sobre aquellos tramos sin que se realice ningún tipo de intervención forestal. Los materiales granulares a emplear serán adquiridos de canteras certificadas.</p> <p>Al finalizar la fase constructiva se adelantarán las labores pertinentes para dejar estos accesos en el mismo estado en que se encontraban previo al inicio de actividades y se dejará registro fotográfico y audiovisual de éstas.</p>
<p>Adecuación del terreno (descapote y remoción de cobertura vegetal)</p>	<p>Esta actividad se refiere a la limpieza de las áreas que ocuparán tanto las obras provisionales (patio de almacenamiento y plazas de tendido) como las obras definitivas del proyecto (subestación, vía de acceso a la subestación y sitios de torre). Consistirá en el descapote o remoción de la capa superficial del terreno natural y en la remoción de cobertura vegetal, donde sea estrictamente necesario, de acuerdo con el permiso de aprovechamiento forestal, así como la remoción de cercos o alambrados existentes, tocones y otros elementos que obstaculicen la ejecución de las obras e impidan el trabajo normal del equipo de movimiento de tierras.</p>
<p>Adecuación de instalaciones provisionales</p>	<p>Se realizará la adecuación de zonas provisionales donde se realizará la logística del proyecto, es decir sitios que servirán como</p>

Fase/Actividad	Descripción
	<p>facilidades temporales para las diferentes dinámicas que se presentan durante la construcción del proyecto, estas adecuaciones consisten en la ubicación de materiales, baños portátiles y puntos ecológicos. Estas facilidades temporales estarán localizadas principalmente en el área de la Subestación, en el patio de almacenamiento y en los sitios de torre, posterior a la actividad de adecuación del terreno (descapote y remoción de cobertura vegetal).</p>
<p>Construcción de la vía de acceso a la subestación</p>	<p>Para el ingreso al área de la subestación Carrieles a 230 mil voltios, posterior a la adecuación del terreno y de la adecuación de instalaciones provisionales, se construirá una vía que se desprenderá de la vía principal La Pintada – Bolombolo y contará con un ancho de calzada de 6 m y 460 m de longitud, aproximadamente.</p>
<p>Cerramiento provisional</p>	<p>En los sitios de excavación para la construcción de las obras de la subestación y las torres de la línea de transmisión, se realizará el cerramiento perimetral con una altura de 2,2 m, para la subestación estará cubierto en toda su altura con una tela sintética, debidamente ajustada y anclada a postes verticales de madera, plásticos o metálicos, para los sitios de torre no es necesario cubrir con tela sintética. Los postes deben estar empotrados 0,50 m como mínimo. El cerramiento deberá ser fácilmente desmontable en algunos puntos para permitir el ingreso de materiales en caso de ser requerido.</p>
<p>Despeje del área de servidumbre</p>	<p>Se despejará a lo largo de la línea en las zonas definidas y autorizadas por la ANLA una faja destinada especialmente al mantenimiento futuro y a las labores de tendido.</p> <p>La limpieza se ejecutará de acuerdo con el escenario de aprovechamiento que es una optimización del ancho de la franja de seguridad, y las áreas requeridas para la construcción del proyecto (para mayor detalle revisar el capítulo 7 demanda de recursos, numeral 7.5 Aprovechamiento forestal), teniendo en cuenta que solo se realizará el aprovechamiento forestal aprobado para el proyecto, y se realizará su mantenimiento hasta la recepción y aceptación final de la obra.</p> <p>Para el despeje de la zona, se tendrá en cuenta lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se debe cortar o podar la vegetación que, a juicio de las necesidades del proyecto, presente acercamientos cuando la línea esté energizada o presente riesgos potenciales por su altura y localización, teniendo en cuenta lo indicado en el numeral 13.2 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE).



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4 2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> • Se debe cortar la vegetación que interfiera el paso del personal con el pescante para la riega del conductor o cable de guarda. • No se debe cortar la vegetación en aquellas zonas que, por la topografía del terreno, quedan retiradas de los conductores. • No se deben cortar los árboles a ras de piso, sino a una altura de 30 a 40 centímetros sobre el nivel del piso. <p>Cuando se intercepten o cruce vegetación asociada a rondas de protección o nacimientos de agua, en caso de que se requiera se realizará podas o talas selectivas sin modificar completamente la estructura de las coberturas (Ver capítulo 7 demanda de recursos, numeral 7.5 Aprovechamiento forestal). Por ningún motivo se dejarán ramas de troncos que puedan causar cambios en el flujo del agua o represión.</p>
<p>Movilización de equipos, materiales y personal</p>	<p>Se utilizará las carreteras y caminos existentes. Solo será necesario la construcción del acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios y la adecuación temporal de accesos que permitan ingreso de vehículos y maquinaria a los sitios de torre 6M y 8M. Se utilizarán las carreteras de acceso existentes en los municipios, veredas y predios, y que sean necesarias o convenientes para la ejecución de los trabajos garantizando su funcionamiento adecuado, para la movilización de equipos, materiales y personal, en los predios sin presencia y/o existencia de caminos y/o accesos hasta los sitios de intervención se realizara acceso de manera peatonal/mular. Para la movilización de personal, equipos, herramienta y materiales se utiliza generalmente buses, camionetas 4x4, camiones de estacas tipo turbo y camiones grúas en tanto las condiciones de los accesos lo permitan.</p>
<p>Excavación y explanación</p>	<p>Para la actividad se inicia por realizar como su nombre lo indica, las excavaciones y conformación final de las áreas por métodos manuales, con el uso de picas, palas y barras, o con maquinaria donde las características del suelo y los accesos lo permitan. En caso de ser necesario, las paredes de la excavación se estabilizarán con entibados presionados contra el terreno por gatos, cuñas o codales, que aseguran un íntimo contacto con el terreno y su inmovilidad. Incluye la colocación adecuada de dicho material para su posterior reutilización o adecuada disposición. La explanación se refiere al conjunto de operaciones de remoción del terreno hasta obtener el nivel de subrasante de los sitios de obra para lo cual entre otras labores se incluirá remover, cargar y transportar hasta las zonas de utilización o almacenamiento de todos los materiales de los cortes que se efectúen desde el nivel de descapote hasta el nivel de explanación proyectado. Incluirá el perfilado de los taludes, nivelación, conformación y compactación de la subrasante en toda el área de trabajo y la disposición de</p>



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4 2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	<p>material sobrante en sitios autorizados para tal fin. Las actividades de excavación y explanación se adelantarán tanto en las áreas de intervención por obras definitivas del proyecto (subestación, vía de acceso a la subestación y sitios de torre) así como en las plazas de tendido buscando nivelar el terreno y contar con superficies con pendientes que faciliten el almacenamiento de los diferentes equipos y material a emplear.</p>
Cimentación, lleno y compactación	<p>La cimentación comprenderá el conjunto de materiales que al combinarse en forma ordenada satisface las necesidades de un proyecto, estas cumplirán la función de sostener las estructuras de la subestación y en la línea los porta conductores, estas fundaciones deberán ser diseñadas de tal forma que su comportamiento sea el adecuado a las condiciones más desfavorables de servicio. Para la subestación, la cimentación comprenderá las actividades requeridas para la construcción de las cimentaciones para pórticos y soporte de equipos de acuerdo con las dimensiones, características, materiales y detalles mostrados en los planos o con las instrucciones del supervisor. En la construcción de las cimentaciones se deberá tener en cuenta las excavaciones estructurales, llenos, concretos primarios y secundarios, refuerzo, elementos metálicos embebidos y otros accesorios localizados en los sitios indicados en los planos o por el supervisor, los cuales serán construidos de acuerdo con las indicaciones presentadas para dichas actividades.</p> <p>El trabajo de lleno consistirá en la ejecución de todas las actividades necesarias para construir, sobre el terreno debidamente preparado, los terraplenes de lleno que contemple la subestación y línea de transmisión, y elevar las cotas del terreno hasta los niveles requeridos en los planos. Los llenos empleados en la construcción de zapatas, parrillas o muros de contención serán considerados como estructurales. Para los llenos se utilizará el material propio según los resultados de los ensayos de estudios de suelos y material de préstamo si es necesario. El material a utilizar para los llenos de la adecuación del terreno de la subestación debe ser seleccionado tipo terraplén, no se debe admitir material con basura, materia orgánica, turbas y tocones. El material deberá cumplir como material seleccionado tipo terraplén de acuerdo con los requerimientos indicados en la norma INVIAS Artículo 220-13 y 610-13. Dicho material, puede provenir de canteras autorizadas (esto se conoce como material de préstamo) si el material cumple con lo indicado por la norma INVIAS previamente indicada.</p> <p>Una vez terminadas las obras de cimentación y lleno, se compactará el terreno en forma manual o mecánica hasta conseguir el grado de compactación requerido. Además, con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de</p>

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	<p>cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies, esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada.</p>
Armado y montaje de estructuras metálicas, equipos y cableado	<p>En la subestación esta actividad consistirá en el ensamble de las estructuras metálicas de los pórticos y de los soportes de equipos. Posterior a ellos se montarán los equipos de patio tales como: interruptores, seccionadores, transformadores de medidas, aisladores y descargadores de sobretensión. Paralelamente se realizará el cableado de la subestación Carriles en pórticos, entre equipos y vía cárcamos hasta el edificio de control y la caseta de control.</p> <p>Una vez seleccionados todos los elementos de la torre, se procederá a realizar el traslado a cada sitio, mediante la utilización de vehículos adecuados para esta actividad o semovientes según sea el caso.</p> <p>En el sitio se procederá al armado y montaje de la estructura, mediante el sistema pieza a pieza en el piso, para luego montarlas con la utilización de plumas de montaje, malacates y aparejos de manila. Los miembros estructurales se izarán utilizando manila o guaya, con el cuidado necesario para que las piezas que se estén elevando no hagan contacto con la estructura ya colocada. En los sitios de torre donde sea posible utilizar grúas, se podrán montar las estructuras prearmándolas en su totalidad en el suelo, para montarlas posteriormente por medio de una grúa hidráulica con la capacidad adecuada. Una vez montada la torre, se procederá a realizar la revisión de la estructura, aplicando el torque requerido con llaves a todos los pernos y tornillos, punzonando y remachando los tornillos en puntos separados 120 grados, desde la cimentación hasta un metro encima del primer cierre y en los brazos del conductor y del cable de guarda, o en los elementos que se indiquen que deban ser punzonados. Una vez terminada la fase de tendido, regulación y amarre, se procederá a la colocación de placas de numeración en las torres, señalización, placas de peligro y dispositivos antiescalatorios. Finalmente, se procederá a retocar con una pintura tipo galvanizado en frío (rica en zinc), en los elementos en que se requiera. En esta fase o posterior al montaje, se instalarán los dispositivos antiescalatorios, los cuales previenen el ingreso de macrofauna y personas a las torres.</p>
Tendido y regulación de cables conductor y de guarda	<p>Esta actividad podrá ser realizada de forma manual o utilizando equipos como drones dependiendo del vano y las particularidades de las áreas a intervenir durante el desarrollo de la actividad.</p>



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4 2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	<p>Las estaciones o plazas de tendido se localizarán a una distancia tal de la torre, que permita ubicar los equipos de manera que no se ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura.</p> <p>Antes de iniciar las labores de tendido, será necesaria la ubicación de un sistema de intercomunicación con transmisores y receptores portátiles en aquellos sitios en donde el conductor tenga acercamientos a tierra, ángulos de deflexión grandes y otros objetos; se ubicará personal especializado y se instalarán protecciones adecuadas. Adicionalmente, el personal estará provisto de equipos de comunicación con el fin de visualizar todas las poleas del tramo que se está tendiendo.</p> <p>El tendido entre las torres ya montadas inicia con la riega o instalación de hilos piloto o hilos guía a los cuales se une el cable conductor y los cables de guarda.</p> <p>La riega del conductor iniciará con el uso del pescante liviano de torre a torre, en donde se ubicará un oficial de línea para la recepción del cordel y ubicación en la polea. Una vez realizada esta actividad en el tramo de tendido necesario, se procederá a iniciar el halado de cordel y manila; esta labor debe ser muy coordinada con el personal experto en drones y los capataces de tendido. Con la manila recuperada por los equipos de tensión (malacate), se halará un cable mensajero con el diámetro adecuado, para luego realizar el tendido de los cables de conductor y guarda por medio de éste, el cual tendrá dispositivos antigiratorios para evitar el entorchado del cable mensajero.</p> <p>Una vez halado el pescante, se procederá al tendido del conductor, mediante la utilización del equipo de tensión controlada (freno y malacate). Cuando termina el tendido de un tiro, el conductor se aproximará a la flecha, se anclará con estribos de acero a elementos de anclaje instalados previamente, con el fin de mantener los cables con la altura necesaria para protegerlos de cualquier eventualidad.</p> <p>Una vez terminado el tendido del conductor, se procederá a la regulación de los conductores y cable de guarda. Este tiempo no deberá superar las 48 horas luego de finalizado el tendido del tiro correspondiente.</p> <p>La regulación se hará cable por cable, utilizando las herramientas necesarias para realizar esta actividad. La flecha y regulación será controlada por medio de equipos y estaciones topográficas o con instrumentos de precisión para medida de la flecha real y con el auxilio de dinamómetros calibrados. Los vanos de control serán escogidos de acuerdo con la longitud del tramo a regular, seleccionando el vano regulador mediante la utilización de la fórmula correspondiente. En caso de que el tramo por regular sea muy largo, se escogerán vanos de control de flechas, los cuales</p>

Fase/Actividad	Descripción
	<p>normalmente se escogen como los más largos del tramo o los más aproximados al vano regulador. Luego de efectuada la regulación, se procederá a instalar las varillas de blindaje y las grapas de suspensión. Por último, se procederá a la instalación de los amortiguadores, dispositivos desviadores de vuelo y balizas en caso de ser necesarias. Finalmente, se colocarán los puentes de conexión, cadenas estabilizadoras y demás accesorios requeridos según el diseño.</p>
<p>Cárcamos, ductos y drenajes en la subestación</p>	<p>Esta actividad comprenderá la construcción de cárcamos, cajas de tiro y bancos de ductos para instalación de cables de fuerza y de control y las cimentaciones para los gabinetes de agrupamiento (MK) y los gabinetes para el filtroprensa, de acuerdo con las dimensiones, características, materiales y detalles mostrados en los planos o con las instrucciones del supervisor. También comprenderá la construcción de las obras de drenaje requeridas en la subestación como canales y cunetas en concreto, suministro e instalación de tuberías para conformar el sistema de drenaje de aguas lluvias, suministro y colocación de material granular para filtros con manto de geotextil, la construcción de cajas y cámaras de inspección, construcción de sumideros y construcción de estructuras de drenaje en concreto. Todo lo anterior de acuerdo con los diseños, alineamientos, pendientes, dimensiones, cotas y sitios indicados en los planos o por el supervisor.</p>
<p>Suministro de agua cruda y disposición de agua residual en la subestación</p>	<p>Se ejecutarán los trabajos necesarios para el suministro, construcción, instalación y pruebas de las tuberías para suministro de agua cruda y disposición agua residual, que comprenden: almacenar agua cruda, dotar la red de un sistema de bombeo, proveer a las edificaciones de las instalaciones hidráulicas y sanitarias, dotar a las edificaciones de los aparatos sanitarios requeridos y proveer un sistema para disposición de las aguas residuales que se produzcan en las edificaciones.</p>
<p>Vías internas, grava de patio, cerramiento y edificaciones en la subestación</p>	<p>La construcción de las vías internas o de servicio de la subestación Carrieles a 230 mil voltios comprenderá la preparación o adecuación de la subrasante, construcción de la sub-base, de la base, del pavimento, de las obras de arte y de los drenajes correspondientes. La estructura del pavimento, indicada en los planos, deberá ser confirmada en obra, con base en los ensayos de laboratorio que debe ejecutar sobre el material de la subrasante y las indicaciones del supervisor. Todas las actividades involucradas deberán ejecutarse de acuerdo con los planos, estas especificaciones, las indicaciones del supervisor, así como con las normas de INVÍAS, del ICONTEC, de la AASHO y de la AASHTO.</p> <p>La conformación de la grava de patio comprenderá la construcción de una base de material granular grueso en la superficie del patio</p>

Fase/Actividad	Descripción
	<p>de conexiones de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios. El espesor del acabado será el mostrado en los planos, pero podrá ser modificado por el supervisor en la obra, si las condiciones de trabajo así lo exigen.</p> <p>El cerramiento de la subestación Carrieles a 230 mil voltios consistirá en la construcción e instalación de cercos en malla metálica eslabonada con cimientos en concreto, mampostería en bloques de concreto, malla de alambre galvanizado, puertas en tubería metálica galvanizada con malla eslabonada, sobre la malla irán hiladas de alambre de púas amarradas a los postes de soporte de la malla, de acuerdo con los alineamientos y detalles indicados en los planos, en estas especificaciones o las indicaciones del supervisor.</p> <p>La construcción de las edificaciones de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios comprenderá el edificio de control, caseta de control, caseta de servicios auxiliares y la portería, incluirá el suministro e instalación de todos los elementos, materiales, mano de obra y accesorios requeridos, de acuerdo con las indicaciones de los planos, estas especificaciones o las del supervisor en la obra.</p>
<p>Reconformación de sitios de torre, subestación, plazas de tendido, accesos y otras facilidades temporales.</p>	<p>Consiste en la adecuación del sitio de torre de tal manera que se puede recuperar la capa vegetal removida al inicio de la construcción. Para ello, se utiliza la misma capa orgánica retirada y se extiende de forma superficial, dejando expuesto el banco de semilla que favorecerá la germinación de material vegetal y consecuente procesos de revegetalización.</p> <p>Otra actividad es retirar todos los elementos e instalaciones temporales que sirvieron de apoyo al proceso constructivo tales como: plazas de tendido, patios de almacenamiento y campamentos, se lleva a cabo el retiro de materiales, equipos e infraestructura y se adelantan las acciones necesarias para recuperar las zonas intervenidas durante la construcción, así como en dejar las instalaciones usadas y accesos en condiciones similares a las iniciales. En caso de sitios con desmonte y descapote localizados para adecuación de instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales, se favorecerán los procesos de regeneración natural y, en caso de ser necesario, utilizará la capa de vegetación inicialmente removida para el reacondicionamiento del terreno.</p> <p>En cuanto a las franjas de caminos privados por donde transitaron en la construcción del proyecto y de acuerdo con el compromiso adquirido con los propietarios de los predios, se realizarán actividades para dejar el sitio en iguales condiciones.</p>

Fase/Actividad	Descripción
	Todas estas obras serán ejecutadas en forma manual o mecánica, de acuerdo con los diseños y el Plan de Manejo Ambiental (PMA).
Fase de operación y mantenimiento	
Transformación y transporte de energía	Iniciará con la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y construcción de la subestación y la línea de transmisión. También considerará los periodos de no operación de la línea y la subestación, ya sea por contingencias o para su mantenimiento. La operación del proyecto se realizará de conformidad con la normativa vigente, con el fin de garantizar la continuidad en el suministro de energía eléctrica y la conservación en forma adecuada de los elementos que lo constituyen.
Mantenimiento electromecánico	<p>Iniciada la operación del proyecto, en la subestación se realizarán actividades de verificación del funcionamiento, inspección de niveles operativos de los equipos, maniobra de equipos, suministro y procesamiento de información; mantenimiento predictivo y preventivo de transformadores de potencia, equipo de patios y equipo interior (alumbrado, baterías, planta diésel, tableros de control, equipos de protecciones, comunicaciones, etc.).</p> <p>Entre las obras requeridas para mantener en funcionamiento la infraestructura eléctrica de la línea, se incluirá el cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos, pintura de patas, señalización de estructuras, cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores, cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores, cambio de cables conductores o cable de guarda, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.</p> <p>Contempla también el uso de aeronaves (no tripuladas tipo drones) que facilitan y son más seguras para llevar a cabo ciertas labores innovadoras de reparación, mantenimiento o monitoreo de las líneas de transmisión (por ejemplo: casos de emergencia o contingencias que requieran cambios de estructuras o de cables, lavados, trabajos con tensión, etc.).</p>
Control y mantenimiento de estabilidad	Consistirá en el mantenimiento preventivo y correctivo de obras de protección geotécnica en el terreno de la subestación y sitios de torre. Asimismo, si en el proceso de inspección de la línea y subestación, se detectan señales de procesos de inestabilidad o cualquier tipo de anomalía que pueda afectar la estabilidad en el terreno de la subestación y sitios de torre, se deberán realizar obras de protección tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empadizados, revegetalización, entre



**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO
INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS**



Rev. No.: 4 2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
	otras. Los materiales serán adquiridos con proveedores autorizados.
Mantenimiento de zonas de servidumbre	<p>Consiste en el control de acercamientos de la vegetación arbórea, para garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida de todos y cada uno de los elementos ubicados en la servidumbre (naturales o antrópicos, nuevos o existentes).</p> <p>Este mantenimiento permitirá la conservación tanto de la servidumbre como de los sitios de torre y los accesos a la línea de transmisión, considerando toda la normativa ambiental vigente, cubriendo toda la línea, vano a vano y áreas asociadas a balanceo de cables, con el fin de verificar la completa limpieza de la zona.</p> <p>El mantenimiento de servidumbre dependerá de las características topológicas, del tipo de vegetación, del clima y de la altura sobre el nivel del mar de cada sitio en particular, así como de la distancia de seguridad que debe conservarse, atendiendo lo establecido en los reglamentos y normas vigentes. Cada vez que se realice esta actividad, se deberá inspeccionar, reportar y mantener (poda selectiva) la vegetación dentro de la franja de servidumbre, en los rangos establecidos. Las podas o cortes de vegetación se realizarán con herramientas adecuadas según el caso, tales como motosierras, hachas, sierras de poda y machetes, así como también la utilización de manilas, guayas y tirfor para el agarre y sostenimiento de la vegetación cuando esté en peligro de caer a la línea en el proceso de poda o tala, siempre teniendo en cuenta las restricciones y prohibiciones de tipo ambiental.</p>
Participación y socialización con los grupos de interés	Con el fin de garantizar el acceso a la información y la participación de los diferentes grupos de interés (comunidades, propietarios de predios, organizaciones sociales y ambientales, administraciones municipales y autoridades ambientales) en los aspectos ambientales relacionados con el proyecto se generan, reuniones para informar sobre el avance en la operación de la línea y se hace énfasis en la convivencia con la infraestructura eléctrica.
Fase de desmantelamiento	
Transporte de personal, maquinaria y equipos	Consistirá en el transporte del personal y los elementos requeridos para el desmonte de la infraestructura y equipos de la subestación y línea de transmisión. Incluye el transporte de materiales y equipos a los sitios de acopio y disposición final.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Fase/Actividad	Descripción
Desmonte y desmantelamiento de la línea, subestación y vía de acceso a la subestación	<p>En caso de que no se renueven los activos (lo cual deberá informarse oportunamente a la Autoridad Ambiental), esta actividad incluirá la desenergización de la línea y la subestación, el desmonte de los equipos de la subestación y de la línea, esta actividad comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desmontaje del conductor: consiste en retirar los conductores y los cables de guarda de las estructuras que los soportan. • Desvestida y desarme de torre: retirar aisladores, herrajes y otros accesorios instalados en la torre, así como el desarme total de la estructura.
Restauración de los sitios de torre, subestación y accesos	<p>El alcance de esta actividad será dejar el área intervenida en condiciones similares a las encontradas previo a la construcción del proyecto, comprende el lleno, compactación y revegetalización de las áreas intervenidas, en armonía con el paisaje adyacente y según el futuro uso del suelo que se establezca.</p>

Fuente: SAG, 2024 con información de ISA INTERCOLOMBIA, 2021

3.2.3 Características Técnicas

3.2.3.1 Adecuación y Construcción

3.2.3.1.1 Vías de Acceso

- Corredores de acceso existentes

En el numeral 3.2.1.2 se identificaron los posibles accesos existentes a utilizar por el proyecto Interconexión Carreles a 230 mil voltios, todos de tipo terrestre, correspondientes a: La vía de Cuarta Generación (4G) La Pintada – Bolombolo, La vía secundaria a la cabecera municipal de Fredonia que se desprende de la vía La Pintada – Bolombolo, y La vía terciaria que se desprende de la vía a la cabecera municipal de Fredonia, denominada La Trocha. Ver Figura 3-2.

- Tránsito Promedio Diario (TPD)

Con el objetivo de caracterizar los tipos de vehículos y el tránsito diario de la flota vehicular que se tiene en la zona de interés del proyecto Interconexión Carreles a 230 mil voltios, durante el monitoreo de Calidad del aire se realizó un (1) aforo vehicular de 24 horas en tres (3) puntos, tanto para el día hábil (ordinario) como no hábil (dominical), mediante la instalación de cámaras; en la Tabla 3-6 se presentan los puntos de aforo vehicular en sistema MAGNA Colombia / Origen Nacional y un mayor detalle de esta temática está disponible en el Capítulo 5.1 Caracterización del Área de Influencia del Medio Abiótico, particularmente en el numeral 5.1.11.1 Identificación de fuentes de emisiones atmosféricas.

Tabla 3-6. Localización Aforo Vehicular

ID	Nombre	Coordenadas WGS84		MAGNA Origen Nacional	
		Este	Norte	Este	Norte
Aforo_1	Puente Iglesias-Jericó	75°42'27.51"	5°49'42.37"	4700264,59	2202751,36
Aforo_2	La Guajira-Fredonia	75°40'22.47"	5°48'49.62"	4704104,29	2201111,37
Aforo_3	Hacienda Bariloche	75°41'5.38"	5°48'51.71"	4702784,08	2201181,79

Fuente: SAG, 2024

Los datos del aforo se presentan en la Tabla 3-7, mostrando el porcentaje de vehículos de acuerdo con la categoría correspondiente para cada punto y el tránsito promedio diario (TPD). Las vías aforadas corresponden a tipo de vía primarias, secundarias y terciarias las cuales se encuentran pavimentadas y sin pavimentar.

Tabla 3-7. Datos de tránsito diario (TPD) y tipo de flota vehicular

Nombre	Tipo de vía	TPD	Motos (%)	Autos (%)	Buses (%)	Camiones (%)
Aforo_1	Terciaria	2019	18,61%	35,63%	7,65%	38,11%
Aforo_2	Placa Huella	284	88,61%	9,07%	0,00%	2,32%
Aforo_3	Principal	5560	17,63%	33,43%	8,39%	40,55%

Fuente: SAG, 2024

Se puede observar que los vehículos pesados son los que presentan una mayor porción del tráfico con 38% de la composición total, seguido se encuentran los automóviles con una composición del 33%, las motos con 21% y los buses con 7,8%. Por último, se presentó un mayor flujo de vehículos en el punto de Aforo 3 con un TPD de 5560.

- Corredores de acceso nuevos

Para el ingreso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios se construirá una vía que conecta la vía principal La Pintada – Bolombolo (Autopista Conexión Pacífico 2) con el proyecto. A continuación, se presentan las características técnicas.

- Especificaciones técnicas de la vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Contará con 460 m de longitud aproximada, desde el punto de intersección en la vía Bolombolo – La Pintada hasta la portería de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios; es importante aclarar que la longitud y llegada de la vía de acceso a adecuar se realizará hasta el polígono donde se localizará la Subestación Carrieles de EPM, cuyo trámite es totalmente independiente al presente documento. La vía está diseñada en material granular tipo afirmado, con un ancho de banca de seis (6) m y cunetas para escurrimiento natural del agua. [El agua recogida en las cunetas es dirigida a las descargas existente de la Autopista Conexión Pacífico 2, las cuales tienen capacidad adecuada para el caudal.](#) La estructura de la vía de acceso es definida de acuerdo con la resistencia de la subrasante con base en el ensayo CBR. El diseño geométrico de la vía de acceso fue realizado teniendo en cuenta

los radios de giro de los vehículos de transporte del equipo inductivo y la pendiente debe limitarse a la inclinación máxima dada por el fabricante de dichos equipos.

Los taludes en corte y lleno resultantes fueron diseñados acorde al tipo del suelo y sus características descritas en el estudio de suelos.

En la Tabla 3-8 se relacionan las especificaciones técnicas de la vía de acceso a construir.

Tabla 3-8. Especificaciones técnicas para obras de construcción del acceso nuevo de ingreso a la subestación

Ítem	Dimensión mínima	Dimensión máxima
Ancho de calzada	6,0 m	6,0 m
Longitud aproximada de la vía	460 m	460 m
Bombeo	2%	2%
Pendiente longitudinal y estructura de vía	0,5%	10%

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Estimado de cantidades de materiales y volúmenes de disposición de la vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

En la Tabla 3-9 se presentan las cantidades de la nueva vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Tabla 3-9. Cuadro de cantidades vía de acceso Subestación Carrieles a 230 mil voltios

Ítem	Valor
Relleno de material	
Volumen relleno (m ³)	5.556
Corte y retiro de material	
Volumen corte (m ³)	1.933
Estructura de pavimento	
Longitud vía (m)	460
Área de vía (m ²)	5.869,85
Base granular E=0,25 m (m ³)	740
Sub-base granular E=0,25 m (m ³)	740
Obras de drenaje	
Longitud cuneta en concreto (m)	420
Concreto f'c 21 - Cuneta (m ³)	41,16

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

- Método constructivo de la vía de acceso a la Subestación Carrieles

El contratista procederá inicialmente a ejecutar la limpieza del terreno necesaria (retiro de material vegetal y descapote) en las franjas donde se localizará la vía, en el ancho total demarcado por los chaflanes de la banca o terraplén previsto, según lo indicado en la planimetría del proyecto. Seguidamente, el contratista iniciará las excavaciones y llenos necesarios para alcanzar las cotas definidas de la subrasante. En caso de encontrarse materiales inadecuados de suelo, a juicio del supervisor, el contratista procederá a retirarlo en capas sucesivas hasta la profundidad que indique el supervisor. Si se encuentran bolas de roca, éstas deben ser removidas en su totalidad. Si por su volumen y características no es posible retirarlas totalmente, éstas deberán retirarse parcialmente hasta una profundidad de por lo menos 0,25 m por debajo del nivel de la subrasante. La subrasante de la banca debe escarificarse en una profundidad de 0,15 m, conformarse de acuerdo con las pendientes transversales especificadas en los planos y debe compactarse hasta obtener el 95% de la densidad máxima, determinada según el ensayo Próctor Modificado (INV-E-142).

➤ Sub Base

Antes de proceder a la colocación del material se debe haber efectuado el trabajo de limpieza; se debe haber preparado debidamente la subrasante, y ejecutado las cunetas y demás obras básicas de drenaje, todo lo anterior deberá haber sido aprobado por el supervisor. Los materiales se dispondrán en cordón de sección uniforme. Si se va a utilizar la combinación de varios materiales, éstos deberán mezclarse previamente en seco con el fin de garantizar su uniformidad. Así acordonado el material se humedecerá y mezclará hasta obtener una humedad uniforme igual a la humedad óptima determinada en el ensayo Próctor Modificado. En la fuente de materiales se retirarán por zarandeo los sobre-tamaños. Una vez humedecida la mezcla, se iniciará su extendido en capas sucesivas en espesores no mayores de 0,15 m compactadas, hasta obtener el espesor indicado. Durante la compactación se compensarán las pérdidas de humedad mediante oportunos riegos con agua, en todos los casos autorizados por la supervisión. A cada capa de la sub-base deberá realizársele ensayos de densidad en el terreno, en un número no inferior a 1 por cada 100 metros lineales (ml) o 1 por cada jornada de trabajo si es menor a la longitud indicada. El Supervisor a su juicio podrá ordenar ensayos adicionales. No se aceptarán tramos con compactaciones inferiores al 95% del Próctor Modificado.

➤ Base

El equipo, herramientas y demás implementos a utilizar en la construcción de la base deben ser previamente aprobados por el supervisor, el cual podrá exigir el cambio de los que a su juicio no considere aceptables o convenientes; los equipos que presenten deficiencias o mal funcionamiento deben ser reemplazados a criterio del supervisor. Se consideran básicamente equipos necesarios para la ejecución de los trabajos: motoniveladoras, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llantas o vibratorio y vehículos de transporte. Todos los anteriores equipos deben permitir un proceso continuo de la construcción para terminar el trabajo en el plazo estipulado. El material de base se colocará y esparcirá uniformemente en todo lo ancho de la vía en capas cuyo espesor después de compactado no sea mayor a 0,10 m hasta obtener el espesor especificado. Se procederá al extendido y compactación completa cuando la mezcla sea homogénea en gradación y

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

humedad. Debe evitarse la disgregación del material. Para obtener la densidad requerida el material debe humedecerse hasta alcanzar la humedad óptima obtenida en el ensayo Próctor Modificado (INV E-142) siguiendo las instrucciones del Supervisor. Si la humedad es muy alta, el material debe removerse, airearse y dejarse secar hasta que adquiera la humedad óptima que permita compactar el material y alcanzar la densidad especificada. Los equipos y métodos utilizados para esparcir el material deben ser tales que éste no resulte segregado. Si una vez colocada y compactada se observan zonas en donde el material colocado está segregado, sea por concentración de partículas gruesas o de material fino, el Contratista debe corregir a su costo tales zonas escarificando, mezclando y compactando el material o reemplazándolo por material aceptable. El material que se contamine con material inadecuado debe ser reemplazado por cuenta del Contratista. La superficie de la base debe perfilarse de acuerdo con las características geométricas del proyecto y debe quedar uniformemente compactada. El Supervisor ordenará ensayos de densidad en el terreno, en la base compactada, los cuales deben dar resultados iguales o superiores al 95% de la densidad máxima obtenida en el ensayo Próctor modificado. La selección y toma de la muestra debe cumplir con lo establecido en la norma INVÍAS INV E-730. Cualquier zona que no cumpla los requisitos de densidad especificados debe ser escarificada y recompactada a costo del contratista y a satisfacción del supervisor.

➤ Obras de arte e infraestructura relacionada

La vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios contará con cunetas ubicadas en los extremos laterales de la vía a lo largo de los 460 m de longitud total, para la conducción natural de aguas de escorrentía. [El agua recogida en las cunetas es dirigida a las descargas existente de la Autopista Conexión Pacífico 2, las cuales tienen capacidad adecuada para el caudal.](#)

Las obras de geotecnia para la nueva vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios se refieren exclusivamente a los taludes que se generen por los cortes y llenos; los mismos se manejan mediante pendientes dadas por el estudio de suelos y empradizado para evitar la erosión. No se requieren obras de protección adicionales (como muros de contención, gaviones, concreto lanzado, etc.).

La vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios será de carácter permanente desde su construcción y durante la vida útil del proyecto.

[En cuanto a la adecuación de los carriles de aceleración y desaceleración que conforman la vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios, cabe aclarar que las actividades a realizar en los mismos estarán en línea del método constructivo previamente relatado en el presente numeral, de igual manera es pertinente mencionar que si bien el parte del trazado de los carriles contemplados se interceptan con la vía primaria Autopista Conexión Pacífico 2, no se intervendrán estas obras.](#)

- [Acceso a sitios de torre a adecuar o construir](#)

➤ [Accesos a sitios de torre T-6M y T-8M](#)

[La adecuación temporal a realizar sobre accesos inexistentes y requeridos para los sitios de torre T-6M y T-8M, en los que por requerimiento del proyecto se requiera flujo de](#)

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

maquinaria y vehículos, se realizara la incorporación de granulares (Material de cantera) sobre los tramos requeridos de manera que se facilite y se garantice una mejor transitabilidad.

Para el caso del acceso a adecuar temporalmente al sitio de torre T-6M se contempla el riego de 8m³ de material de cantera (grava y rajón) en una longitud total de 18,1 m en un ancho de bancada de 2,5 m.

Para el caso del acceso a adecuar temporalmente al sitio de torre T-8M se contempla el riego de 6m³ de material de cantera (grava y rajón) en una longitud total de 6,1 m en un ancho de bancada de 2,5 m.

La adecuación de accesos para ambos casos se realizará sobre zonas desprovistas de vegetación en pastos limpios por lo que no se contempla intervención forestal de ningún individuo arbóreo ni excavaciones. Una vez finalizadas las actividades constructivas se retirará el material previamente dispuesto y se reconformará el área mediante sucesión natural.

➤ Acceso a sitio de torre T-5M

En el caso del acceso contemplado para el sitio de torre T-5M y que atraviesa un carretable privado adecuado por el propietario del predio donde se localiza dicho sitio de torre, se realizarán adecuaciones correspondientes al riego de material en los últimos 335 m. Se evidencia que el trazado de acceso carece por completo de manejo de aguas superficiales de escorrentía, que sumado al tráfico constante de automotores tipo tractores del propietario y la falta de mantenimiento y/o refuerzos de la capa granular, se encuentran mal estado que no facilita el tránsito de vehículos. Para este acceso se plantea reconformación de la banca en los puntos de mayor pendiente para garantizar la tracción de automotores que transiten por el mismo. Las adecuaciones se realizarán sobre el ancho ya conformado por el propietario donde se extenderá el material granular tipo afirmado (370 m³) para finalizar con la compactación hasta contar con condiciones necesarias para el soporte al tráfico de la maquinaria del proyecto.

➤ Accesos a la plaza de tendido PT-1

Para el mantenimiento de los accesos y vías existentes que por las condiciones y estado en que se encuentren previo a su uso, faciliten el normal tránsito de vehículos y/o maquinaria, se corregirán fallos estructurales mediante la incorporación de granulares de mejor comportamiento mecánico a fin de garantizar una mejor transitabilidad, dichos mantenimientos se contemplan para los accesos a la plaza de tendido PT-1 y sitio de torre T-5M.

Para el caso de la plaza de tendido PT-1, se evidencia que el trazado de acceso carece por completo de manejo de aguas superficiales de escorrentía, que sumado al tráfico constante de automotores tipo tractores del propietario y la falta de mantenimiento y/o refuerzos de la capa granular, se encuentran mal estado que no facilita el tránsito de vehículos, para este acceso se plantea reconformación de la banca en los puntos de mayor pendiente en los últimos 2.523 metros de acceso propuesto a fin de garantizar la tracción de automotores que transiten por el mismo. Las adecuaciones se realizarán sobre el ancho ya conformado

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

por el propietario donde se extenderá el material granular tipo afirmado (1.838 m³) para finalizar con la compactación hasta contar con condiciones necesarias para el soporte al tráfico de la maquinaria del proyecto.

- Estimado de cantidades de materiales de los accesos a sitios de torre a adecuar o construir

En la Tabla 3-10 se presentan las cantidades de la nueva vía de acceso a la Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Tabla 3-10. Cuadro de cantidades vía de acceso Subestación Carrieles a 230 mil voltios

Acceso	Ítem	Valor
Acceso a sitio de torre T-6M	Riego de material de cantera (grava y rajón) (m ³)	8
Acceso a sitio de torre T-8M	Riego de material de cantera (grava y rajón) (m ³)	6
Acceso a sitio de torre T-8M	Riego de material granular de cantera tipo afirmado (m ³)	370
Acceso a plaza de tendido PT-1	Riego de material granular de cantera tipo afirmado (m ³)	1.838

Fuente: SAG, 2024 con base en información de ISA INTERCOLOMBIA, 2024

3.2.3.1.2 Infraestructura de transmisión de energía eléctrica

3.2.3.1.2.1 Plano general en planta del proyecto

El plano general en planta de la línea de transmisión, la subestación Carrieles a 230 mil voltios y su vía de acceso se presentan en los Anexos: ANEXO_3_1_PLANOS_LINEA; ANEXO_3_2_PLANO_SUBESTACION y ANEXO_3_3_PLANO_VIA_SUBESTACION.

3.2.3.1.2.2 Capacidad instalada del proyecto

La capacidad instalada del proyecto y las condiciones eléctricas que se deben respetar, se encuentran estipuladas en el alcance de la convocatoria 03 del 2021 generado por la Unidad de Planeación Minero Energética - UPME al momento de diseñar técnicamente el proyecto. En la Tabla 3-11 se relacionan las condiciones eléctricas descritas para el proyecto.

Tabla 3-11. Capacidad instalada y condiciones eléctricas

Característica	Unidad	Valor para el proyecto UPME 03 - 2021
Frecuencia	Hz	60
Tensión nominal trifásica del sistema	kV	230
Número de circuitos	-	Dos (2)
Capacidad de transporte nominal (A)	>1000	>1.000

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

3.2.3.1.2.3 Línea de Transmisión - Tipo y número de estructuras necesarias

En este numeral se presentan los estimados de estructuras para desarrollar el proyecto de línea propuesta.

- Sitios de Torre

En total la línea de transmisión estará constituida por 13 torres más el pórtico en la Subestación Carrieles a 230 mil voltios, advirtiéndose que la TE-79 ya existe y está en operación pues es el lugar indicado por la UPME para iniciar la Interconexión Carrieles a 230 mil voltios (12 torres nuevas y el pórtico). En la Tabla 3-12 se especifican las coordenadas de los sitios a intervenir, las cotas, longitud de los vanos, altura de las estructuras a construir, entre otros; es importante mencionar que se requiere de un área adicional **la cual es el área de cimentación** que envolverá la apertura entre patas **y el área puesta a tierra**, la cual requerirá un cambio de uso del suelo por las actividades del proyecto, dentro de las fases tanto constructiva como operativa.

Tabla 3-12. Sitios de torre del proyecto

Torre*	Este (Magna Sirgas Origen Nacional)	Norte (Magna Sirgas Origen Nacional)	Cota (m)	Vano adelante (m)	Ángulo deflexión	Altura torre (m) (desde centro de torre hasta punto más alto)	Tipo torre	Apertura entre patas (mxm)
TE-79	4.708.315,42	2.201.429,23	868	74,94		39,5	D4	
T-1M	4.708.240,49	2.201.430,10	862	440,74	4,8605	49,5	D4	16x16
T-3M	4.707.801,80	2.201.472,54	799,252	834,62	19,93	81,06	E12	20x20
T-5M	4.707.048,21	2.201.831,27	714	588,40	-8,82	102	E16	24x24
T-6M	4.706.495,18	2.202.032,19	671	829,71	-75,5283	94,5	E14	22x22
T-8M	4706045,437	2201334,948	593,067	523,64	37,2196	80,24	E12	20x20
T-9M	4.705.553,24	2.201.156,22	624	480,43	22,5752	69	E9	16x16
T-10M	4.705.073,00	2.201.142,60	628	798,84	6,5278	84	E12	20x20
T-12M	4.704.277,08	2.201.210,88	610	791,30	-11,1688	105	E16	25x25
T-13M	4.703.490,51	2.201.124,52	589	316,65	22,5217	88,5	E14	21x21
T-14M	4.703.186,52	2.201.213,16	607	338,56	-0,9502	72	AE11	12x12
T-15M	4.702.859,97	2.201.302,53	605	278,65	-59,4303	72	E10	17x17

Torre*	Este (Magna Sirgas Origen Nacional)	Norte (Magna Sirgas Origen Nacional)	Cota (m)	Vano adelante (m)	Ángulo deflexión	Altura torre (m) (desde centro de torre hasta punto más alto)	Tipo torre	Apertura entre patas (mxm)
T-17M	4.702.659,94	2.201.108,53	619	59,67	6,7448	63	D7	20x20
Pórtico SE Carrieles	4.702.612,53	2.201.072,30	626		-	19,5	-	-

*Se eliminó la torre T-4M

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2024

Las actividades requeridas para la construcción de cada uno de los sitios de torre se desarrollarán en función del área de construcción definida para los mismos. Las áreas de construcción detalladas en la Tabla 3-12, contemplan el espacio suficiente para la implementación e instalación de cada uno de los elementos que componen y dan soporte a la estructura

Si bien, la estructura permanente a evidenciar sobre nivel del terreno ocupara el área relacionada y descrita en la tabla como “Área de separación entre patas”, se contempla la totalidad de área requerida para la materialización de la cimentación (Área de cimentación) así como para la instalación de los sistemas de puesta a tierra (Área puesta a tierra) como se detalla a continuación. De igual manera y dentro de las mismas áreas de construcción se contempla el espacio requerido para la maniobrabilidad de actividades a desarrollar en cada sitio de torre, actividades tales como adecuación del terreno (descapote y remoción de cobertura vegetal) y adecuación de instalaciones provisionales detalladas en el MAG como áreas de facilidades temporales.

- Torres

Para el desarrollo del proyecto se contemplan estructuras de suspensión y estructuras de retención que se ubican según la necesidad de uso de cada una, las características topográficas, las condiciones de diseño y las cualidades de cada tipo de estructura. Esta propuesta se realiza teniendo en cuenta diferentes tipos de estructura para soportar las cargas críticas transmitidas, bien sea por las tensiones de los cables o por condiciones meteorológicas de la zona.

En la Tabla 3-13 se presenta el tipo de estructura y cantidad estimada de torres totales para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3-13. Tipo de estructura y cantidad estimada de torres totales para el desarrollo del proyecto

ID Estructura	Distancia con la anterior	Tipo
79N existente	0	-
T1M	74,94	Retención

ID Estructura	Distancia con la anterior	Tipo
T3M	440,74	Retención
T5M	834,62	Retención
T6M	588,40	Retención
T8M	829,71	Retención
T9M	523,64	Retención
T10M	480,43	Retención
T12M	798,84	Retención
T13M	791,30	Retención
T14M	316,65	Suspensión
T15M	338,56	Retención
T17M	278,65	Retención
Pórtico SE Carreles	59,67	-

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2024

En el proyecto se instalarán torres normalizadas a 230 mil voltios, que son fabricadas en acero, con perfiles en celosía, las cuales se utilizan para doble circuito a 230 mil voltios y emplean dos (2) cables de guarda. La silueta y dimensiones generales de las torres normalizadas se presentan a continuación, ver Figura 3-5:

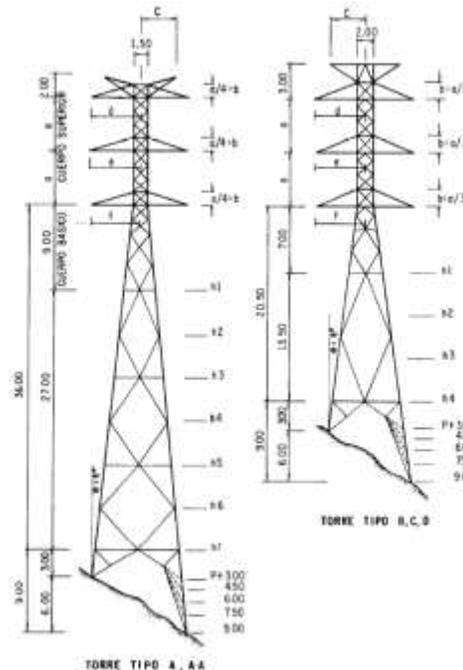


Figura 3-5. Silueta de torres normalizadas ISA

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2021

- Descripción de las obras de cimentación

Para las torres de la línea de transmisión propuesta se contemplan tres (3) tipos de cimentación: zapata, parrilla y pila. En la Figura 3-6, Figura 3-7 y Figura 3-8 se presenta el esquema general típico para cada una de las cimentaciones anteriormente mencionadas.

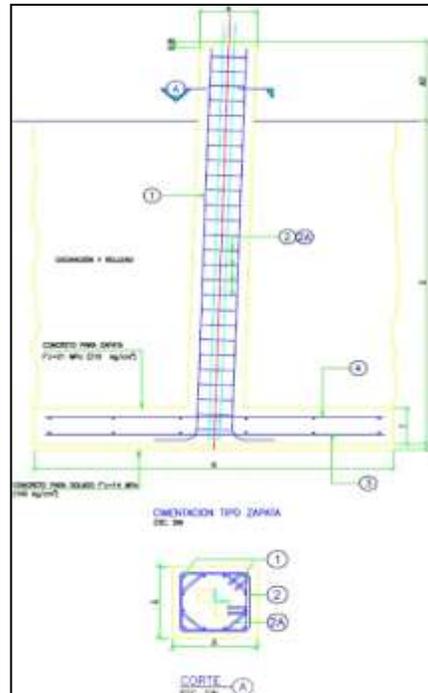


Figura 3-6. Esquema general típico para la cimentación tipo zapata

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

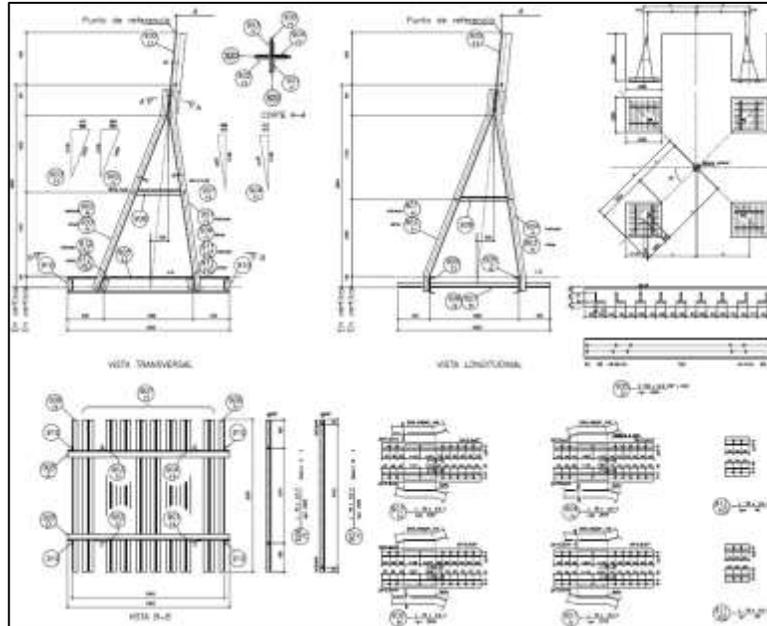


Figura 3-7. Esquema general típico para la cimentación tipo parrilla

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

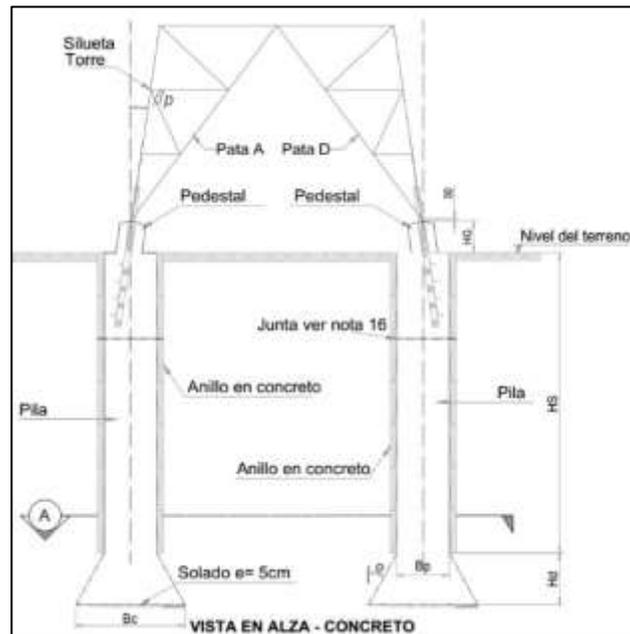


Figura 3-8. Esquema general típico para la cimentación tipo pila sumergida

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Descripción de los sistemas de puesta a tierra

Cada una de las torres de transmisión contará con un sistema de puesta a tierra que controle los voltajes de paso y contacto que surjan en la eventualidad de fallas eléctricas o descargas atmosféricas sobre la línea, evitando poner en riesgo la integridad de las personas o animales que se encuentren a su alrededor.

Para los cables aislados subterráneos se deberá instalar un sistema de puesta a tierra de las pantallas metálicas que garanticen el adecuado funcionamiento de los cables y los voltajes de paso en la superficie de los terrenos aledaños.

La resistencia de puesta a tierra debe ser medida antes de la puesta en funcionamiento del sistema eléctrico, como parte de la rutina de mantenimiento o excepcionalmente como parte de la verificación del sistema de puesta a tierra. El método de valor de resistencia de puesta a tierra implica tomar el dato cuando la disposición del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8% de la distancia del electrodo auxiliar de corriente, siempre que el terreno sea uniforme. Igualmente, se pueden utilizar otros métodos debidamente reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería.

A continuación, en la Figura 3-9, Figura 3-10 y Figura 3-11 se muestran los esquemas tipo del sistema de puesta a tierra en las diferentes cimentaciones de torres.

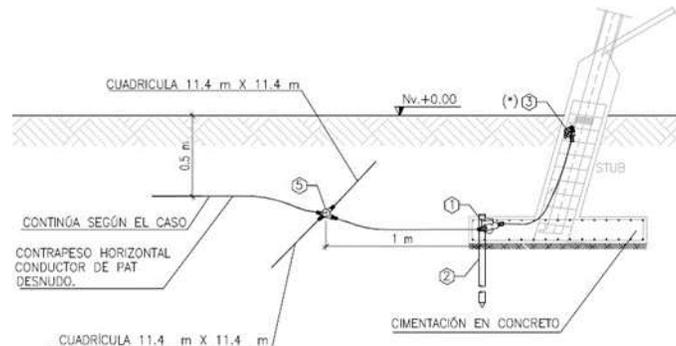


Figura 3-9. Esquema del sistema de puesta a tierra en zapatas

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

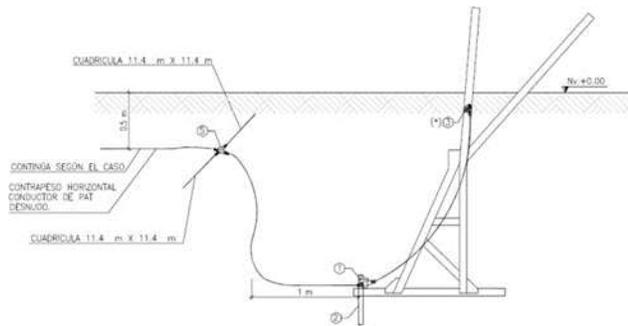


Figura 3-10. Esquema del sistema de puesta a tierra en parrilla

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

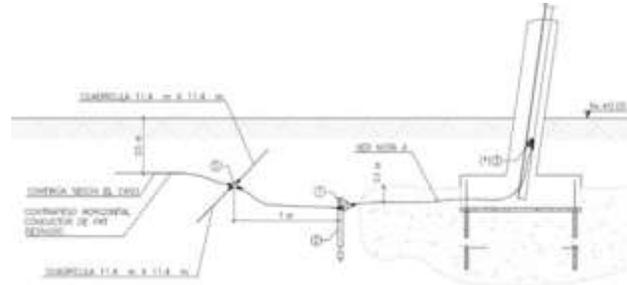


Figura 3-11. Esquema del sistema de puesta a tierra en pilas

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Como elementos de protección y control para la operación del sistema de transmisión (línea y subestación) se proyectan los sistemas que se enlistan a continuación; no obstante, una vez realizados los diseños definitivos se evaluará la necesidad de implementar medidas adicionales que se explicarán en los subsiguientes capítulos del Estudio de Impacto Ambiental.

- Los conductores estarán apoyados en estructuras metálicas (torres metálicas) y se garantizará que estos conserven las alturas mínimas requeridas por normas internacionales y nacionales en todos los escenarios posibles de operación y de acuerdo con las características de uso del suelo de las zonas que atraviese.
- Se emplearán los sistemas de protección propios de una instalación de esta naturaleza, que garantiza que en lapsos de milisegundos la línea y los cables son des-energizados ante la ocurrencia de una falla o daño de la infraestructura.
- No deben existir viviendas dentro de la franja de servidumbre de las líneas de transmisión, es decir en una franja de 32 m de ancho (16 m a cada lado, desde el eje de la línea).
- En los cruces con líneas energizadas o con vías para tránsito de vehículos, durante el tendido de la línea se construirán estructuras temporales suficientemente altas y resistentes que permitan el paso de los conductores de fases en tal forma que no haga contacto con las líneas o interfieran el libre tránsito vehicular. Las dimensiones y, en especial, la altura de estas estructuras deberá ser tal que superen en una proporción determinada la envergadura total de las vías, líneas eléctricas y otra infraestructura existente.
- La Subestación contará con un cerramiento y las respectivas marcaciones de seguridad que identifiquen el riesgo eléctrico existente.

3.2.3.1.2.4 Subestación Carriles a 230 mil voltios

Las obras en la Subestación Carriles 230 mil voltios a cargo del transmisor, consisten en el diseño y la construcción de dos (2) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación con sus respectivos cortes centrales para conformar dos (2) diámetros completos a 230 mil

voltios. Esta Subestación, en 230 mil voltios, tiene una configuración interruptor y medio convencional.

La localización de la Subestación se basa en dos (2) elementos determinantes, que limitan espacialmente su ubicación, el primero corresponde al polígono definido por la UPME en los pliegos de la convocatoria 03 de 2021 y el segundo al cruce de la línea de transmisión por encima del río Cauca.

En relación con el primero, la UPME en el Anexo 1 de la convocatoria indicó un punto central y un radio, el cual está descrito por los vértices presentados en la Tabla 3-14, y el mismo se encuentra al costado izquierdo del río Cauca.

Tabla 3-14. Coordenadas de los vértices del área para ubicación de la Subestación Carreiles a 230 mil voltios – Polígono UPME

Vértice	Magna Colombia Origen Nacional	
	Este	Norte
1	4.700.004,59	2.202.667,06
2	4.699.639,45	2.202.056,71
3	4.699.430,92	2.201.378,31
4	4.699.379,13	2.200.717,90
5	4.699.485,31	2.200.079,46
6	4.699.717,31	2.199.490,52
7	4.700.041,44	2.198.990,86
8	4.700.425,51	2.198.602,16
9	4.700.915,34	2.198.257,21
10	4.701.500,45	2.198.011,68
11	4.702.060,66	2.197.904,86
12	4.702.697,09	2.197.904,00
13	4.703.321,50	2.198.031,95
14	4.703.893,66	2.198.305,18
15	4.704.408,80	2.198.692,07
16	4.704.860,56	2.199.213,53
17	4.705.117,36	2.199.702,42

Fuente: Modificada de UPME, 2021

Además, según lo indicado en los pliegos de la Convocatoria UPME 03-2021, la conexión Proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios, debe hacerse desde la línea existente Ancón Sur – Esmeralda 230 kV, donde se identificó la torre 79 como el sitio suficientemente estable para la derivación de la línea de transmisión del proyecto, y a partir de ello descender hasta el área o polígono definido por la UPME para la ubicación de la subestación, buscando realizar el cruce del río Cauca por una zona con menor amplitud de ancho del cauce.

Con relación a las especificaciones técnicas generales de la Subestación Carriles 230 mil voltios, los módulos que se ubicarán son:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Tabla 3-15. Configuración y equipos – Carreiles 230 mil voltios

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Bahía de línea 230 kV, configuración interruptor y medio un (1) diámetro, (tres cortes)	2
2	Bahía de Transformador 230 kV, configuración interruptor y medio un (1) diámetro, (tres cortes)	2
3	Protección diferencial de barras	1
4	Modulo Común	1
5	Sistema de control, protecciones, telecomunicaciones e infraestructura asociada	1

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

En la Tabla 3-16 se detallan los requisitos mínimos para la subestación del proyecto y en la Figura 3-12 se presenta su distribución general.

Tabla 3-16. Requisitos mínimos Subestación Carreiles a 230 mil voltios

Subestación Carreiles 230 mil voltios	Configuración	Bahías a construir	Sistema de control
Altitud: 600-1.000 m.s.n.m. Distancia de fuga: 25 mm/kV (1) Icc: 40 kA Área aproximada: Convencional = 2 ha	Interruptor y medio	<ul style="list-style-type: none"> • Bahía de línea a Ancón Sur • Bahía de línea a Esmeralda • Dos (2) Bahías de transformación a 110 kV 	SAS

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

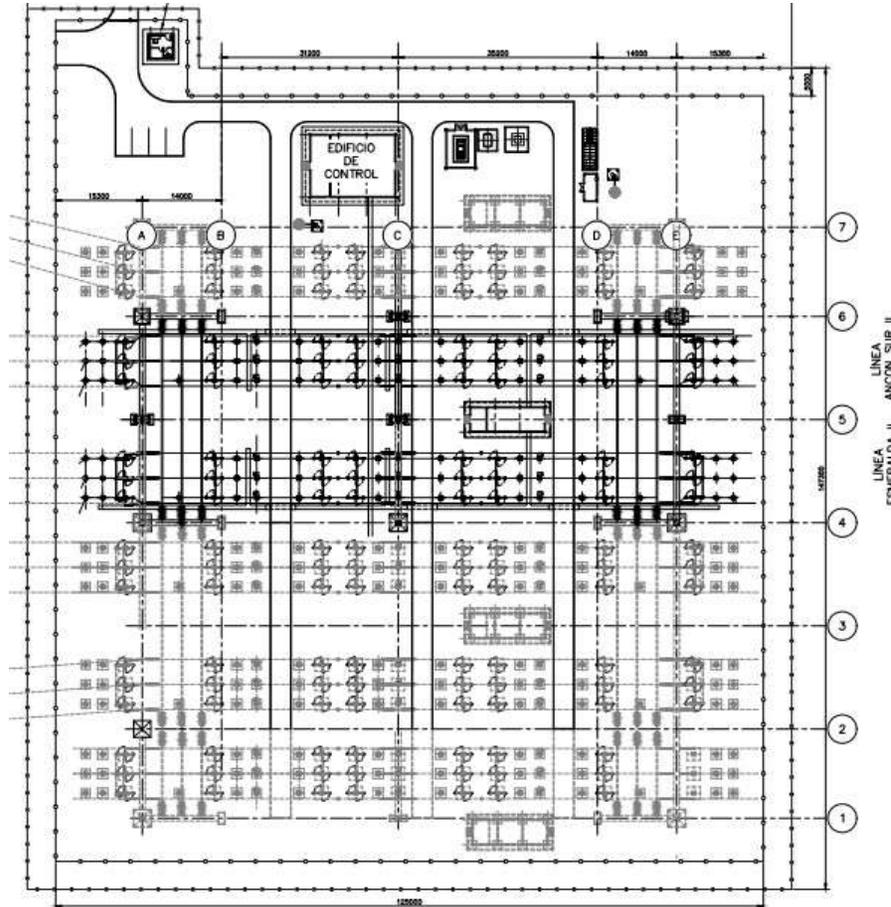


Figura 3-12. Subestación Carreles a 230 mil voltios

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2021

Los valores para los niveles de aislamiento y de corriente de cortocircuito asignada que se considerarán para los equipos de patio de la subestación, son los siguientes:

Tabla 3-17. Valores para aislamiento

Carreles 230 mil voltios	Propuesto (*)
Tensión Nominal (kV)	230
Impulso Tipo Rayo (kV)	1.050
Impulso tipo frecuencia industrial (kV)	460
Corriente de Corto Circuito (kA)	40
Duración Corto Circuito (s)	1

(*) Estos valores están sujetos a la verificación del estudio de coordinación de aislamiento de acuerdo a su altura de instalación.

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Las características del sistema de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios se presentan en la Tabla 3-18 y los parámetros para selección distancias críticas y de seguridad se presentan en la Tabla 3-19.

Tabla 3-18. Características del sistema de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios

Sistema	230 kV
Frecuencia asignada, (Hz)	60
Puesta a tierra	Sólido
Número de fases	3
Tensión de operación del sistema (kV)	230
Tensión máxima de operación equipo, (kV)	245
Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial, (kV)	460
Tensión asignada soportada al impulso tipo maniobra, (kVp)	-
Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo, (kVp)	1050
Máxima corriente de cortocircuito prevista, (kA)	40
Máxima duración admisible del cortocircuito, (s)	1
Distancia de fuga mínima, (mm/kV)	25
Tensión máxima de radio-interferencia, medida a 0,5 MHz (\square V)	
Tiempo normal de aclaración de la falla, (ms)	100
Tiempo de aclaración de la falla en respaldo, (ms)	400
Tiempo muerto del reenganche automático	
Reenganche monopolar, (ms)	800
Reenganche tripolar, (ms)	NA
Identificación de fases	A, B, C

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2022

Tabla 3-19. Parámetros para selección distancias críticas y de seguridad

Subestación	Carrieles 230 mil voltios
Coordinación aislamiento	IEC60071
Conductor de alta tensión ⁽¹⁾	AAC Cowslip 1000 mm ²
Cable de guarda	Cable alumoweld 7 No. 8 AWG
Ancho de bahía (m) ⁽²⁾	16
Ancho de barras (m) ⁽²⁾	16
Separación fase-fase entre equipos (m) ⁽²⁾	3,5
Separación fase-fase entre conductores del barraje (m) ⁽²⁾	3,5

⁽¹⁾ Considerado en un haz de dos conductores para el barraje

⁽²⁾ Distancias a verificar con base en el estudio de coordinación de aislamiento.

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

3.2.3.1.2.5 Descripción general de las obras de infraestructura asociadas

3.2.3.1.2.5.1 Línea de Transmisión 230 mil voltios

- Plazas de tendido

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

Dichas plazas de tendido se ubicarán en sitios adecuados a lo largo de la línea; en cada ubicarán los carretes de conductor, la porta bobinas, el equipo de tensión controlada o freno y la mesa de empalmes.

Para el desarrollo del proyecto se estima tener cinco (5) plazas de tendido, para un área total de 19.735,75 m² (1,97 ha), distribuidas a lo largo de la línea, así:

- PT-1⁶: ubicada entre la T-79 de la línea existente Ancón Sur – Esmeralda II 230 mil voltios y el final de la vía carretable de Agrotúnez. Allí se ubicará el malacate con los carretes. El área aproximada de esta plaza de tendido es de 11.299,30 m². [Para la adecuación de la plaza de tendido PT-1, se debe retirar el material vegetal mediante rocería, luego mediante procesos de excavación, se eliminan irregularidades del terreno hasta lograr una plataforma en pendiente y obstáculos libres que permitan el acopio de materiales y equipos para procesos constructivos.](#)
- PT-2: se ubicará entre el vano de la T8-T9, allí se instalará el freno, el cuál jalará el cable desde la T-79. El área aproximada de esta plaza de tendido es de 1.236,52 m². [Para la adecuación de la plaza de tendido solo se proyecta realizar actividades de rocería.](#)
- PT-3: se ubicará entre el vano de la T9-T10, allí se ubicará el malacate con los carretes para el tendido del segundo tramo. El área aproximada de esta plaza de tendido es de 2.054,18 m². [Para la adecuación de la plaza de tendido solo se proyecta realizar actividades de rocería.](#)
- PT-4: se ubicará dentro de la Subestación Carrieles, allí se instalará el freno y jalará el cable desde la T-9M hasta el pórtico. El área aproximada de esta plaza de tendido es de 4.128,68 m². [Para la adecuación de la plaza de tendido solo se proyecta realizar actividades de rocería.](#)
- PT-5: se ubicará entre los sitios de torre T-1M (Carrieles) y TE-79 (Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV). El área aproximada de esta plaza de tendido es de 1.017,07 m². [Para la adecuación de la plaza de tendido solo se proyecta realizar actividades de rocería.](#)

⁶ Se suprime el helipuerto dado que no será requerido el uso de helicóptero o drones durante las actividades de mantenimiento electromecánico.

En la Figura 3-13 y en la Tabla 3-20 se presenta el listado de las plazas de tendido que se precisan puntualmente dentro del área de reserva, además las coordenadas de los vértices que definen su polígono y el municipio y unidad territorial en la que se localizan.

Tabla 3-20. Plazas de tendido dentro del área de influencia

ID Plaza	Vértice	Coordenadas (CTM12)		Departamento	Municipio	Vereda
		Este	Norte			
PT-1	1	4708220,43	2201131,40	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	2	4708229,45	2201230,80	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	3	4708346,65	2201233,42	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	4	4708330,99	2201133,83	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
PT-2	1	4705635,69	2201210,12	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	2	4705652,878	2201196,711	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	3	4705655,044	2201193,715	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	4	4705658,867	2201188,426	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	5	4705659,795	2201187,142	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	6	4705677,559	2201194,511	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	7	4705683,599	2201231,782	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	8	4705687,495	2201211,906	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
PT-3	1	4705444,09	2201168,78	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	2	4705448,03	2201137,53	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	3	4705384,49	2201135,69	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	4	4705377,09	2201167,08	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
PT-4	1	4702584,48	2201009,23	Antioquia	Jericó	Cauca
	2	4702615,15	2200968,82	Antioquia	Jericó	Cauca
	3	4702552,84	2200917,50	Antioquia	Jericó	Cauca
	4	4702521,82	2200959,22	Antioquia	Jericó	Cauca
PT-5	1	4708263,45	2201416,70	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	2	4708263,76	2201443,71	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	3	4708301,39	2201443,62	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias
	4	4708301,18	2201416,63	Antioquia	Fredonia	Puente Iglesias

Fuente: SAG, 2024 con información de ISA INTERCOLOMBIA

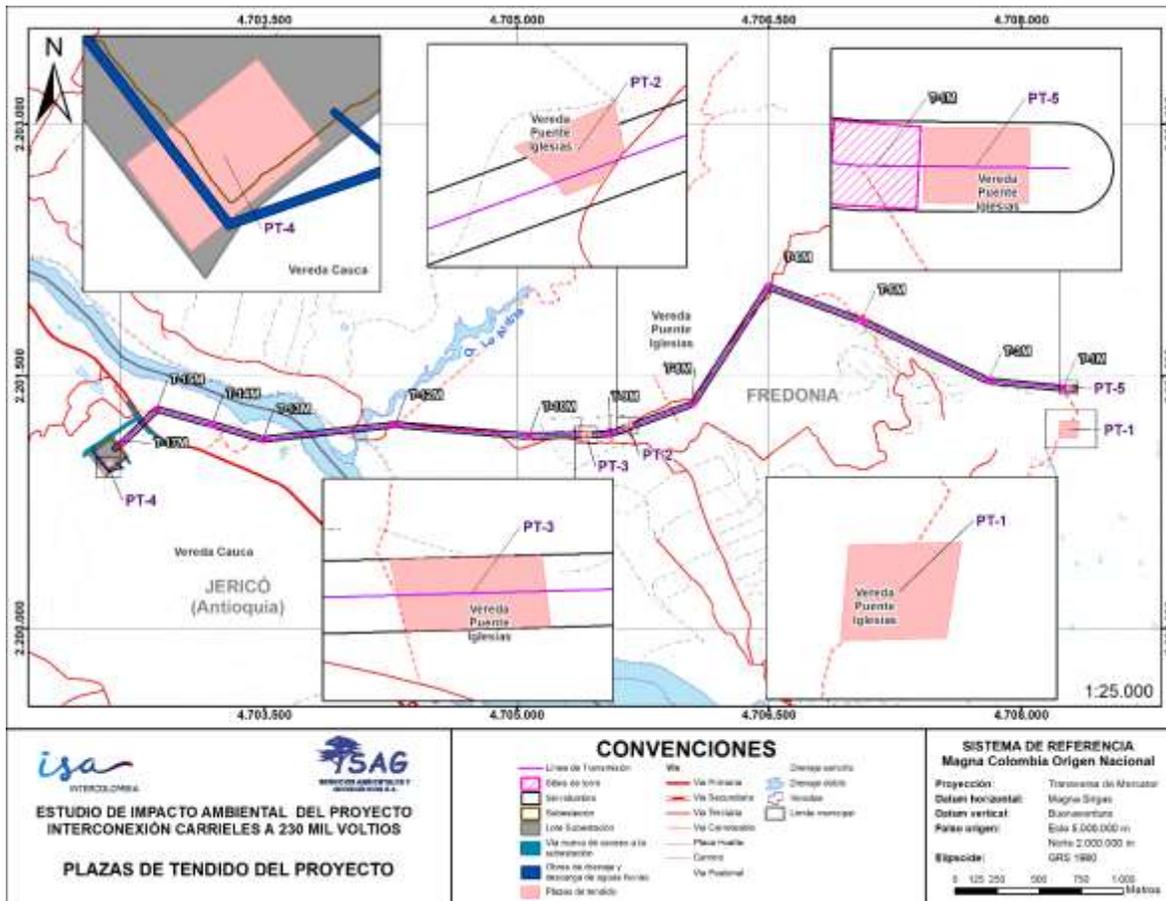


Figura 3-13. Plazas de tendido del proyecto

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carreles a 230 mil voltios

- Sistemas de protección y control de la Subestación Carreles a 230 mil voltios

Para la subestación Carreles 230 mil voltios se suministrarán sistemas de control y protección para la línea, sistemas de servicios auxiliares y protecciones de barras.

En la subestación se implementará un Sistema de Automatización de Subestaciones (SAS) basado en la norma IEC 61850, con los niveles de control 0,1 y 2 e interfaces hacia el nivel de control 3 (Control remoto desde el centro de Supervisión y Mantenimiento).

En la Tabla 3-21 se relacionan los sistemas de servicios auxiliares de la Subestación Carreles a 230 mil voltios.

Tabla 3-21. Sistemas de servicios auxiliares

Sistemas de servicios auxiliares	
Sistema de corriente alterna	Descripción
Tensión, 3 fases- cuatro hilos, (Vca)	120 / 208
Margen de tensión de operación de equipos, (%)	85-110
Frecuencia asignada, (Hz)	60
Sistema de corriente continua	
Tensión asignada (Vcc)	125
Margen de tensión de operación de equipos (%)	85-110

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Sistemas de telecomunicaciones de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios
 - Comunicaciones fijas. Para cumplir con los requerimientos de comunicaciones fijas se contará con los servicios de INTERNEXA quien cuenta con presencia actualmente en las subestaciones Ancón Sur 230 kV y Esmeralda 230 kV.
 - Comunicaciones móviles. Para la fase de mantenimiento de la línea de transmisión y la coordinación de maniobras en la subestación se podrán adquirir radios portátiles que operen en frecuencias no reguladas, complementadas con servicios de telefonía celular contratados con terceros.
 - Esquema de servicios de telecomunicaciones.

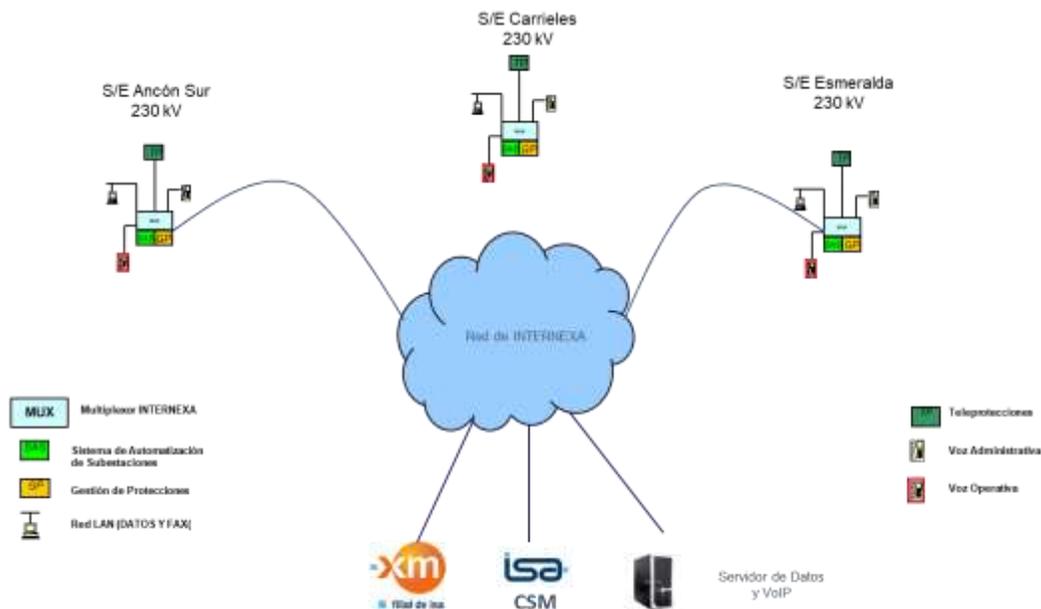


Figura 3-14. Esquema telecomunicaciones

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Infraestructura de drenaje

El drenaje de las aguas lluvias en el patio de la Subestación será mediante filtros, colectores y cunetas. La superficie del terreno adecuado tendrá una pendiente para permitir el drenaje del agua y evitar empozamientos dentro de la capa de grava. Las vías interiores serán diseñadas de modo que su escurrimiento sea natural hacia los patios o el exterior previendo pasos en los sardineles o elementos que la delimitan. Los drenajes del agua lluvia se conectarán al cauce existente más cercano al lote de la subestación mediante tuberíascolectoras de PVC que terminan en un cabezote de concreto reforzado y un empedrado final en aras de evitar la socavación de la zona. En la Figura 3-15 se presenta el esquema de la obra de descarga final, para la cual, en el actual Estudio de Impacto Ambiental, específicamente en el Capítulo 7, se solicita el correspondiente permiso de ocupación de cauce.

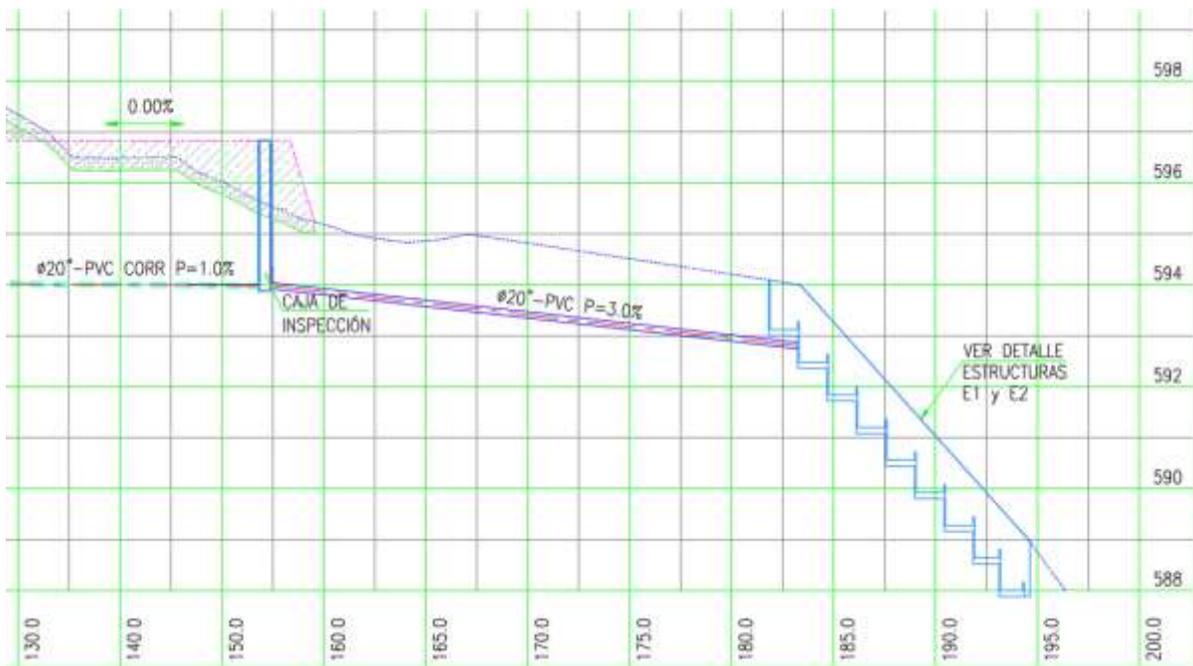


Figura 3-15. Obra de descarga del drenaje de aguas lluvias de la subestación

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Para garantizar la recolección, conducción y descarga controlada de la escorrentía superficial identificada en la vecindad de la subestación Carrieles, con flujo preferencial OESTE – ESTE incluyendo los aportes de las áreas adyacentes durante la ocurrencia de eventos de precipitación efectiva, se dispone de una cuneta perimetral de aproximadamente 260 m de largo, dispuesta axialmente hasta las estructuras de descarga objeto de la

solicitud de ocupación de cauce presentada por el proyecto, con adecuaciones en el terreno adyacente para favorecer el encole de los flujos usando el marcado gradiente topográfico de la zona (ver Figura 3-16).

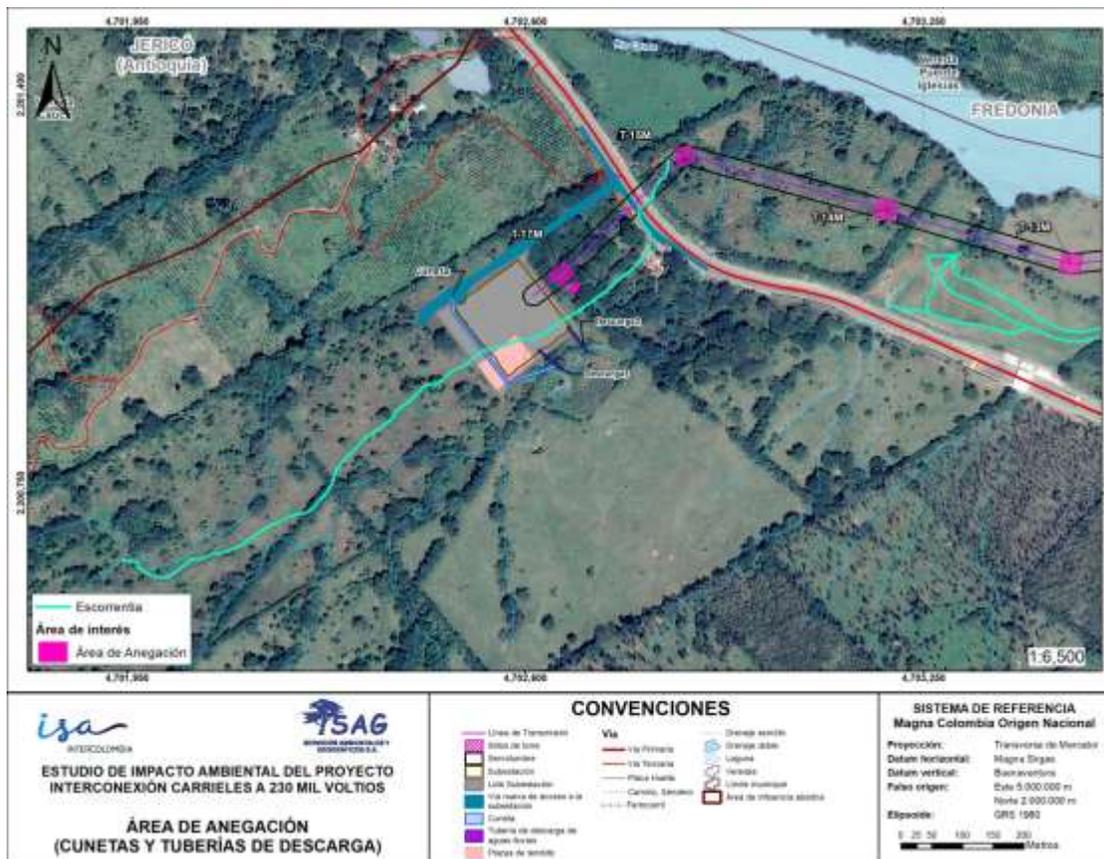


Figura 3-16. Obras hidráulicas propuestas para el manejo de la escorrentía en la subestación Carrieles

Fuente: SAG, 2024

La cuneta trapezoidal estará compuesta por escalones en suelo-cemento para garantizar la disipación de energía y reducción de velocidad del flujo con el fin de mitigar y reducir las afectaciones en la margen y lecho del Afluente sin nombre 5 (Quebrada NN), receptora potencial de las aguas de escorrentía de las áreas de interés. Los detalles geométricos y estructurales de los elementos de manejo de escorrentía, se describen en el Plano CO-CARR-EPCJE-S-01-K1108 Drenajes, presentado en el ANEXO_3_2_PLANO_SUBESTACION, subcarpeta DRENAJES (ver Figura 3-17).

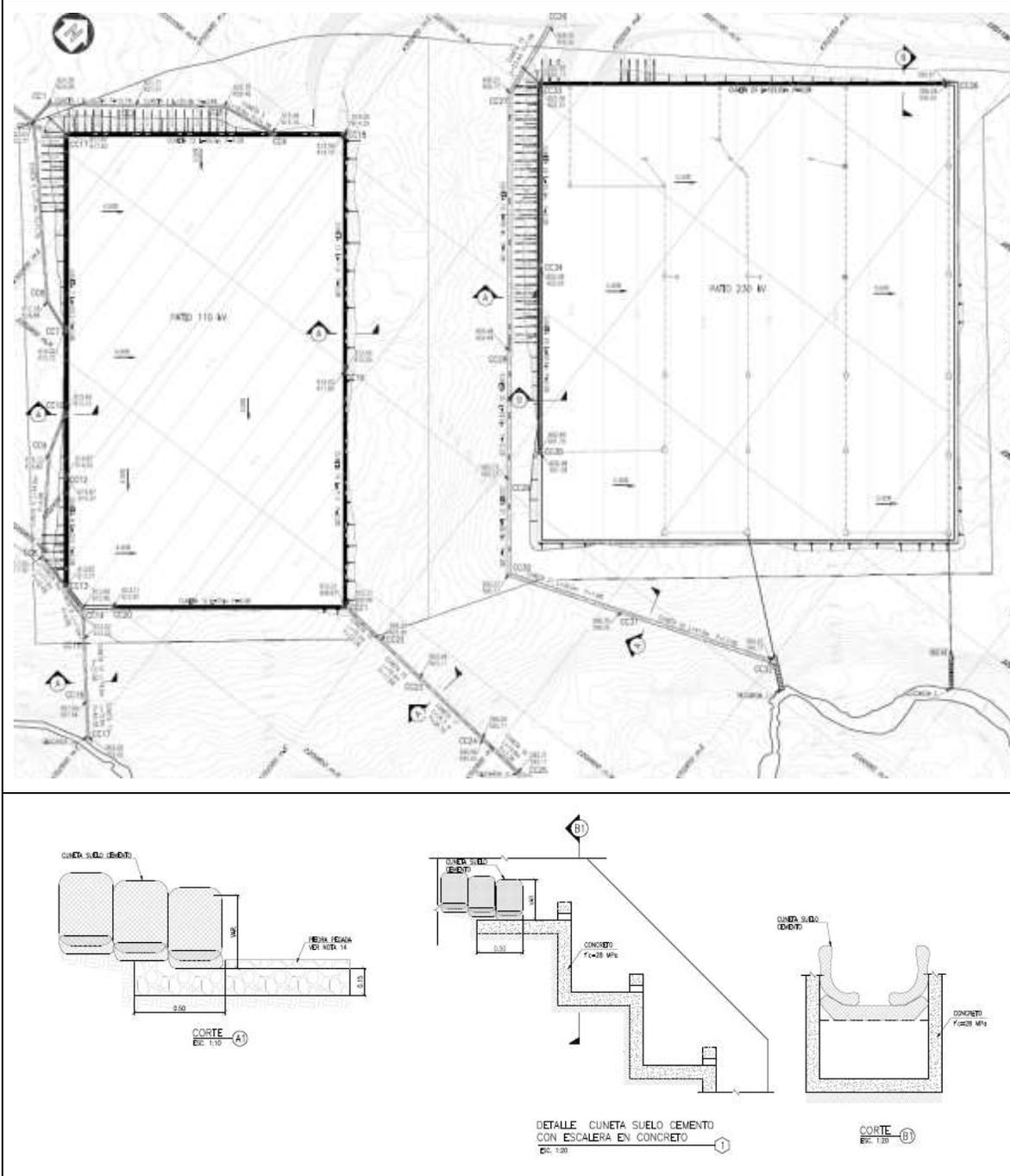


Figura 3-17. Localización espacial de los elementos hidráulicos propuestos para el manejo de escorrentía

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

- Infraestructura de geotecnia

Las cimentaciones de la subestación serán zapatas aisladas y losas. Los taludes de la adecuación del terreno se manejan mediante pendientes dadas por el estudio de suelos y empradizado para evitar la erosión. No se requieren obras de protección adicionales (como muros de contención, gaviones, pilotes, pilas, etc.).

- Infraestructura de suministro de energía

Durante la fase de construcción de la línea, en los sitios donde no sea posible contar con acceso al servicio público de energía, se trabajará con plantas. Durante la fase de operación para la nueva Subestación Carrieles a 230 mil voltios, se instalarán equipos de Servicios Auxiliares propios, definidos y dimensionados en la fase de diseño detallado.

- Infraestructura de suministro de agua

Para el abastecimiento de agua de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios, se tiene un (1) tanque de almacenamiento, diseñado para un volumen acorde con el funcionamiento del sistema de abastecimiento, teniendo en cuenta que por lo menos permita 48 horas de suministro o cuatro (4) m³. Es de anotar que este tanque deberá ser totalmente impermeable, y los materiales de impermeabilización son los requeridos para tanques de almacenamiento de agua potable.

El abastecimiento será mediante uso de aguas lluvias, para tal fin el sistema estará constituido por los siguientes componentes:

- Captación. Está conformada por las cubiertas de cada una de las edificaciones del proyecto aledañas al sitio de almacenamiento.
- Recolección. Está conformado por una serie de canaletas ubicadas en los bordes inferiores del techo que se conecta a los bajantes.
- Interceptor. Este puede ser un tanque o parte de una tubería que tiene como objetivo recolectar las impurezas presentes en las cubiertas y evitar que este material ingrese al tanque de almacenamiento.
- Almacenamiento. Este último es en donde se almacenará temporalmente el agua para su posterior uso.

En la Figura 3-18 se presenta un sistema típico de captación de aguas lluvias de una infraestructura.



Figura 3-18. Sistema típico de captación de agua lluvia en cubiertas – para la Subestación

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2021

En la Figura 3-19 se ilustra la gestión del agua en fase operacional de una edificación. Como allí se observa, este recurso podrá ser destinado a numerosos usos al interior o exterior del proyecto, diferentes al consumo humano.

El agua potable para consumo humano durante la construcción y operación será adquirida en contenedores tipo dispensador a proveedores y establecimientos comerciales que cuenten con el respectivo registro sanitario INVIMA.



Figura 3-19. Gestión del agua lluvia en fase de operación del proyecto

Fuente: Guía de edificaciones sostenibles del AMVA, 2015

- Sistema de tratamiento de aguas residuales en la Subestación Carrieles a 230 mil voltios
Las aguas residuales domésticas son aquellas provenientes de retretes y servicios sanitarios y aseo en general. Los sistemas de alcantarillados serán diseñados de manera independiente, para aguas lluvias, aguas grises y para aguas residuales.

Durante la fase de operación, se generarán aguas residuales domésticas en la subestación, provenientes del edificio de control y la caseta de vigilancia. Las aguas residuales domésticas serán tratadas mediante el diseño de un sistema de tratamiento de aguas, el cual deberá ser diseñado con un porcentaje de retorno del 85% de la dotación establecida en el RAS-2017 (100 L/pers/día). Cumpliendo la normativa ambiental sobre vertimientos de aguas, Resolución 0631 de 2015, específicamente la columna 2 del artículo 8 sobre “*aguas residuales domésticas (ARD), y de las aguas residuales no domésticas (ARND) de los prestadores del servicio público de alcantarillado a cuerpos de aguas superficiales, con una carga menor o igual a 625,00 kg/día*”.

Es de anotar que, el diseño de un sistema de tratamiento debe contar con caja muestreadora a la entrada y salida del mismo. Esta caja debe permitir la toma de muestras y medir el caudal correspondiente.

Los componentes del sistema son los siguientes:

- Trampa de Grasas. La trampa de grasas consiste en un pequeño tanque o caja cubierta, provista de una entrada sumergida y de una tubería de salida que parte cerca del fondo. Tiene por objeto interceptar las grasas y jabones presentes en las aguas negras provenientes de descargas de los lavaderos, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en la subestación. Por consiguiente, la función más

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

importante de la trampa de grasas es evitar que las grasas y jabones vayan disminuyendo así la eficiencia de esos sistemas.

- **Tanque Séptico.** Los tanques sépticos son dispositivos que permiten un tratamiento primario de las aguas residuales, reduciendo su contenido en sólidos en suspensión, tanto sedimentables como flotantes. Generalmente, se disponen enterradas y constituyen uno de los tratamientos previos más usados en los sistemas de depuración descentralizados y en aglomeraciones de tamaño muy pequeño. Se recomienda que la construcción de este sistema se realice preferiblemente en concreto, y en su defecto, se pueden utilizar sistemas prefabricados, pero únicamente de fibra de vidrio reforzada, garantizando su estabilidad estructural en cuanto a empujes del terreno, evitar efecto de flotación en caso de niveles freáticos altos y de fácil acceso para el mantenimiento.
- **Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA).** El FAFA está constituido por un tanque o columna relleno con un medio sólido para soporte del crecimiento biológico anaerobio, donde el agua circula de manera ascendente atravesando el medio. Se recomienda que la construcción de este sistema se realice preferiblemente en concreto, y en su defecto, se pueden utilizar sistemas prefabricados, pero únicamente de fibra de vidrio reforzada. Puede estar implementando en conjunto con el tanque séptico.
- **Humedales artificiales superficiales de flujo horizontal.** Los humedales artificiales son sistemas de depuración en los que se reproducen o se simulan los procesos de eliminación de contaminantes que tienen lugar en las zonas húmedas naturales. El Sistema consiste en el desarrollo de un cultivo de macrófitas enraizadas sobre un lecho de grava impermeabilizado; la acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente.

Se trata de un sistema de tratamiento no convencional, que permite la eliminación de carga contaminante generando un vertimiento nulo, donde se consideran las pérdidas por evaporación y los requerimientos fisiológicos de las especies de plantas que se siembran en el mismo. El tipo de humedal a implementar será del tipo flujo subsuperficial horizontal, de dos (2) compartimentos, en el cual las aguas fluyen por el sistema bajo la superficie, y permanece permanentemente inundado.

Se prevé la utilización de un sistema séptico integrado prefabricado, el cual incluye el pozo séptico y el filtro anaerobio de flujo ascendente (Tanque FAFA), la ubicación del tanque séptico se tiene en cuenta las distancias mínimas y se consideran los parámetros de localización de acuerdo con el RAS, indicados a continuación y como se evidencia en la Figura 3-20:

- 2 m distantes de construcciones, límites de terrenos, sumideros, campos de infiltración y pozos de absorción.
- 7,60 m punto de suministro privado de agua potable y tubos de succión de la bomba.
- 3,00 m distantes de árboles y cualquier punto de redes públicas de abastecimiento de agua.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

- 15 m distantes de pozos subterráneos y cuerpos de agua de cualquier naturaleza.
- No se debe ubicar en zonas de protección ambiental de fauna y flora.

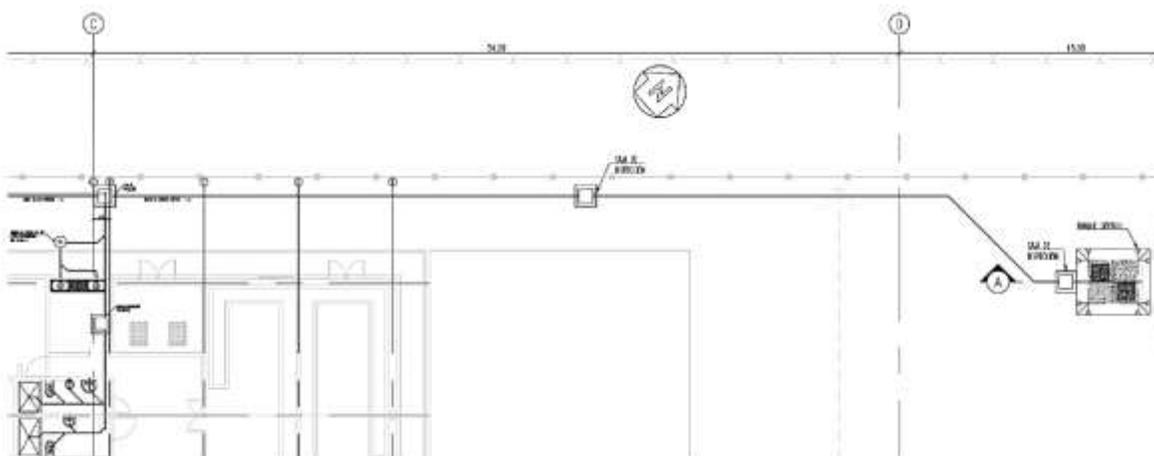


Figura 3-20. Ubicación sistema séptico, vista en planta

Fuente: J.E. Jaimes, 2022

Además, se prevé la utilización de un humedal artificial perteneciente al sistema de tratamiento de aguas residuales para la subestación del proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios.

El tipo de Humedal implementar será del tipo flujo subsuperficial horizontal, de dos compartimentos, en el cual las aguas fluyen por el sistema bajo la superficie, permaneciendo permanentemente inundado.

Estará compuesto por los siguientes elementos:

- Estructuras de entrada del afluente.
- Impermeabilización del fondo y laterales con geomembranas.
- Medio granular.
- Vegetación emergente típica de zonas húmedas.
- Estructuras de salida regulable para controlar el nivel del agua. (Caja sifón).

Por lo tanto, no se generarán vertimientos al suelo, ni a cuerpos de agua.

De acuerdo con los parámetros de diseño presentados en el informe CO-CARR-EPCJE-S-01-D1171-R2 Humedal_MC_A del ANEXO_7_11_STARD, el humedal a construir se presenta en la Figura 3-21.

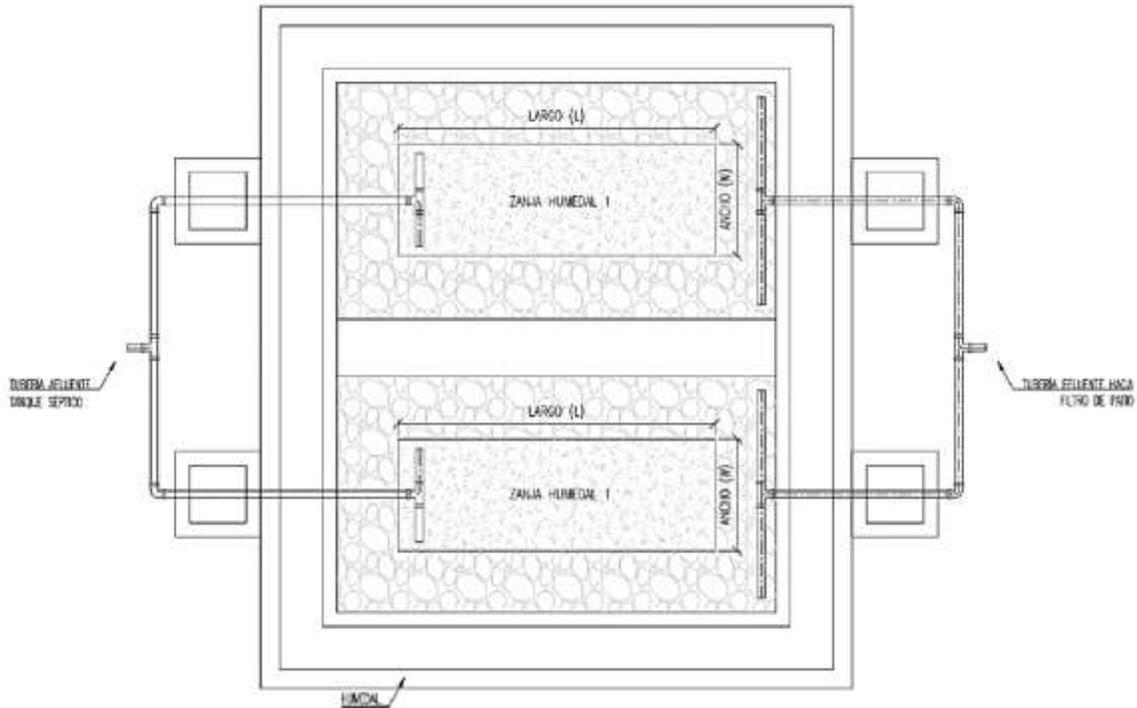


Figura 3-21. Vista en planta Humedal

Fuente: J.E. Jaimes, 2022 Infraestructura de drenaje y ocupaciones de cauce

Para el proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios se requiere solicitar tres (3) ocupaciones de cauce, dos de estas son para las obras de descarga del sistema de drenaje de agua lluvia de la subestación sobre el cuerpo de agua denominado Quebrada NN (Afluente sin nombre 5), referenciadas como Desc_OC_1 y Desc_OC_2, y la tercera denominada T-13M (Torre_T13M) consiste en la estructura de apoyo para la torre T-13M, sobre la margen izquierda del río Cauca.

En la Figura 3-22 se presenta el esquema de la obra de descarga final y en el Capítulo 7 se solicita el correspondiente permiso de ocupación de cauce en dos (2) sitios de descarga en el cauce ubicado al sur de la Subestación, así como también el asociado al pedestal de soporte sobre la ocupación Torre_T13M (ver Figura 3-25).

El drenaje de las aguas lluvias de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios en patio será mediante filtros, colectores y cunetas. La superficie del terreno adecuado tendrá una pendiente para permitir el drenaje del agua y evitar empozamientos dentro de la capa de grava. Las vías interiores serán diseñadas de modo que su escurrimiento sea natural hacia los patios o el exterior previendo pasos en los sardineles o elementos que la delimitan. Los drenajes del agua lluvia se conectarán al cauce ubicado al sur de la subestación mediante tuberías colectoras de PVC que terminan en un cabezote de concreto reforzado y un

empedrado final en aras de evitar la socavación de la zona, para ello se requiere solicitar dos (2) ocupaciones de cauce.

En el ANEXO_3_2_PLANO_SUBESTACION se presenta el diseño de los drenajes, subcarpeta DRENAJES.

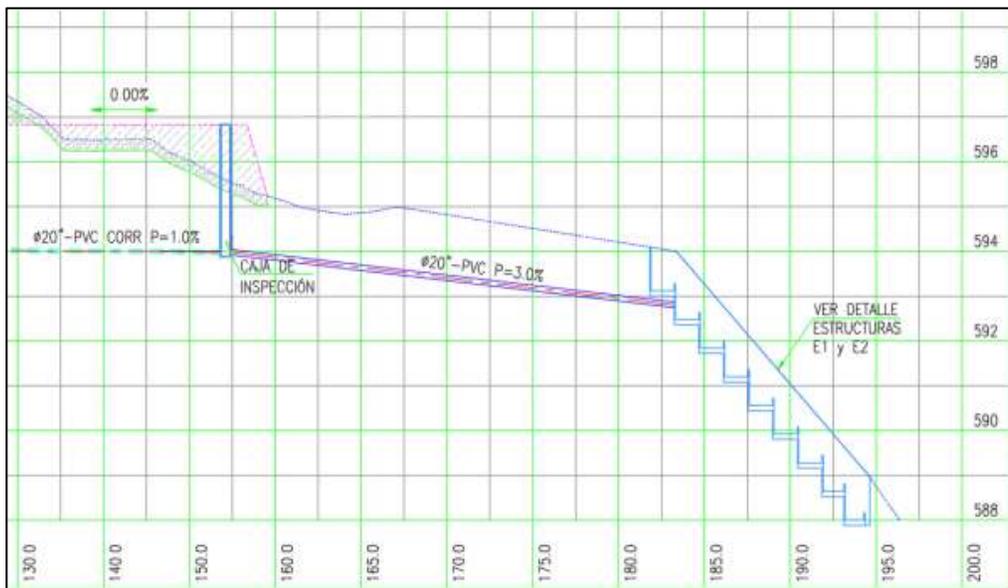


Figura 3-22. Obra de descarga del drenaje de aguas lluvias de la subestación

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Sobre las dos (2) ocupaciones de cauce, relacionadas con la correcta captación, conducción y disposición en la corriente denominada Quebrada NN (Afluente Sin Nombre 5), se acogen las áreas de estas obras que están dentro del polígono construido como ronda hídrica para este cuerpo de agua según lo indicado por la Autoridad, dando como resultado lo indicado a continuación:

- Descarga 1 (Desc_OC_1). Esta obra está constituida por una cuneta trapezoidal (Longitud ocupación: 22,86 m), un colector con sección circular de 20" de diámetro (Longitud ocupación: 17,82 m) y desde la confluencia de estas 2 obras, un canal escalonado hasta su entrega en el drenaje asociado a la Quebrada NN (Afluente Sin Nombre 5). Dicho canal escalonado se detalla en la Figura 3-22.
- Descarga 2 (Desc_OC_2). Esta obra está constituida por un colector con sección circular de 20" de diámetro (Longitud ocupación: 18,14 m), el cual entrega a un canal escalonado hasta su disposición de las aguas en el drenaje asociado a la Quebrada NN (Afluente sin nombre 5). Dicho canal escalonado se detalla en la Figura 3-22.

Las vistas en planta y secciones características para la Desc_OC_1 y Desc_OC_2 se presentan en la Figura 3-23.

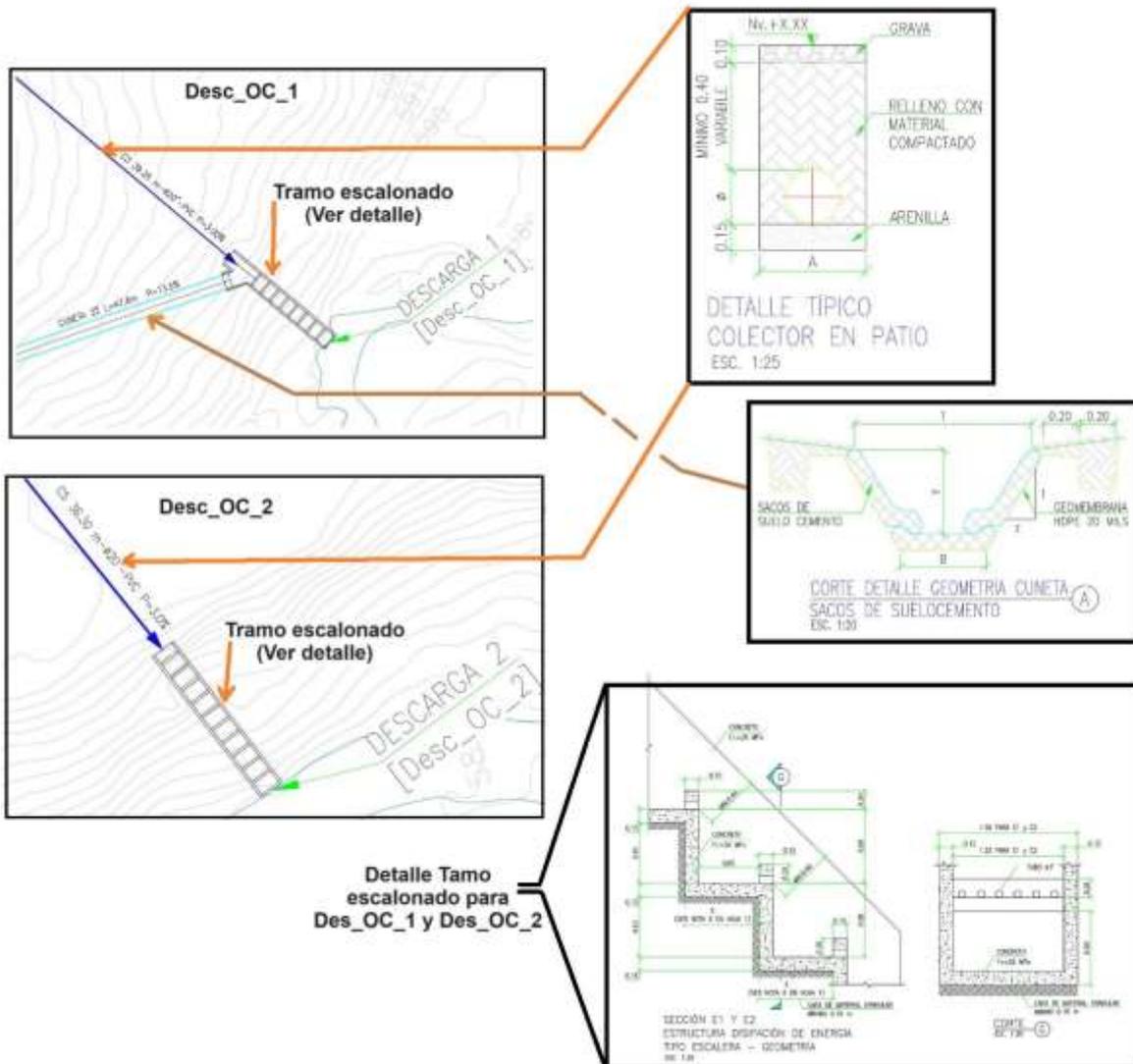


Figura 3-23. Obras de descarga del drenaje de aguas lluvias asociadas a las ocupaciones de cauce Desc_OC_1 y Desc_OC_2

Fuente: Adaptado de ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Los datos asociados a las longitudes, áreas de ocupación entre otros aspectos a detalle de las obras, se describen en el Capítulo 7 Demanda de Recursos, numeral 7.4, asociado a las solicitudes de las ocupaciones de cauce y anexos respectivos.

En relación con la ocupación de cauce sobre el río Cauca, se proyecta un pedestal de sección rectangular que estructuralmente soporte el peso de la torre T-13M. Su altura mínima deberá ser de 1,0 m sobre el terreno existente. Dicho polígono encierra (con un margen adicional de seguridad) el ancho entre patas de la torre de 21 m X 21 m. En la se presenta el corte general de la cimentación

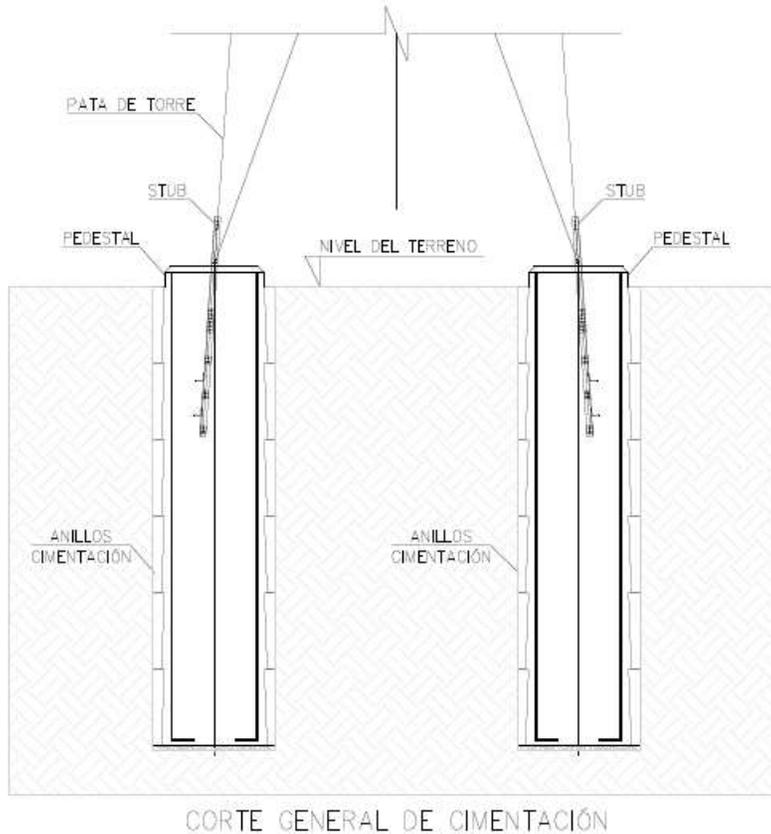


Figura 3-24. Corte general de cimentación torre T13M

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2024

En la Figura 3-25 se observa el esquema y localización de la ocupación proyectada.

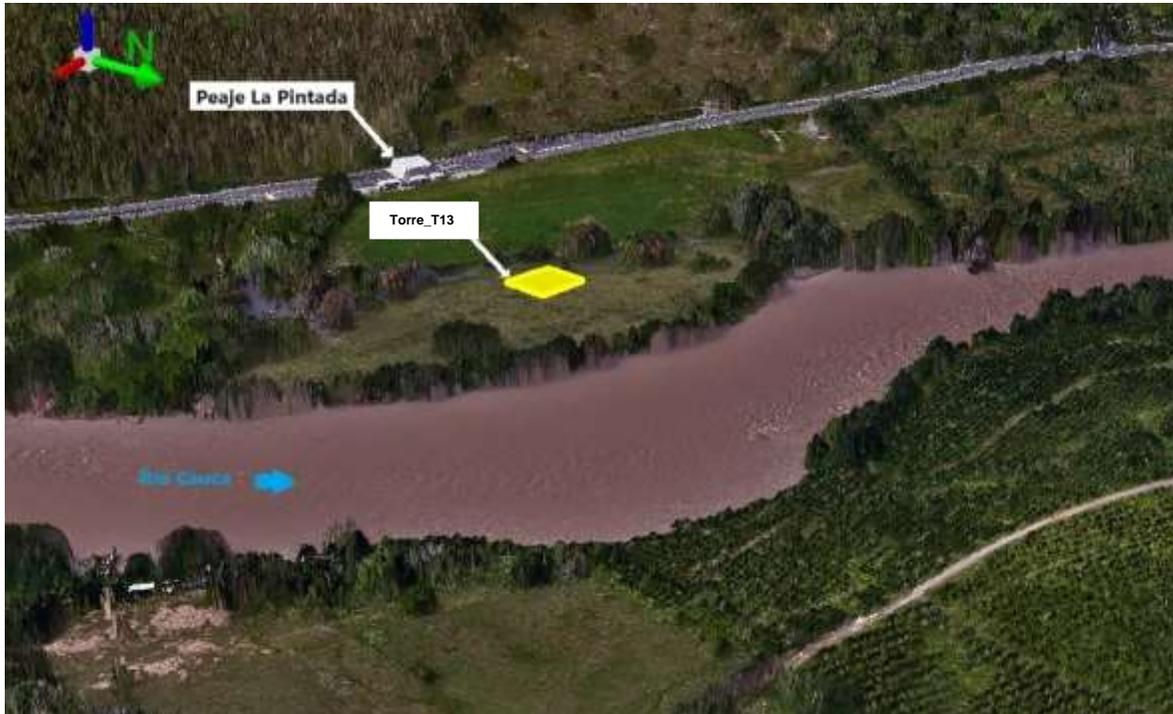


Figura 3-25. Ubicación Torre_T13M sobre la margen izquierda del río Cauca

Fuente: SAG, 2024

Los detalles de diseño y demás información relacionada con las ocupaciones de cauce, se encuentran en el Capítulo 7, donde en el ANEXO_7_1_PLANOS_OC se presentan los diseños de las obras de descarga de aguas lluvias que requieren ocupación de cauce ([Desc_OC_1](#) y [Desc_OC_2](#)) y los diseños de la cimentación de la T-13M ([Torre_T13M](#)). Así mismo, en el ANEXO_7_2_FUN_OC se presenta el Formulario Único Nacional correspondiente para las tres (3) ocupaciones de cauce.

3.2.3.1.2.6 Descripción de los métodos constructivos

Dentro del proyecto, las estructuras se montarán sobre cimentaciones construidas o instaladas por debajo de la superficie del terreno. Dichas estructuras tienen el tipo básico de cimentación, concreto reforzado (pedestal y zapata cuadrada, todos con ángulo de espera incorporado). A continuación, se describe con más detalle algunos de los principales métodos constructivos.

- Explanación

La ejecución de la explanación, programas, procedimientos y equipo a utilizar son definidos según el método constructivo. Los trabajos se harán con las buenas prácticas de construcción y ejecutarse de tal modo que no causen daños innecesarios a servicios

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

públicos, propiedades, cultivos cercanos, drenajes naturales, entre otros, dentro y fuera de los límites de corte.

Los materiales provenientes de las explanaciones de la vía, serán ubicados al interior del lote de la subestación; respecto a las excavaciones de las torres, los pórticos y plazas **tendido**, sus materiales serán almacenados temporalmente en puntos aledaños a las mismas excavaciones, **dentro de las mismas áreas de trabajo solicitadas** al interior de la servidumbre de la línea de transmisión (LT) y se dispondrán de tal forma que no ocasionen perjuicios a **drenajes naturales**, a obras y taludes adyacentes, ni a la estabilidad y al libre tránsito por las vías ni a la comunidad ubicada en el área de interés. No se hará la disposición encima o cerca de las coronas de los taludes de corte.

La explanación se hará de tal manera que las superficies resultantes queden con buen drenaje, para lo cual se dará a las áreas excavadas la pendiente adecuada o aprobada por el supervisor.

- Excavación

Este trabajo comprende la excavación para todos los tipos de cimentación, de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas del terreno indicados en los planos de construcción u ordenados por el supervisor e incluye la preparación y acabado de las superficies de cimentación.

La excavación comprende, además, todos los trabajos adicionales necesarios para garantizar la estabilidad de los taludes, tales como entibados, trinchos provisionales para evitar rodamiento de material excavado, bombeo de agua subsuperficial o de nivel freático si es el caso, agua lluvia o de inundaciones, la preparación y acabado de las superficies y todos los controles necesarios para localizarlas y dimensionarlas.

Durante la ejecución de cada una de las excavaciones, si se requiere, se construirán cerramientos y señales que impidan el acceso de personas y semovientes a los sitios de trabajo y para prevenir su caída a las excavaciones. También se tomarán las medidas del caso, trinchos provisionales o barreras, para que los materiales de las excavaciones no produzcan daños a los bienes situados fuera del sitio de torre.

Se localizará el sitio exacto para los cimientos y otras estructuras, se cumplirá con los límites de las excavaciones y las referencias topográficas necesarias para que las obras se construyan de acuerdo con los planos de construcción y las indicaciones del supervisor. Para el cálculo de las cotas de fondo o nivel de fundación, el contratista debe basarse en los diseños de las cimentaciones y en el promedio de cota del nivel de terreno de los vértices del cuadrilátero formado. Cuando el cimiento quede localizado en terreno inclinado, la cota de fondo en la esquina más baja no debe ser menor al noventa por ciento de la profundidad teórica de diseño.

- Concreto

Este trabajo consiste en la construcción de las obras de concreto simple o reforzado que forman parte de las cimentaciones de las torres y otras obras adicionales. Comprende el suministro de materiales, equipo, colocación de formaletas, preparación y colocación de mezclas, acabado y curado del concreto, ensayos y en general todas las operaciones y

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

medidas de seguridad industrial y ambiental requeridas para terminar tales obras de acuerdo con los planos de construcción, las especificaciones y las instrucciones del supervisor.

El concreto se compondrá de una mezcla homogénea de cemento portland, agua, agregados finos, gruesos y los aditivos autorizados en las proporciones determinadas, para producir una mezcla que tenga la resistencia y la plasticidad requeridas.

La resistencia especificada del concreto ($f'c$) para cada una de las diferentes estructuras será la indicada en los planos. Los requisitos de resistencia se verificarán mediante ensayos a la compresión de acuerdo con los métodos de la designación ASTM C-39.

Las diferentes clases de concreto a utilizar en la ejecución de las obras son:

- a) Concreto Clase 1 - $f'c = 28$ MPa.
- b) Concreto Clase 2 - $f'c = 21$ MPa
- c) Concreto Clase 3 - $f'c = 17,5$ MPa.
- d) Concreto Clase 4 - $f'c = 14$ MPa.
- e) Concreto Clase 5 = Ciclópeo.

El diseño de las mezclas de concreto se elaborará de manera que se asigne una resistencia a la compresión promedio tal que se minimice la frecuencia de resultados de pruebas de resistencia por debajo de la especificada $f'c$.

El concreto necesario para las cimentaciones de las torres puede ser preparado en centrales de mezcla próximas a la zona y transportado en camiones mezcladores a los sitios de cada torre. En los sectores de difícil acceso, el concreto puede ser preparado manualmente en cada sitio con los recursos técnicos necesarios para obtener un concreto con la calidad y resistencia exigida por las especificaciones de construcción.

La colocación del concreto se hará cuando se haya verificado la correcta nivelación y alineamiento de los ángulos de espera y que todos los elementos de transferencia de esfuerzos y uniones estén completamente atornillados y debidamente apretados, aprobado la construcción y preparación de las formaletas, la colocación del acero de refuerzo y la disposición de equipo y elementos necesarios para el vaciado, compactación, acabado y curado del concreto. Se comunicará al supervisor, con una anticipación de 24 horas, su intención de iniciar el vaciado y la hora programada para hacerlo.

Cuando se utilicen canoas para el transporte del concreto al sitio de vaciado, el extremo de descarga de dichas canoas tendrá una tubería flexible de caucho, lona u otro material adecuado o "trompa de elefante" que impida la segregación. No se permitirá la caída libre del concreto. El concreto se depositará en su posición final en la estructura tan rápidamente como sea posible después de su mezcla y por métodos que eviten la segregación de los agregados o el desplazamiento del acero de refuerzo u otros elementos. La colocación se hará, siempre que sea posible, en capas horizontales de espesor no mayor a 30 cm. Cada capa se colocará y se vibrará antes de que haya comenzado a endurecerse el concreto de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

la capa inmediatamente inferior, salvo el caso de la necesidad de juntas de construcción horizontales, las cuales deben ser aprobadas por el supervisor.

No se colocará el concreto que tenga más de media hora de haber sido mezclado o cuyo asentamiento esté por fuera de los límites especificados u ordenados por el supervisor. Ningún concreto podrá reacondicionarse por adición de agua.

Se usarán suficientes vibradores para producir la compactación del concreto en los 15 minutos después de su colocación. Los vibradores se manipularán para producir un concreto carente de vacíos, de una textura adecuada en las caras expuestas y de máxima compactación.

Los vibradores no se colocarán contra las formaletas o el acero de refuerzo, ni podrán utilizarse para mover el concreto hasta el lugar de su colocación. La aplicación de los vibradores se hará en puntos uniformemente espaciados, no más distantes que el doble del radio en el cual la vibración sea visiblemente producida. El vibrado debe ser de suficiente duración para compactar adecuadamente el concreto, pero sin que cause segregación, y debe suplementarse con otros métodos de compactación, cuando sea necesario, para obtener un concreto denso con superficies lisas frente a las formaletas y en las esquinas y ángulos donde sea poco efectivo el uso de los vibradores.

El concreto se colocará en forma continua en cada sección de la estructura, entre las juntas indicadas en los planos o autorizadas por el supervisor. Todo el concreto se colocará con luz diurna, a menos que el contratista utilice un sistema de iluminación artificial aprobado por el supervisor. A no ser que se provea de una adecuada protección al concreto, éste no se colocara durante la lluvia. Cuando se coloque concreto directamente sobre tierra, ésta estará húmeda, pero sin agua estancada o corriente y libre de materiales extraños.

Cuando se suspenda la colocación del concreto se limpiarán las acumulaciones de mortero sobre el refuerzo y las caras interiores de la formaleta en la parte aún no vaciada.

- Montaje

Antes de iniciar el montaje de las torres, se seleccionará e inspeccionará en el sitio todos los elementos constitutivos de la estructura con el fin de suplir oportunamente cualquier faltante de acuerdo con los planos de montaje y listas de composición.

La armada de la torre se iniciará como mínimo siete (7) días después de vaciado el concreto de las cimentaciones, a menos que el supervisor haya autorizado la utilización de acelerantes para el fraguado rápido del concreto y cuando se haya terminado y compactado debidamente el lleno de los cimientos.

Se pre-armarán secciones en el piso para después montarlas valiéndose de grúas, plumas y poleas, o se armarán sobre la base elemento por elemento, pero siempre de acuerdo con un sistema de trabajo y un procedimiento de seguridad industrial previamente aprobado por el supervisor.

Durante la operación de montaje se cuidará que los elementos estructurales no sufran daños en el galvanizado, no se tuerzan o queden sometidos a deformaciones permanentes y/o esfuerzos superiores a los previstos en el diseño de la estructura.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Durante el montaje se tomarán las medidas de seguridad industrial que sean necesarias para evitar accidentes de trabajo, daños a las personas y a la propiedad pública y privada.

Se utilizarán las plantillas de montaje en todos los casos donde esté indicado en los planos de ensamble de las estructuras.

Cuando se la determine la ejecución del montaje de estructuras por armado parcial de secciones, se colocará un número de pernos suficiente para soportar todas las cargas vivas, muertas y de montaje. Los pernos se apretarán lo necesario para lograr una adecuada distribución de los esfuerzos debido a dichas cargas; sin embargo, quedarán lo suficientemente flojos para permitir un adecuado ensamblaje y alineamiento de las secciones adyacentes que posteriormente se monten.

Los pernos, siempre que sea posible, se colocarán en forma tal que la cabeza quede del lado inferior o interior de la torre y solo podrán apretarse después que el contratista coloque los faltantes y la torre se encuentre correctamente montada. Todos los pernos se apretarán con llaves torquimétricas, que tengan las mismas dimensiones de las tuercas o cabezas de los pernos, al torque recomendado por el fabricante y de acuerdo con lo indicado por las normas del AISC para pernos de resistencia estándar (normal).

- Tendido

Antes de iniciar las labores de tendido se contará con un programa de ejecución del tendido en los sitios donde la línea de transmisión se cruce con otras obras que requieran suspensión del servicio, con el fin de informar y acordar con los propietarios o autoridades encargadas de administrar estas obras las fechas más convenientes para la ejecución del tendido.

El programa de tendido incluirá principalmente los siguientes datos:

- Fechas de iniciación y terminación del tendido.
- Sistema de trabajo.
- Personal y equipo que va a emplear.
- Definición de los sectores de tendido.
- Ubicación exacta de las plazas de tendido para bobinas, equipos y rutas de acceso a las mismas.
- Obras a realizar en los diferentes cruces y programación de los tiempos de suspensión de los servicios.

El tendido y tensionado de los conductores y cables de guarda serán efectuados con mano de obra, equipos y métodos especializados debidamente aprobados por el supervisor, que garanticen el cumplimiento de los requisitos.

Como el proyecto requiere un conductor por fase, el equipo de tendido y las poleas tendrán la capacidad suficiente para lanzar por lo menos un haz (fase completa) de conductor por tiro.

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

En aquellos sectores donde la línea presente cruce con ríos navegables u obras como carreteras, caminos, etc., se considera probable colocar pórticos en madera o metálicos de protección confeccionados con postes de madera.

El procedimiento de tendido será el siguiente:

1. Se instalarán las cadenas de aisladores, las cuales en sus extremos tendrán poleas por donde pasará el conductor.
2. Instaladas las cadenas se pasará un cable guía por las poleas, desde el malacate al freno, donde se une al conductor.
3. Se tenderá el cable de guarda y el conductor por medio de un malacate. Con el freno se controlará la tensión del cable de guarda y del conductor, de modo que este último vaya a una distancia segura del suelo. Una vez que el conductor se haya tendido entre dos (2) estructuras de anclaje, se procederá a tensarlo para su altura definitiva.
4. Finalmente, se fijarán mecánicamente los conductores a las cadenas de suspensión y de anclaje. Luego, se instalarán los accesorios tales como amortiguadores de vibración en los cables, balizas en los cruces del río y protecciones anti-escalamiento.

A continuación, se puede observar un esquema general de tendido de conductor, dicho caso para tendido de cable de guarda.

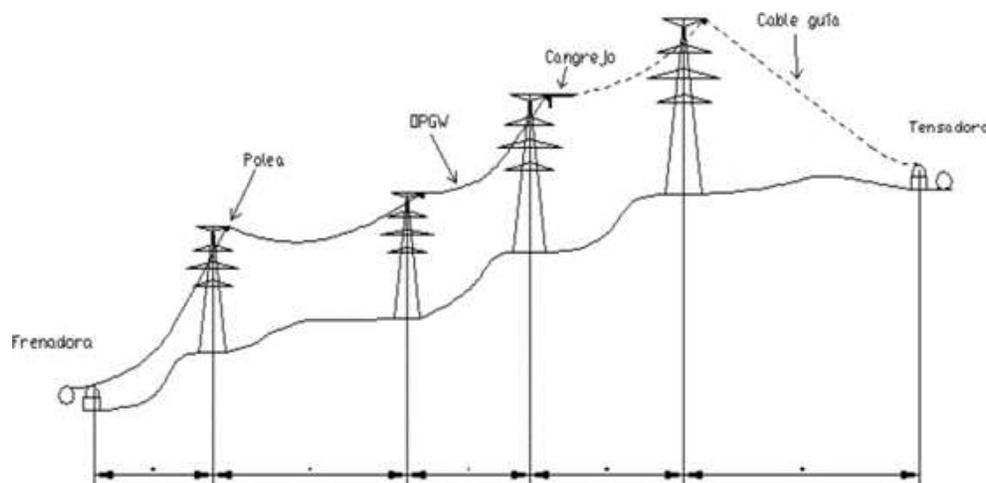


Figura 3-26. Esquema de plano de tendido

Fuente: JE Jaimes, 2021

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Para el montaje o tendido de conductores se tiene otra alternativa que es mediante el uso de vehículos no tripulados o drones, los cuales son muy útiles para el montaje en sitios donde se determine conveniente debido a las restricciones ambientales o de difícil acceso.

El avance tecnológico de nuevos equipos para la construcción de líneas de transmisión y distribución eléctricas es esencial para la seguridad, el costo y tiempo. El uso de drones en la construcción de líneas de transmisión ya es una realidad. Esta tecnología mejora el campo de la construcción con sus enormes beneficios en comparación con los métodos tradicionales en lugares de difícil acceso. Este tipo de tecnología se ha venido utilizando con mayor frecuencia en los últimos años en la construcción de líneas de transmisión de hasta 675 kV en los Estados Unidos.

Los pasos de esta alternativa son los mismos que se utilizan en el método constructivo tradicional, solo que el encargado de pasar el primer nylon pescante sería el dron y no los linieros.

- Especificidad para la Subestación Carrieles 230 mil voltios y su vía de acceso

Para la construcción de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios y su vía de acceso se realizará la adecuación del terreno que consiste en descapote, corte y lleno con material propio según los resultados de los ensayos de estudios de suelos y material de préstamo si es necesario, [adquirido de canteras autorizadas](#).

Para el emplazamiento de la subestación, cuando se conformen las plataformas, se procederá a excavar para fundir las cimentaciones para equipos de patio, pórticos y edificaciones; se figurará el refuerzo y se vaciarán las cimentaciones. Paralelo a esto se construirá el sistema de drenajes, cárcamos y ductos, y las vías internas de mantenimiento. Una vez se culmine la construcción de cimentaciones se procederá al montaje de estructura metálica, tendido de cables y montaje, pruebas y puesta en servicio de los equipos. Y se proseguirá con el resto de las edificaciones (mampostería, columnas, vigas, cubiertas, etc.). Las cimentaciones serán zapatas aisladas y losas. Los taludes de la adecuación del terreno se manejarán mediante pendientes dadas por el estudio de suelos y empradizado para evitar la erosión. No se requieren obras de protección adicionales (como muros de contención, gaviones, etc.).

La vía interna de acceso a la subestación, que cuenta con una longitud aproximada de 460 m y ancho de calzada aproximado de seis (6) m, se construirá de acuerdo con las especificaciones técnicas relacionadas en la Tabla 3-8 y la sección típica presentada en el plano en planta de la vía disponible en el ANEXO_3_3_PLANO_VIA_SUBESTACION. Se realizarán las excavaciones de la vía a nivel de subrasante, una vez la calzada se encuentra conformada se iniciará la actividad de colocación de la base y la sub-base, y se construirán las cunetas. Como se mencionó previamente, los taludes que se generen por los cortes y llenos se manejarán, igual que para la subestación, mediante las pendientes dadas por el estudio de suelos y empradizado para evitar la erosión. No se requieren obras de protección adicionales (como muros de contención, gaviones, concreto lanzado, etc.). Ver en el numeral 3.2.3.1.1 los detalles del Método constructivo de la vía de acceso a la Subestación Carrieles.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

3.2.3.1.2.7 Tecnologías, equipos y maquinarias a utilizar para el desarrollo del proyecto

A continuación, se presenta una relación de la tecnología y los equipos y maquinarias que se requerirán en la construcción y montaje del proyecto y su infraestructura asociada.

Para las labores descritas en los numerales anteriores, principalmente para las relacionadas con actividades de cimentaciones, montaje de infraestructura y tendido del cable conductor, se necesita de una serie de equipos y tecnologías a emplear. Desde la Tabla 3-22 a la Tabla 3-24 se describen las tecnologías a emplear en las actividades constructivas más relevantes.

Tabla 3-22. Tecnologías a emplear en la actividad de cimentación

Equipo	Descripción
Retroexcavadora	Excavaciones y transporte de material
Camión tipo turbo	Transporte de material, equipos y herramientas
Volqueta	Transporte de materiales
Otros equipos	Minicargador tipo bobcat y vibrocompactador tipo canguro

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Tabla 3-23. Tecnologías a emplear en la actividad de montaje de infraestructura

Equipo	Descripción
Camión grúa	Transporte de material, equipos y herramientas
Equipos de montaje	Equipos como pluma y malacate para el izaje de elementos pre-armados y armado de la estructura para su ensamble
Otros	Herramienta menor y equipos de trabajo en alturas

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Tabla 3-24. Tecnologías a emplear en la actividad de tendido del conductor

Equipo	Descripción
Camión grúa	Transporte e izaje.
Malacate y freno	Son equipos de tensión controlada para el halado de manila, guaya, conductor y cable de guarda.
Poleas	Elementos utilizados como guía en el tendido, sobre los cuales se desplaza el conductor y el cable de guarda.
Empalmadora	Se utiliza para realizar empalmes entre segmentos de conductor o guarda.
Antenalla	Equipo de sujeción utilizado para retener el cable mientras se realizan los empalmes y grapas.
Puestas a tierra	Elemento de protección utilizado en el tendido donde exista riesgo eléctrico.
Alzabobina y portabobina	Elemento que facilita el transporte, des-embobinado y embobinado de manila, pescante, guaya, conductor y cable de guarda.
Diferenciales de 1 a 10 toneladas	Elemento de izaje.
Otros	Herramienta menos y equipos de trabajo en alturas.

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos

A continuación, se presenta el estimativo de maquinaria y equipos relacionados con la línea de transmisión, la vía de acceso y la subestación Carrieles a 230 mil voltios del proyecto. Ver Tabla 3-25 y Tabla 3-26.

Tabla 3-25. Estimativo de maquinaria y equipos de la línea de transmisión

Equipo	Unidad	Cantidad
Retroexcavadora	Und	1
Camión grúa	Und	1
Equipos de montaje	Und	1
Malacate	Und	1
Freno	Und	1
Poleas	Und	50
Pescante	Und	100
Manila	km	3
Herramientas de tendido	Juegos	5
Plantas eléctricas	Und	2
Mezcladoras	Und	2
Vibrocompactadores	Und	5
Vibradores de concreto	Und	5

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Tabla 3-26. Estimativo de maquinaria y equipos de la subestación y su vía de acceso

Descripción	Unidad	Cantidad
Retroexcavadora oruga	Und	1
Retroexcavadora pajarita	Und	1
Vibrocompactador	Und	1
Volquetas	Und	4
Carrotanque	Und	1
Motoniveladora	Und	1
Equipo topografía	Und	2
Andamios	M3	150
Grúa	Und	1
Mezcladora	Und	2
Vibrador concreto	Und	6
Estibadora	Und	2
Equipo soldadura	Und	1
Herramienta menor	Gl	1

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

3.2.3.1.2.8 *Volúmenes estimados de descapote, corte, relleno y excavación especificados por tipo de obra y/o actividad*

En la Tabla 3-27, Tabla 3-28 y Tabla 3-29, se relacionan los volúmenes estimados para las obras civiles a realizar para la construcción del proyecto.

- Línea de transmisión 230 mil voltios

Tabla 3-27. Movimientos de tierra proyectados para las obras de la línea de transmisión

Actividad	Cantidades
Descapote (m ²)	25.000
Corte (m ³)	300
Lleno (m ³)	1.500
Excavación (m ³)	1.950
Concreto (m ³)	536
Solado (m ³)	32
Acero de refuerzo (kg)	41.572
Volumen de agua (m ³)	70
Área intervenir en sitio detorre (m ²)	11.250
Área plazas de tendido(m ²)	1.900

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

- Subestación Carriles a 230 mil voltios

Tabla 3-28. Movimientos de tierra proyectados para las obras de la subestación

Actividad	Subestación Carrieles a 230 mil voltios
Adecuación del terreno	
Descapote (m ²)	19.000
Corte (m ³)	26.000
Lleno (m ³)	12.000
Cimentaciones de edificaciones	
Excavación (m ³)	150
Lleno (m ³)	100
Cimentaciones de equipos	
Excavación (m ³)	450
Lleno (m ³)	250
Cimentaciones de pórticos	
Excavación (m ³)	41.572
Lleno (m ³)	70

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

- Vía de acceso a la Subestación Carriles a 230 mil voltios

Tabla 3-29. Movimientos de tierra proyectados para las obras de la vía de acceso a la subestación

Descripción	Cantidad
Vía de acceso ancho 6 m (m ²)	2.858,26
Volumen corte (m ³)	2.747,88
Volumen relleno (m ³)	1.084,60
Base granular e=20 cm (m ³)	571,65
Sub-base granular e=25 cm (m ³)	714,57
Descapote e=25 cm (m ³)	714,57

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

3.2.3.1.2.9 Obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos

Es importante mencionar que el trazado del proyecto no cruza áreas urbanas o de expansión de los municipios a lo largo de su recorrido. Asimismo, el trazado del proyecto no afectará redes de servicios, ni viviendas de los municipios a lo largo de la servidumbre de la línea ni el polígono de la Subestación Carriles a 230 mil voltios.

3.2.3.1.2.10 Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables para cada una de las actividades asociadas al proyecto

- Infraestructura de suministro de agua

Para el desarrollo del proyecto Interconexión Carriles a 230 mil voltios no se contempla hacer uso de las fuentes hídricas, por lo que no se requerirá concesiones de agua.

En consecuencia, para la ejecución de las obras civiles del proyecto se comprará el agua a terceros que cuenten con las autorizaciones y permisos respectivos, incluyendo la respectiva concesión de aguas para uso industrial.

En los Informes de Cumplimiento Ambiental, se indicará tanto la cantidad de agua comprada a terceros autorizados por la Autoridad Ambiental respectiva y los volúmenes totales utilizados por el proyecto, con el objeto de que la ANLA pueda establecer la cantidad del recurso utilizado, de acuerdo con los permisos otorgados y las obligaciones derivadas de estos.

El agua potable para consumo humano se proveerá en contenedores tipo dispensador o botellas/bolsas individuales y será comprada a proveedores que cuenten con el respectivo registro sanitario INVIMA.

Sin embargo, se estima un volumen de 30 m³ para la construcción de la línea transmisión y un volumen de 450 m³ de agua industrial para la construcción de la Subestación Carriles a 230 mil voltios. El transporte del agua a los frentes de obra será realizado por medio de carro tanques y para la cimentación de las torres serán utilizados tanques de capacidad de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

500 o 700 galones (1,9 m³ a 2,7 m³), halados por un vehículo como camioneta 4x4 o con un tractor agrícola. Aquellos sitios donde la accesibilidad no permita el paso de dichos vehículos, el transporte será mediante acarreo en semovientes teniendo en cuenta cargas, jornadas y condiciones adecuadas.

Respecto al agua para consumo humano, durante la construcción el consumo doméstico será de 74,36 m³ para la subestación y 21,32 m³ para la línea de transmisión; y en operación será de 4.745,0m³; el volumen para las fases de construcción y operación será adquirido en contenedores tipo dispensador, en bolsa o en garrafón, con proveedores y establecimientos comerciales que cuenten con el respectivo registro sanitario INVIMA.

3.2.3.1.2.11 *Sistemas y fuentes de generación de energía en las diferentes fases del proyecto*

Los sistemas y fuentes de generación de energía se tendrán de la siguiente manera:

El suministro de energía eléctrica durante la fase de construcción busca prever todas las medidas necesarias de un servicio que no provoque interrupciones en las obras. Para ello se empleará básicamente generadores de energía y plantas de energía portátil, que alimentan el patio de almacenamiento y la subestación, estos equipos utilizan como combustible ACPM, el cual se almacenará en tanques de combustible debidamente confinados y/o autocontenidos.

En fase de operación el suministro de energía será mediante tres (3) fuentes:

- Grupo electrógeno incluido dentro de los diseños detallados de la subestación.
- Conexión al transformador de EPM.
- Red de media tensión: La acometida de media tensión se ajustará a lo solicitado por el RETIE y a lo especificado en los proyectos tipo de EPM E.S.P. Según aplique:
- Líneas aéreas de media tensión desnuda. (S/A)

Para el presente proyecto se plantea [la instalación de dos transformadores con capacidad de 300 kVA tipo pad mounted, para servicios generales de la subestación Carrieles, para ello se proyecta un tramo de red aérea de media tensión a 13,2 kV y en la parte exterior aledaña a la subestación se instalará un poste de transición de cable desnudo a cable aislado XLP de 15 kV que llegará a una caja de paso y mediante ductos hasta el transformador de servicios auxiliares.](#)

El circuito de derivación se hará desde el punto de conexión designado por EPM, el circuito se construirá paralelo a la vía de acceso con una longitud estimada de 460 m en apoyos de poste de concreto y estructuras normalizadas EPM, se deberá contar con equipo de medida para facturación con el operador de red.

Para el cálculo de las acometidas se considera una caída de tensión de 3% según requerimiento del RETIE, considerando un factor de temperatura de 0,94 para temperaturas en rangos 31 – 35 °C, los Conductores eléctricos a 75°C y regulación por caída de tensión y constantes de conductores según material. Para el cálculo de protecciones se consideraron todos los requerimientos exigidos por la NTC 2050 en sus capítulos de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

alimentadores, así como la coordinación de las mismas y su comportamiento frente a condiciones de cortocircuito.

Ver, además, numeral 3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

3.2.3.1.2.12 Relación estimada de los insumos, residuos domésticos y no domésticos a generar en la fase de construcción.

Ver numerales 3.2.4 Insumos del Proyecto y 3.2.6. Residuos Peligrosos y no Peligrosos.

3.2.3.1.2.13 Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción, así como los posibles sitios de disposición final

Ver numeral 3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición.

3.2.3.1.2.14 Volumen estimado de materiales reutilizables

No aplica al presente proyecto.

3.2.3.1.2.15 Infraestructura preexistente y su relación con las obras propuestas

Ver numeral 3.2.3.4 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.

3.2.3.1.2.16 Descripción general de las redes de servicios interceptadas por el proyecto (eléctricas, acueductos, alcantarillados, oleoductos, poliductos, gasoductos, distritos de riego y de tecnología de la información)

Ver numeral 3.2.3.4 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.

3.2.3.2 Operación y mantenimiento

La entrada en operación de la Interconexión Carrieles a 230 mil voltios será el 17 de enero de 2026 una vez realizado el montaje y energizada la línea de transmisión.

Durante la fase de operación y mantenimiento, además de la transmisión de energía eléctrica y subestación, la actividad de mantenimiento electromecánico estará conformada por labores que deben ejecutarse para mantener en las condiciones óptimas y los estándares de calidad la línea; estas actividades implícitas esta fase son: mantenimiento de la infraestructura física, sistemas de seguridad, monitoreo a la servidumbre, y en general todos y cada uno de los componentes del proyecto (subestación y línea).

Con respecto a la línea de transmisión se realizarán recorridos de inspección periódicos para verificar el estado de los componentes: Estructuras, conductores y cables, tierras y demás componentes. Como parte del mantenimiento preventivo de la línea se realizará un control de estabilidad de sitios de torre y obras de recuperación y conservación de infraestructura eléctrica (de acuerdo con los resultados de la inspección).

Durante todo el periodo operativo se deben evitar y controlar los acercamientos de vegetación con los componentes del sistema y garantizar que se conserven las distancias de seguridad establecidas. Para esto se contará con programas de despeje en la

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles de acuerdo a lo establecido en el plan de manejo ambiental.

En fase operativa, se contempla también el uso de aeronaves (no tripuladas tipo drones) que facilitan y son más seguras para llevar a cabo ciertas labores innovadoras de reparación, mantenimiento o monitoreo de las líneas de transmisión (por ejemplo: casos de emergencia o contingencias que requieran cambios de estructuras o de cables, lavados, trabajos con tensión, etc.).

La implementación del Plan de Mantenimientos considera los programas predictivo, preventivo y correctivo, con los alcances descritos a continuación.

- **Mantenimiento predictivo**

Es la determinación del estado de los equipos en operación. El concepto se basa en que cada equipo dará un tipo de aviso antes de que falle y este mantenimiento trata de percibir los síntomas para implementar las acciones correspondientes.

- **Mantenimiento preventivo**

En la línea de transmisión se hará periódicamente una inspección general pedestre, que consiste en la revisión visual de la torre; también se realizará la revisión visual detallada de las cadenas de aisladores, de los herrajes, de cables conductores y de guarda, de las conexiones a tierra, y de los componentes de la torre para la búsqueda de elementos con corrosión, elementos con deformación, elementos sueltos o elementos faltantes.

Se harán inspecciones visuales del terreno en sitios de torre y obras civiles en un radio aproximado de 50 m del centro de la torre para determinar posible presencia de formación de cárcavas, surcos, erosiones, aguas superficiales, empozamientos, deslizamientos, movimiento del terreno, grietas y hundimientos en sitio de torre. Adicionalmente, se incluirá la revisión del estado de las obras de protección.

Se inspeccionará el corredor de servidumbre para identificar la vegetación dentro de la franja en riesgo inmediato o futuro de acercarse a los conductores, dicha tarea incluye la identificación de la especie, la localización con respecto al eje y la torre, la distancia de la copa del árbol al conductor y las medidas para estimar el volumen o el área de la vegetación a intervenir, reporte de datos a las personas de contacto.

También se harán inspecciones por fuera del corredor de servidumbre, para visualizar la vegetación fuera de la franja establecida, identificando los individuos en riesgo inmediato o futuro de caer y/o acercarse a los conductores y la medición de la distancia a los mismos. Esta actividad incluye la identificación de la especie, la localización con respecto al eje y la torre, la distancia de la copa de árbol al conductor y las medidas para estimar el volumen o el área de la vegetación a intervenir, reporte de datos de propietario del predio o personas de contacto.

Otras actividades serán la medición de resistencia de puesta a tierra, medición de distancias fase – tierra, medición termográfica, entre otras.

- **Mantenimiento correctivo**

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Comprende las reparaciones e instalaciones de cables, cadenas de aisladores, puestas a tierra, señalizaciones, herrajes, para el caso de la línea de transmisión, así como el mantenimiento de las obras de protección menores, de servidumbres y reparación de torres. En relación con el funcionamiento de la Subestación se deberá realizar mantenimiento correctivo en los casos en que se identifiquen fallas o alertas de estas, para prevenir incidentes dentro de la planta de generación. Dentro de las principales acciones a realizar estará el mantenimiento de equipos y herramientas, actividad que se programará para efectuarse de acuerdo con el operador, debiéndose incluir equipo, personal de maniobra y de seguridad. En la Línea de transmisión las acciones de mantenimiento correctivos serán: la instalación o reparación de puestas a tierra, cambio cadenas de aisladores, reparación o cambio cables conductores y de guarda, instalación o cambio de desviadores de vuelo, cambio o ajuste de herrajes, construcción y mantenimiento de obras de protección, instalación de elementos estructurales, aplicación de recubrimientos, y también el montaje, desmontaje y reparación de torres, entre otras.

3.2.3.3 Infraestructura asociada al proyecto

Para el proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios, se proyecta adecuar zonas de uso temporal dentro del área a licenciar, las cuales consistirán en áreas destinadas a la instalación de oficinas y almacenamiento de herramientas, empleando contenedores. De acuerdo con las condiciones de la zona, para esta actividad, no se requiere realizar ningún tipo de nivelación del terreno, así mismo, no se requiere la construcción y/o adecuación de campamentos para el alojamiento de personal o preparación de alimentos; en contraste, se realizará aislamiento del sitio y despeje o rocería en caso de haber maleza o individuos presentes en la zona.

Campamentos: Para la construcción y operación del proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios no es necesario la construcción o adecuación de campamentos permanentes o transitorios, debido a que los servicios relacionados con alimentación y hospedaje serán adquiridos en el área de influencia del proyecto, en lo posible en inmediaciones de los sitios de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior, no se considera realizar movimientos de tierra, ni la construcción de redes de drenaje, puesto que dichas instalaciones contarían con los servicios públicos domiciliarios prestados por las respectivas empresas de servicios públicos.

Patio de almacenamiento: Para el proyecto se considera un (1) patio de almacenamiento en el cual se acopiarán los materiales requeridos durante la fase de construcción, [el acopio de residuos y productos químicos](#). Una vez los materiales estén en el patio contarán con custodia y buen trato, de tal forma que se instale en las condiciones adecuadas de operación de acuerdo con las especificaciones de construcción y montaje.

El patio de almacenamiento es el lugar destinado para la recepción de equipos y materiales, al tiempo que permite almacenar y distribuir dichos componentes, en él se tienen las diferentes herramientas, equipos, vehículos y materiales requeridos durante la fase de construcción.

Esta instalación de apoyo temporal contará con una (1) bodega cerrada o contenedores para almacenamiento de herrajes, accesorios de fibra óptica y elementos de valor en

general. De acuerdo con la estrategia constructiva, se definirá la forma de realizar el transporte de materiales a cada uno de los sitios de torre.

También se encontrará dotado con oficinas que generalmente estarán formadas por contenedores modificados, caseta de vigilancia, entre otros aspectos que permiten las labores cotidianas del patio.

La ubicación de este patio será estratégica, para ello se utilizará el predio seleccionado para la subestación, en donde se permita el ingreso de vehículos pesados (volquetas, grúas, tractocamiones, entre otros) y realizar las maniobras de cargue y descargue. Se prevé un área total de aproximadamente **19.591,72 m² (1,96 ha)** para el patio. Generalmente, este patio estará encerrado con morones de concreto, alambre de púas y poli sombras.

Tabla 3-30. Patio de almacenamiento en el área del proyecto

ID Plaza	Coordenadas (CTM12)	
	Este	Norte
P1	4702680,48	2201022,31
P2	4702575,76	2200939,54
P3	4702483,38	2201055,21
P4	4702594,85	2201135,18

Fuente: SAG, 2024 con información de ISA INTERCOLOMBIA

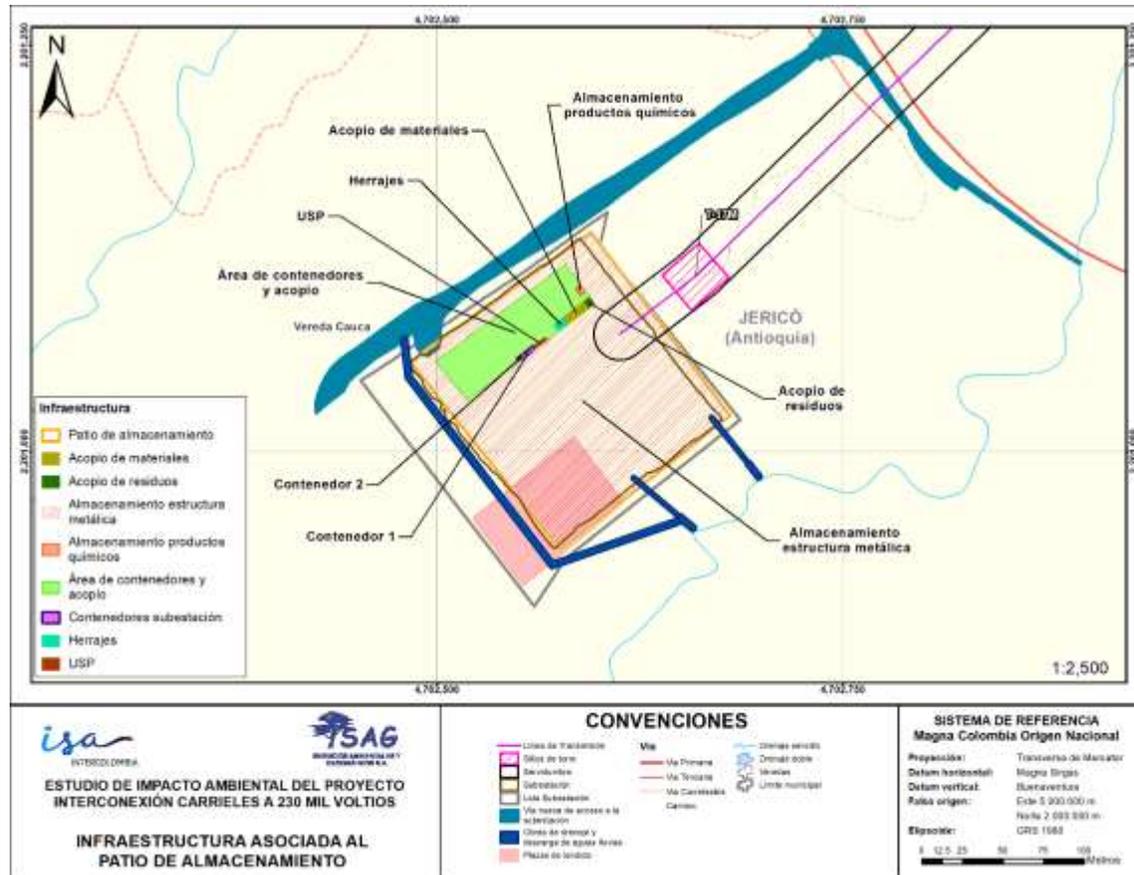


Figura 3-27. Patio de almacenamiento

Fuente: SAG, 2024

El patio estará a cargo de personal capacitado para desarrollar la función de encargado del patio (o patiero) y bodeguero según responsabilidades, además de un personal que se encargará de la recepción, clasificación y despacho de estructura.

No se contemplan instalaciones de apoyo adicionales, debido a que los servicios relacionados con alimentación y hospedaje serán adquiridos en el área de influencia del proyecto, en lo posible en inmediaciones de los sitios de trabajo.

Plantas de procesos: Para la ejecución de las diferentes fases del proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios, específicamente las relacionadas con su construcción, no se plantea el emplazamiento y operación de plantas de procesos, ya que los materiales se obtendrán de canteras o sitios de explotación de materiales de arrastre con todas las autorizaciones de acuerdo con la normativa ambiental y minera vigente.

Plazas de tendido: Ver numeral 3.2.3.1.2.5.1 Línea de Transmisión 230 mil voltios.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Infraestructura de drenaje: Ver numeral 3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Infraestructura de geotecnia: Ver numeral 3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Infraestructura de suministro de energía: Ver numeral 3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

Infraestructura de suministro de agua: Ver numeral 3.2.3.1.2.5.2 Subestación Carrieles a 230 mil voltios.

3.2.3.4 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Para la implantación del proyecto no es necesario trasladar ninguna infraestructura ni modificar ninguna red de servicio, únicamente será indispensable considerar su presencia en los diseños de la línea de transmisión, asimismo proteger algunas estructuras existentes, como se describe a continuación:

3.2.3.4.1 Proyecto Autopista Conexión Pacífico 2

Proyecto vial Autopista Conexión Pacífico 2. Vía que se encuentra localizada a la margen izquierda del río Cauca y comunica La Pintada con Bolombolo. *“Hace parte del primer grupo de concesiones viales de 4ª Generación de las denominadas Autopistas de la Prosperidad. Incluye la construcción, mantenimiento y operación de la nueva vía La Pintada – Bolombolo y la rehabilitación, mantenimiento y la operación de la vía La Pintada – Primavera”*⁵.

Entre las ventajas para el proyecto Interconexión Carrieles a 230 mil voltios, al ubicarse cerca de la vía primaria La Pintada – Bolombolo se tiene:

- Buen acceso a las obras
- Facilidad para el transporte de recursos y materiales
- Seguridad en los sitios cercanos
- Valorización del proyecto

Vale mencionar que las torres 13M, 14M, 15 M y 17 M son las estructuras más cercanas a la Autopista Conexión Pacífico 2 (ver Figura 3-28).

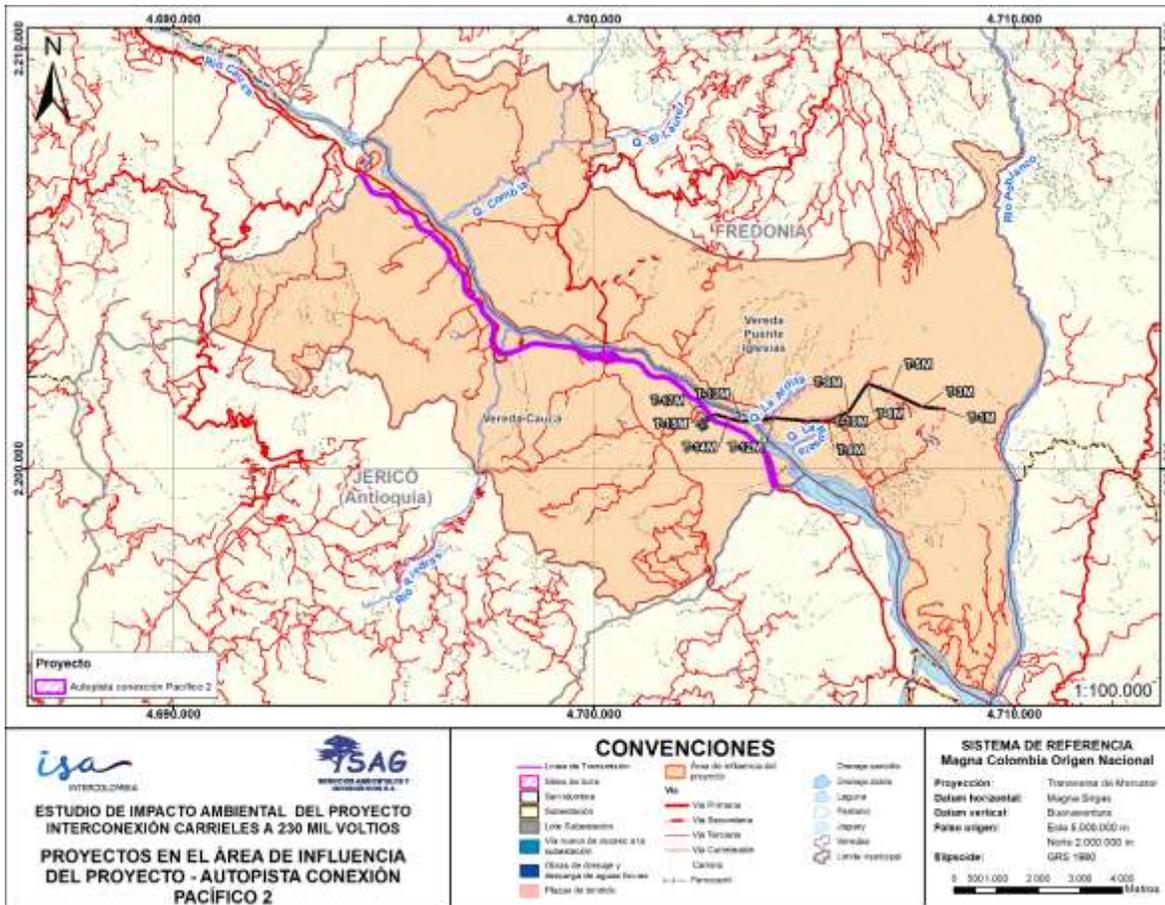


Figura 3-28. Relación del AI y la Interconexión Carreiles con la Autopista Conexión Pacífico 2

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.2 Línea de transmisión Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV

La línea de transmisión Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV del operador INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A. E.S.P. ISA a la cual se tiene proyectada la conexión con el proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios, en la torre de retención (torre 79).

Entre las ventajas que tiene derivarse de una torre de retención (torre 79) se destacan:

Debido a al fenómeno súbito de deslizamiento del terreno en la región de Fredonia (Antioquia) vereda Puente Iglesias, se ocasionó el colapso de las torres 72, 73, 74, 75 y 76 de la línea existente Ancón Sur – La Esmeralda a 230 kV. Como solución definitiva, se construyó una variante de 4,2 km entre torres 71 y 79 en la zona que presenta mejores condiciones de estabilidad correspondiente al cordón montañoso al oeste de la zona desestabilizada. Es importante aclarar, que el sitio de torre 79 fue el que se detectó suficientemente estable para garantizar la operación segura de la línea de transmisión

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV. Por esto, como mejor opción técnica, se considera que la derivación de la línea existente para el proyecto a desarrollar se podrá realizar desde la torre 79, involucrando las medidas pertinentes de seguridad en cuanto al componente de estabilidad.

- Al ser de retención la torre 79 de la línea existente Ancón Sur – Esmeralda II 230 kV, no es necesario desmontar y construir una nueva torre para hacer la derivación que se requiere para el nuevo proyecto a desarrollar “Interconexión Carrieles a 230 mil voltios”.
- Es una estructura emplazada en el año 2009 y, por tanto, los materiales están en buen estado para realizar la conexión.
- Es una zona viable por el tipo de terreno.

En el proceso de construcción del proyecto, y específicamente en la actividad de tendido de conductores de fase y de cable de guarda, se verificarán todos los cruces con vías y líneas eléctricas existentes que se deban proteger. Esta protección se realizará mediante la construcción de pórticos de madera o metálicos y su función es la de impedir que los pescantes caigan sobre las vías o líneas existentes en el momento de realizar la riega.

Una vez estén regados los pescantes, se inicia la actividad de tendido de los cables de conductor de fase y de guarda. Este tendido se realiza mediante el método de tensión controlada, es decir, una vez iniciado el tendido, los cables siempre van por encima de los pórticos, los cuales permanecerán en todo el proceso en caso de alguna contingencia. Una vez terminado el tendido de los cables, los pórticos de protección son retirados y ubicados en otros sitios donde sean requeridos.

Tal como se aprecia en la Figura 3-29, sólo la torre 1M de la Interconexión Carrieles a 230 mil voltios tiene relación directa con la Línea de Transmisión Ancón Sur – Esmeralda 230 kV.

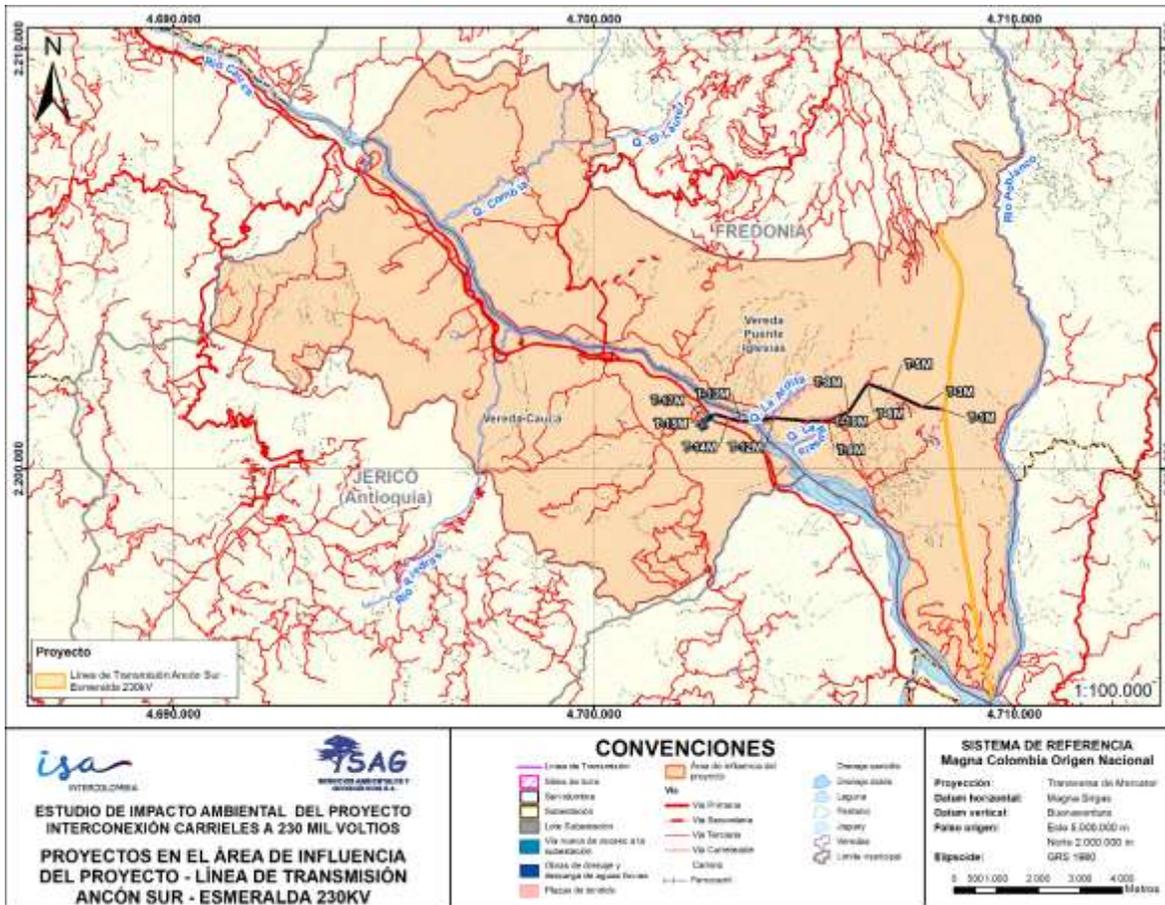


Figura 3-29. Relación del AI y la Interconexión Carreles con la Línea de Transmisión Ancón Sur – Esmeralda 230 mil voltios

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.3 Proyecto Minera de Cobre Quebradona

En inmediaciones del área donde se construirá la Subestación Carreles a 230 mil voltios, en la margen izquierda del río Cauca, se proyectaba la infraestructura del proyecto Minera de Cobre Quebradona, propiedad de AngloGold Ashanti y del operador Minera de cobre Quebradona, proyecto asociado al expediente LAV0001-00-2020 y que al momento de elaboración del presente EIA se encuentra archivado por la Autoridad Ambiental competente ANLA, no obstante, en el área de influencia genera expectativas, por ende, se considera en el presente estudio.(ver Figura 3-30).

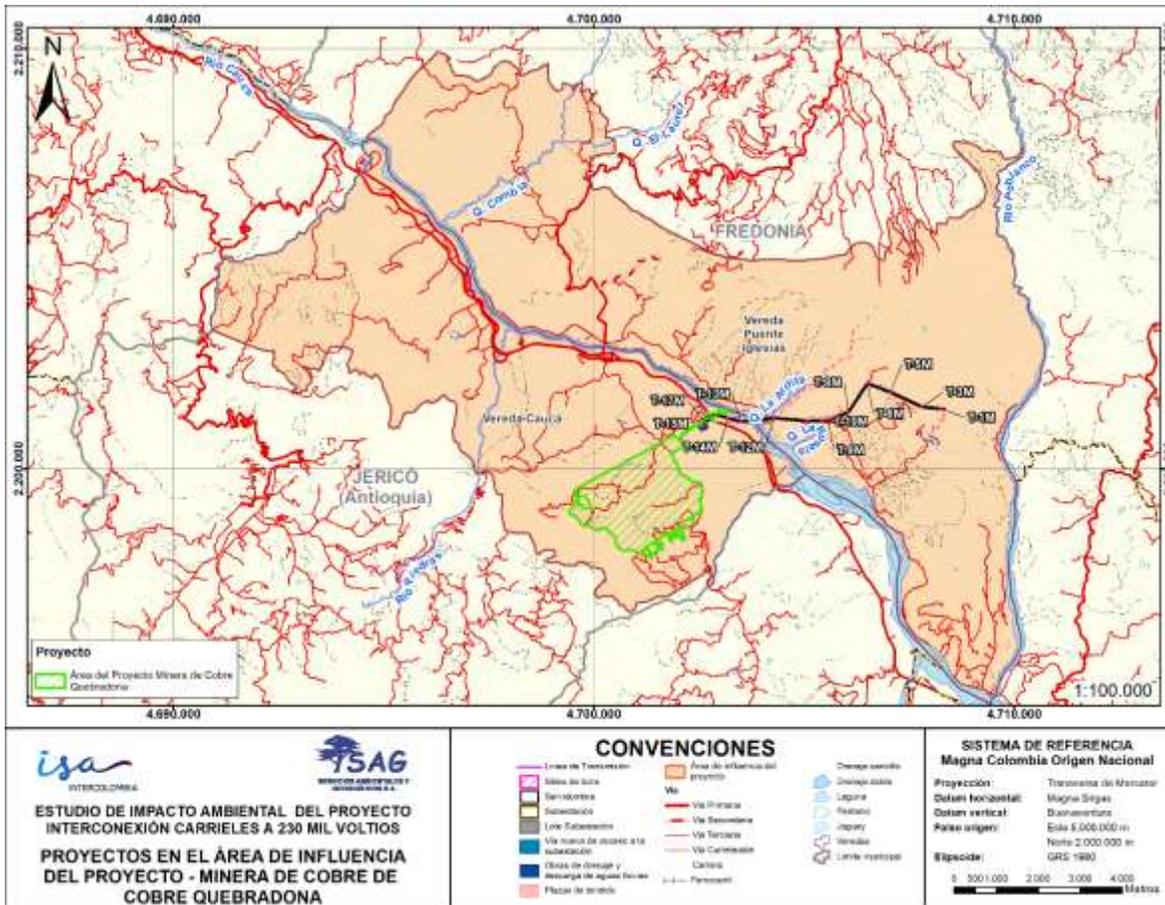


Figura 3-30. Relación del AI y la Interconexión Carreles con el proyecto Minera de Cobre Quebradona

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.4 Proyecto Poliducto Sebastopol – Medellín – Cartago

En el costado oriental del área de influencia se ubica el poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago del operador CENIT Logística y Transporte de Hidrocarburos S.A.S., dicho poliducto no se superpone con el proyecto Interconexión Carreles a 230 mil voltios. (ver Figura 3-31).

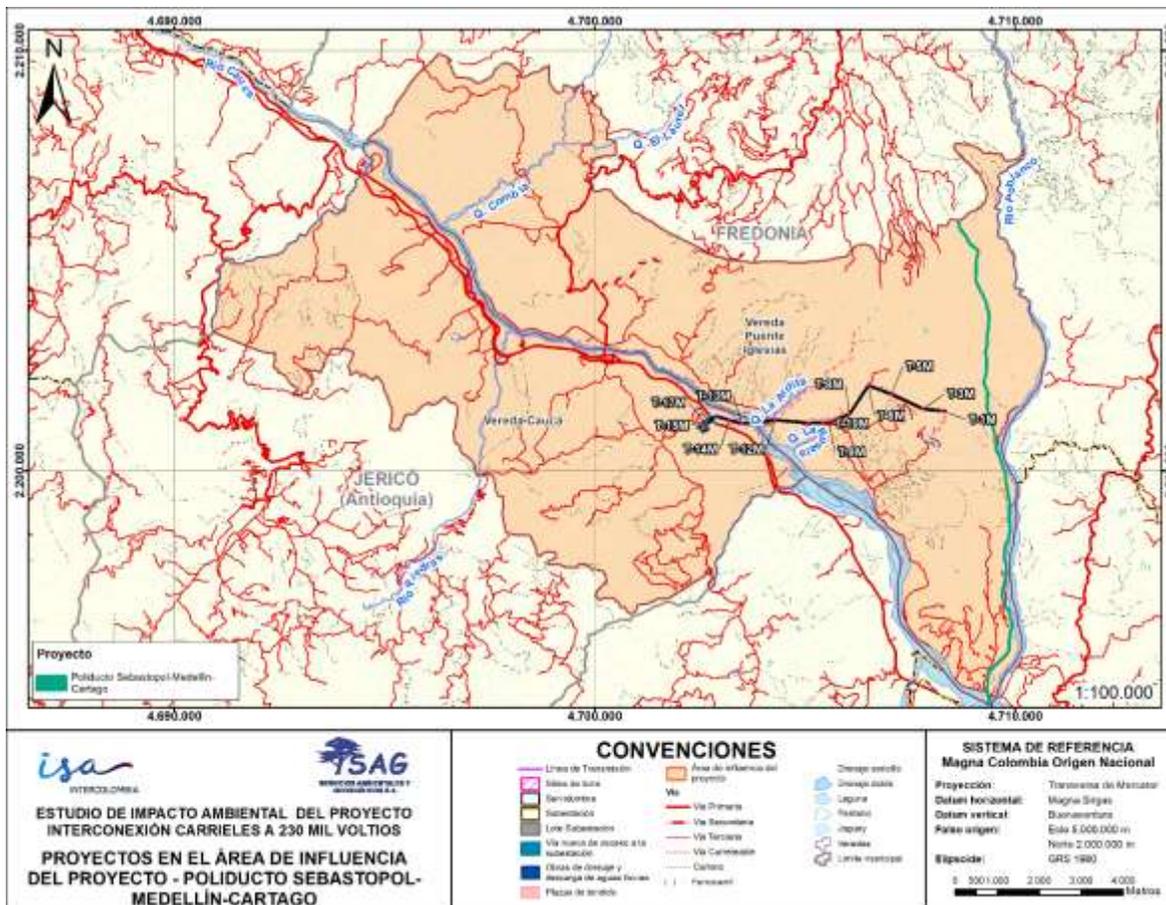


Figura 3-31. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con el proyecto Poliducto Sebastopol – Medellín – Cartago

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.5 Subestación Carrieles 110/44/13.2 kV

Proyecto de transmisión de energía propiedad de EPM (ver [Figura 3-32](#)), cuenta con licencia ambiental otorgada por CORANTIOQUIA mediante Resolución N°040-RES2312-6821 del 21 diciembre 2023, y comprende la construcción de:

- i. La conexión de la Subestación Carrieles con autotransformadores de 60 MVA – 220/110 kV.
- ii. Una configuración de barra principal más transferencia en 110 kV, instalando un transformador 45/60 MVA - 110/44 kV y una configuración de barra sencilla en 44 kV, además de un transformador 16/20 MVA - 44/13.2 kV.
- iii. Edificio de control y la instalación de nuevas celdas 13.2 kV.
- iv. La conexión a las líneas de transmisión hacia Amagá e Hispania a 110 kV para conformar los corredores Carrieles - Amagá y Carrieles – Hispania a 110 kV.

También, la conexión a las líneas de transmisión hacia Jericó 44 kV y Fredonia a 44 kV.

Si bien este proyecto de EPM no se superpone con el proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios, si está relacionado con éste desde la convocatoria de la UPME 03-2021, por ende, se considera relevante este análisis en el presente estudio.

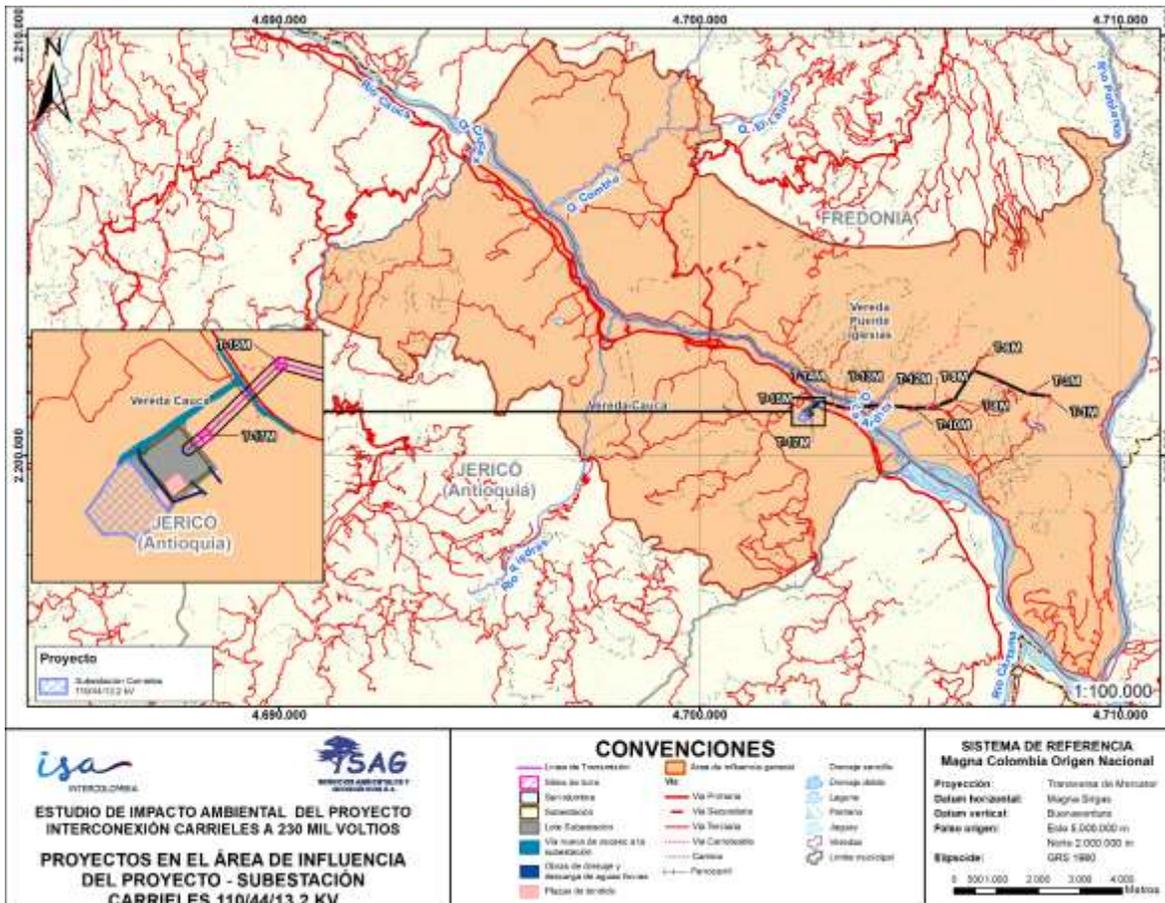


Figura 3-32. Relación del AI y la Interconexión Carreiles con la Subestación Carreiles 110/44/13.2 kV

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.6 Proyecto Multipropósito Agua Fresca

Proyecto hidroeléctrico propiedad de la empresa Energía del Río Piedras S.A. E.S.P., esta central hidroeléctrica cuenta con tres puntos: captación, generación y planta de tratamiento y tiene una capacidad de generación de energía de 7,5 MW.

El mencionado proyecto no se superpone con el proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios.

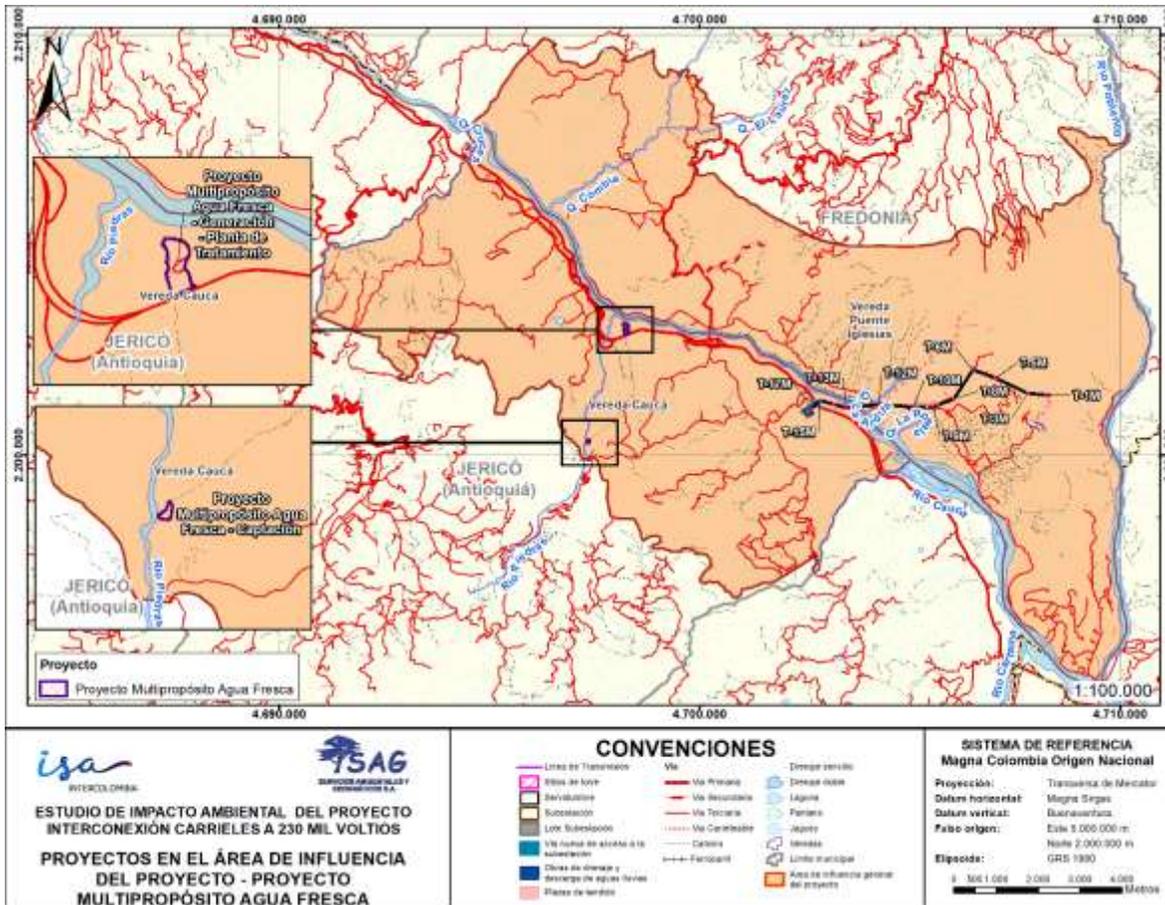


Figura 3-33. Relación del AI y la Interconexión Carriels con el Proyecto Multipropósito Agua Fresca

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.7 Parcelación Pueblo Cauca Viejo P.H

El pueblo Cauca Viejo fue fundado en 1998, actualmente opera como una urbanización privada, residencial y turística, conformada por el Hotel De Cauca Viejo Fundadores y alrededor de 190 casas privadas. Esta parcelación no se superpone con el proyecto Interconexión Carriels a 230 mil voltios.

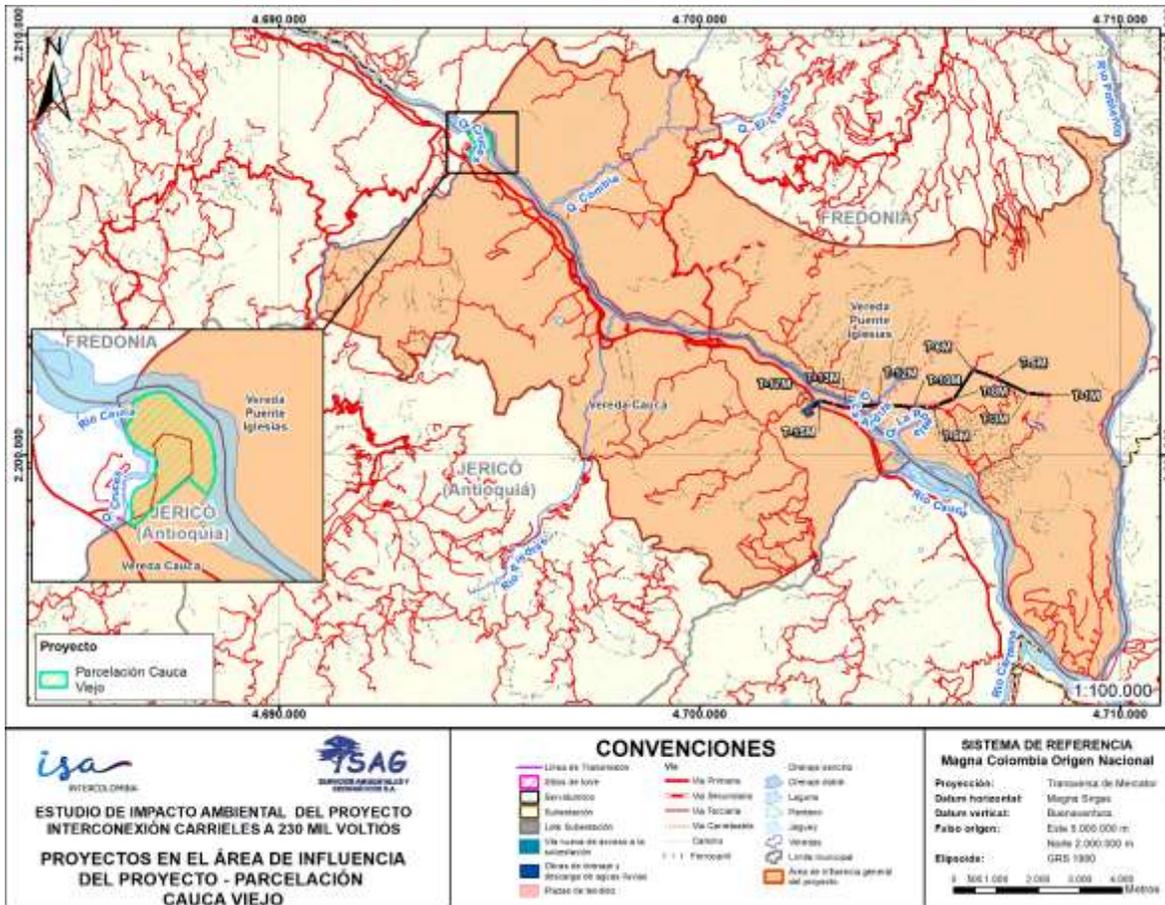


Figura 3-34. Relación del AI y la Interconexión Carrieles con la Parcelación Pueblo Cauca Viejo P.H

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.4.8 Títulos Mineros

Finalmente, es importante mencionar que existen varios títulos mineros y solicitudes vigentes, información obtenida a partir de consultas en la página Web de la Agencia Nacional de Minería (ANM), ver Figura 3-35. Además, el listado con el área completa de los títulos está disponible en el ANEXO_3_4_TITULOS_MINEROS.

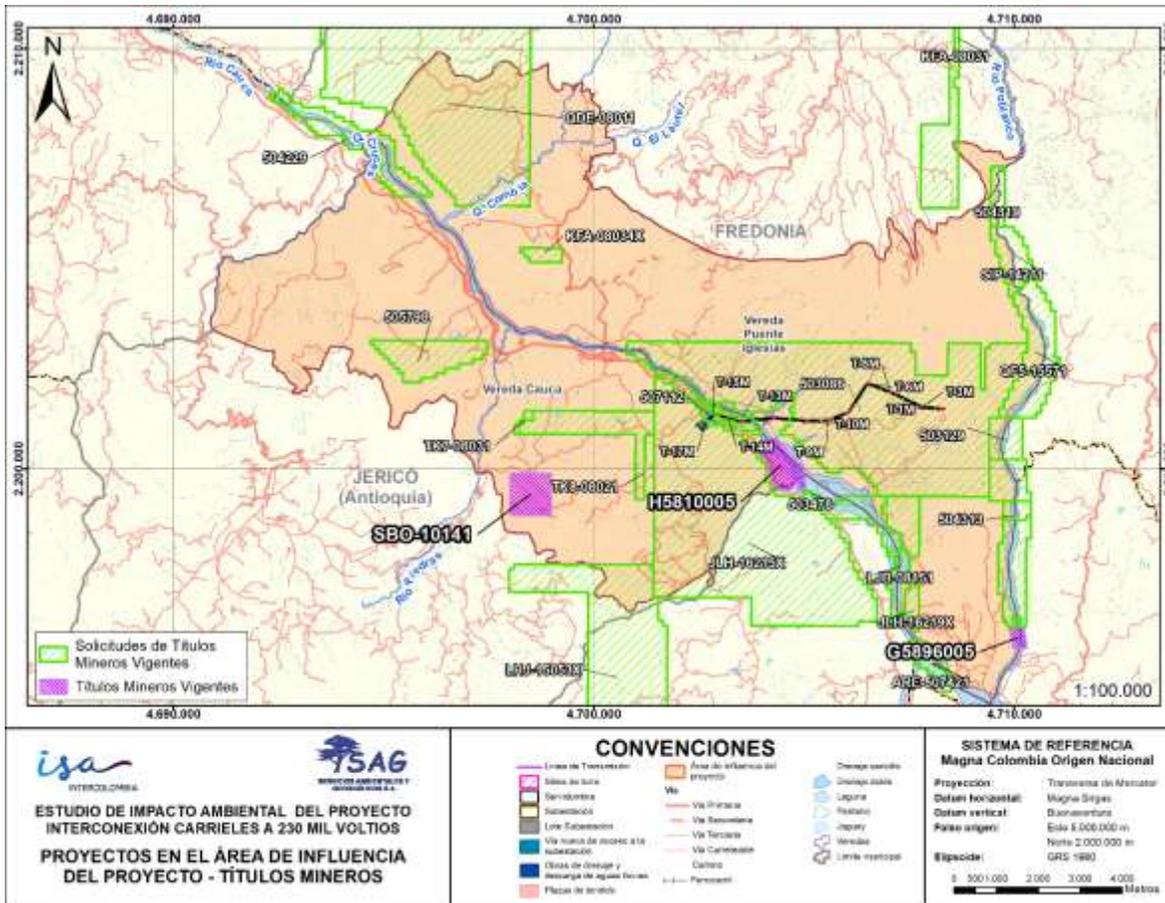


Figura 3-35. Relación del área de influencia y el proyecto Interconexión Carreiles a 230 mil voltios con Títulos Mineros y solicitudes de la región

Fuente: SAG, 2024

3.2.3.5 Desmantelamiento y Abandono

La fase de desmantelamiento y abandono tendrá lugar en caso de que el proyecto de interconexión requiera ser suspendido debido, posiblemente, a la terminación del ciclo de vida, la relación costo - beneficio del proyecto que justifique su desmantelamiento, o si la modernización, repotenciación y/o ampliación sea menos favorable que la construcción de un nuevo proyecto. En caso de un eventual desmantelamiento, se deberá proceder de acuerdo con las siguientes actividades:

- Retiro y desmonte de la infraestructura de la línea y subestación: corresponde a la desinstalación de todos aquellos equipos, materiales y estructuras que sirvieron para el desarrollo de las actividades de transporte de energía eléctrica. Esta actividad comprende:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	
		Rev. No.: 4 2024-08-07

- Desmonte de los equipos de la subestación y retiro del cableado.
- Desmonte del conductor, es decir, retirar los conductores y los cables de guarda de las estructuras que los soportan.
- Desvestida y desarme de torre, con el retiro de aisladores, herrajes y otros accesorios instalados en la torre, así como el desarme total de la estructura.
- Demolición de cimentaciones: consiste en demoler las cimentaciones de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios, de los pedestales de torres, es decir, de todas y cada una de las fundaciones de las estructuras del proyecto, hasta una profundidad que permita garantizar que no quedará evidencia de la demolición; también incluye el retiro de todo el material producto de la demolición (residuos de construcción y demolición).
- Restauración de los sitios de torre de la línea de transmisión: el alcance de esta actividad será dejar la zona, por lo menos, en condiciones similares a las encontradas antes de su construcción, comprende el relleno, compactación, empradizarían de toda el área en armonía con el paisaje adyacente.

3.2.4 Insumos del Proyecto

Los materiales pétreos y granulares necesarios en la construcción de las obras, se obtendrán de sitios autorizados, como la Cantera San Lorenzo, ubicada en el km 2,3 vía La Pintada – Aguadas, a 20 minutos aproximadamente del lote de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios donde se contará con el patio de almacenamiento. También se podrá utilizar la Cantera Peñalisa S.A. (ver ANEXO_7_10_CANTERAS_AUT).

Asimismo, se podrán adquirir de otros sitios autorizados que en fase de construcción del proyecto que cuenten con:

- Licencia ambiental vigente de la cantera (nacional o regional).
- Autorización vigente de la Agencia Nacional Minera (ANM) para la cantera y certificado de origen del material
- Título Minero registrado y vigente.
- Certificado de Registro único de comercializadores (RUCOM): aplica para el titular minero, operador minero y comercializador.
- Facturas de compra a nombre de contratista y/o destinada a uso del proyecto.

No se permitirá la extracción de materiales del cauce de los cuerpos de agua para utilizarlos en las actividades del proyecto.

Las cantidades de materiales PÉTREOS a emplear en la Interconexión Carrieles a 230 mil voltios se discriminan a continuación:

Para la línea de transmisión:

- Grava diámetro ¾" para concreto: 970 m³

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

- Arena para concretos: 736 m³

Para la subestación:

- Grava diámetro 1 ½" para acabado de patio: 31 m³
- Grava diámetro ¾" para concreto: 1.150 m³
- Arena para concretos y morteros: 1.085 m³

3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición

Con base en la información relacionada en el ítem anterior, se espera que por la construcción del proyecto se generen 58.165 m³ de material sobrante. Dichas cantidades se describen en la Tabla 3-31.

Tabla 3-31. Volumen estimado de materiales sobrantes de excavación proveniente de la subestación Carrieles y su vía de acceso

Procedencia	Volumen de cortes y excavaciones (m ³)	Volumen de llenos con material de excavación (m ³)	Material sobrante de excavación (m ³)
Línea de transmisión	2.250	1.500	750
Subestación Carrieles a 230 mil voltios	68.172	12.420	55.752
Vía de acceso a la subestación	2.748	1.085	1.663
Total	73.170	15.005	58.165

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023

Considerando que el proyecto no tendrá ZODMES, este material será dispuesto en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental y entes municipales para tal fin. En la Tabla 3-32 se presentan algunos gestores autorizados de Residuos de la Construcción y la Demolición (RCD) identificados y que podrán ser utilizados en la fase de construcción del proyecto.

Tabla 3-32. Listado de gestores de residuos de construcción y demolición (RCD) inscritos en CORANTIOQUIA

Nombre o razón social	NIT/CC	Municipio	Dirección	Teléfono/Celular	Actividad ejecutada
Sociedad José Betancur G. S.A.S.	890.907.883-1	Amagá	Vereda Piedecuesta – Sector Paso Nivel - Predio El Chaquiro	(4)3360877 (4)3360921	Disposición Final

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS		
		Rev. No.: 4	2024-08-07

Nombre o razón social	NIT/CC	Municipio	Dirección	Teléfono/Celular	Actividad ejecutada
Sociedad Estrada Toro y Compañía S.A.S.	890931026-5	Amagá	Finca Nechí, Vereda La Bonita – Corregimiento Camilo C.	(303)-3520052 - 3104481239	Disposición Final

Fuente: Modificado de CORANTIOQUIA, 2024

3.2.6 Residuos Peligrosos y no Peligrosos

En este numeral se presenta la información relacionada con los residuos sólidos que generará el proyecto durante las fases de construcción, y operación y mantenimiento. Se considera fundamental la conceptualización del manejo integral de residuos sólidos, su clasificación y la estimación de los volúmenes de residuos a generar.

En este sentido, los residuos sólidos a ser generados por el proyecto tendrán el manejo adecuado, desde la generación hasta la disposición final, acorde con la normativa vigente, tal como está contemplado en el capítulo 10 del EIA, numeral 10.1_Plan de Manejo Ambiental.

3.2.6.1 Clasificación de los residuos sólidos

Según el Decreto 1077 de 2015 un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte del prestador del servicio público de aseo.

Igualmente, se considera como residuo sólido aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables.

- **Residuos sólidos no peligrosos**

Los residuos catalogados como no peligrosos son aquellos que no presentan riesgo para la salud humana o el medio ambiente, dado que no poseen las siguientes características de peligrosidad: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivas, reactivas, radioactivas, volátiles, corrosivas o tóxicas. Los residuos no peligrosos se clasifican a su vez en:

Aprovechables: Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.

Ordinarios: Es todo residuo sólido de características no peligrosas que por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso es recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por el prestador del servicio público de aseo.

Especiales: Es todo residuo sólido que, por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por el prestador del servicio público de aseo.

Considerando el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 2184 de 2019, los residuos sólidos no peligrosos generados en todas las fases del proyecto, se clasificarán en la fuente conforme el código de colores establecido en la resolución antes mencionada.

- Residuos sólidos peligrosos

Según el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, los residuos peligrosos son aquellos residuos producidos por el generador con alguna de las siguientes características: infecciosas, combustibles, inflamables, explosivos, reactivas, radioactivas, volátiles, corrosivas o tóxicas, que puedan causar daño a la salud humana o al medio ambiente. Asimismo, se consideran peligrosos los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos.

3.2.6.2 Residuos líquidos

Según el ARTÍCULO 2.2.3.3.1.3 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, los residuos líquidos corresponden a las aguas servidas provenientes del uso doméstico, comercial e industrial. En el proyecto, los residuos líquidos provendrán de las actividades fisiológicas de la mano de obra correspondiente y del uso de aceites o lubricantes para el correcto funcionamiento de la maquinaria y equipos.

3.2.6.3 Mano de Obra

Este numeral es fundamental para el análisis de los impactos ambientales y también para la estimación de los residuos sólidos que se generarán en el proyecto, en la fase de construcción, se consideraron los conceptos de nivel de complejidad y producción per cápita de residuos sólidos definidos por el Reglamento de Agua y Saneamiento Básico (RAS) 2000, de 0,45 kg/persona x día, para un nivel de complejidad baja, teniendo en cuenta la mano de obra que se empleará y que se describe en la Tabla 3-34 y en la Tabla 3-33.

A continuación, en la Tabla 3-33 se presentan los datos de mano de obra para la construcción de la línea.

Tabla 3-33. Mano de obra para la construcción de la línea de transmisión

Personal operativo línea de transmisión	Unidad	Cantidad	Mes								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Topógrafo	Mes	7	1	1	1	1	1	1	1	1	
Supervisor	Mes	8	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Capataz	Mes	5			1	1	1	1	1		
Oficial 1	Mes	44			10	10	10	8	4	2	
Oficial 2	Mes	36			8	8	8	8	4		
Ayudante técnico	Mes	25			6	6	6	3	2	2	
Obrero	Mes	39			12	12	12	2	1		
Total			2	2	39	39	39	24	14	5	

Fuente: JE Jaimes, 2023

A continuación, en la Tabla 3-34 se presentan los datos de mano de obra para la construcción de la subestación.

Tabla 3-34. Mano de obra para la construcción de la Subestación Carrieles a 230 mil voltios

Personal operativo subestación	Unidad	Cantidad	Mes										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Capataz	Mes	15		1	2	2	2	2	2	2	2		
Oficial civil foráneo	Mes	98	1	5	7	10	15	15	15	15	15		
Oficial civil local	Mes	115			5	10	20	20	20	20	20		
Ayudante civil	Mes	219	1	3	10	20	40	40	40	40	25		
Topógrafo	Mes	9,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Cadenero 1	Mes	9,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Operador de retro	Mes	12,5	0,5	1	1	2	2	2	2	2			
Técnico electricista	Mes	9			1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ayudante eléctrico	Mes	8			1	1	1	1	1	1	1	1	
Conductor de turbo/buseta	Mes	22			2	3	3	3	3	3	3	2	
Laboratorista	Mes	5			1	1	1	1	1				
Liniero	Mes	43				5	5	8	8	8	8	1	
Operador de grúa	Mes	5					1	1	1	1	1		
Total			4	12	32	58	93	96	96	95	78	7	1

Fuente: JE Jaimes, 2023

3.2.6.4 Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos a generarse en desarrollo del proyecto

Considerando que se proyecta una duración de ocho (8) meses para la construcción de la línea de transmisión y de 11 meses para la construcción de la subestación, lo cual, asociado con el personal requerido por mes y descrito en el anterior numeral (3.2.6.3), la generación total estimada de residuos durante la construcción será de 2,21 T (toneladas) para la línea de transmisión y 7,72 T (toneladas) para la subestación, como se detalla en la Tabla 3-35 y Tabla 3-36, respectivamente.

Tabla 3-35. Residuos sólidos generados en la fase de construcción de la de la línea de transmisión

Línea de transmisión					
Mes	Cantidad de personas (hab)	Producción per cápita (PPC Kg/hab-día)	Días	Producción total (kg)	Producción total (Ton)
Mes 1	2	0,45	30	27	0,027
Mes 2	2	0,45	30	27	0,027
Mes 3	39	0,45	30	526,5	0,5265
Mes 4	39	0,45	30	526,5	0,5265
Mes 5	39	0,45	30	526,5	0,5265
Mes 6	24	0,45	30	324	0,324

 SERVICIOS AMBIENTALES Y GEOGRÁFICOS S.A.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO INTERCONEXIÓN CARRIELES A 230 MIL VOLTIOS	 INTERCOLOMBIA	Rev. No.: 4	2024-08-07

Línea de transmisión					
Mes	Cantidad de personas (hab)	Producción per cápita (PPC Kg/hab-día)	Días	Producción total (kg)	Producción total (Ton)
Mes 7	14	0,45	30	189	0,189
Mes 8	5	0,45	30	67,5	0,0675
Total				2.214,00	2,21

Fuente: SAG, 2024

Tabla 3-36. Residuos sólidos generados en la fase de construcción de la subestación

Subestación Carrieles a 230 mil voltios					
Mes	Cantidad de personas (hab)	Producción per cápita (PPC Kg/hab-día)	Días	Producción total (kg)	Producción total (T)
Mes 1	4	0,45	30	47,25	0,04725
Mes 2	12	0,45	30	162	0,162
Mes 3	32	0,45	30	432	0,432
Mes 4	58	0,45	30	783	0,783
Mes 5	93	0,45	30	1255,5	1,2555
Mes 6	96	0,45	30	1296	1,296
Mes 7	96	0,45	30	1296	1,296
Mes 8	95	0,45	30	1282,5	1,2825
Mes 9	78	0,45	30	1053	1,053
Mes 10	7	0,45	30	94,5	0,0945
Mes 11	1	0,45	30	13,5	0,0135
Total				7.715,25	7,72

Fuente: SAG, 2024

La composición física de residuos sólidos ha sido objeto de estudios realizados a diferentes rellenos sanitarios, considerando la composición típica de los residuos sólidos según el informe de Empresas Varias de Medellín, Reciclaje y Saneamiento Básico para una Mejor Calidad de Vida, “el mayor componente de los residuos sólidos corresponde a la materia orgánica, con un porcentaje del 59,79%, los residuos con características reciclables representan el 25,45%, los residuos inertes representan el 9,45% y los residuos peligrosos generados son el 5,31%”, así como la composición en la fuente en área rural de acuerdo con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Fredonia⁸ correspondiente al 39,85% orgánicos, 18,94% reciclables, 40,94% ordinarios e inertes, 0,01% peligrosos y 0,25% especiales. Aplicando los porcentajes anteriores como un promedio e incluyendo en el porcentaje de orgánicos los residuos ordinarios y el porcentaje de inertes los residuos especiales, se puede predecir la cantidad de residuos por tipología que se espera sean generados en la fase constructiva como se presenta en la Tabla 3-37.

Tabla 3-37. Relación estimada de residuos a generar

Tipo de Residuos	Porcentaje (%)	Total (T)
Ordinarios	49,82	4,95
Aprovechables	22,20	2,20
Especiales	25,32	2,51
Peligrosos	2,66	0,26
Total	100,00	9,93

Fuente: SAG, 2024

La disposición de residuos sólidos se realizará según el tipo de residuo, de esta manera los ordinarios serán dispuestos en los rellenos sanitarios que al momento de la fase constructiva atiendan los municipios de Jericó y Fredonia, esto teniendo en cuenta que actualmente en el área de interés no se cuenta con relleno sanitario cercano autorizado, por ende, los residuos generados podrán ser transportados al relleno sanitario La Pradera, de Empresas Varias de Medellín S.A. E.S.P (EMVARIAS), ubicado en el municipio de Domatías a 57 km de Medellín.

Los residuos aprovechables serán entregados a empresas recicladoras que cuenten con los permisos respectivos para su aprovechamiento.

En el caso de los residuos especiales como RCD, el manejo, recolección transporte y disposición final, se realizará conforme a lo dispuesto en la Resolución 472 de 2017, así como las normas que modifiquen deroguen o adicionen o aquellas que se encuentren vigentes al momento de realizar las obras. Los RCD generados se dispondrán en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental, como los mencionados en la Tabla 3-32.

La recolección transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos que se generen en la construcción del proyecto será contratada con una empresa especializada y que cuente con todos los permisos exigidos por la Autoridad Ambiental al momento de la fase constructiva.

3.2.6.5 Estimación de los volúmenes de residuos peligrosos y no peligrosos a generarse en desarrollo del proyecto

A continuación, en la Tabla 3-38 se presentan las cantidades residuos líquidos que se pueden generar en la fase de construcción del proyecto.

Tabla 3-38. Residuos líquidos

Tipo Residuo	Unidad/Día	Número de Días	Total	Unidad
Aguas Residuales Domésticas (ARD)	60 L	240	14.400	L
Aguas Residuales no Doméstica (ARnD)	100 L	240	24.000	L
Aceite usado	2 L	240	480	L

Fuente: SAG, 2024

3.2.7 Costos del Proyecto

El costo estimado de inversión y operación del proyecto asciende a: USD 12.471.003,73.

3.2.8 Cronograma del Proyecto

El cronograma estimado de actividades para cada una de las fases del proyecto se presenta en el ANEXO_3_5_CRONOGRAMA.

3.2.9 Organización del Proyecto

Se contará con el personal, los procedimientos técnicos, ambientales y de seguridad industrial y el equipo necesario para la correcta ejecución de los trabajos de construcción y montaje, cuyos recursos en cantidad y capacidad hayan sido aprobados de acuerdo con las instrucciones dadas en el Documento de contratación. En el siguiente organigrama se muestra el personal para desarrollar el proyecto (Figura 3-36).

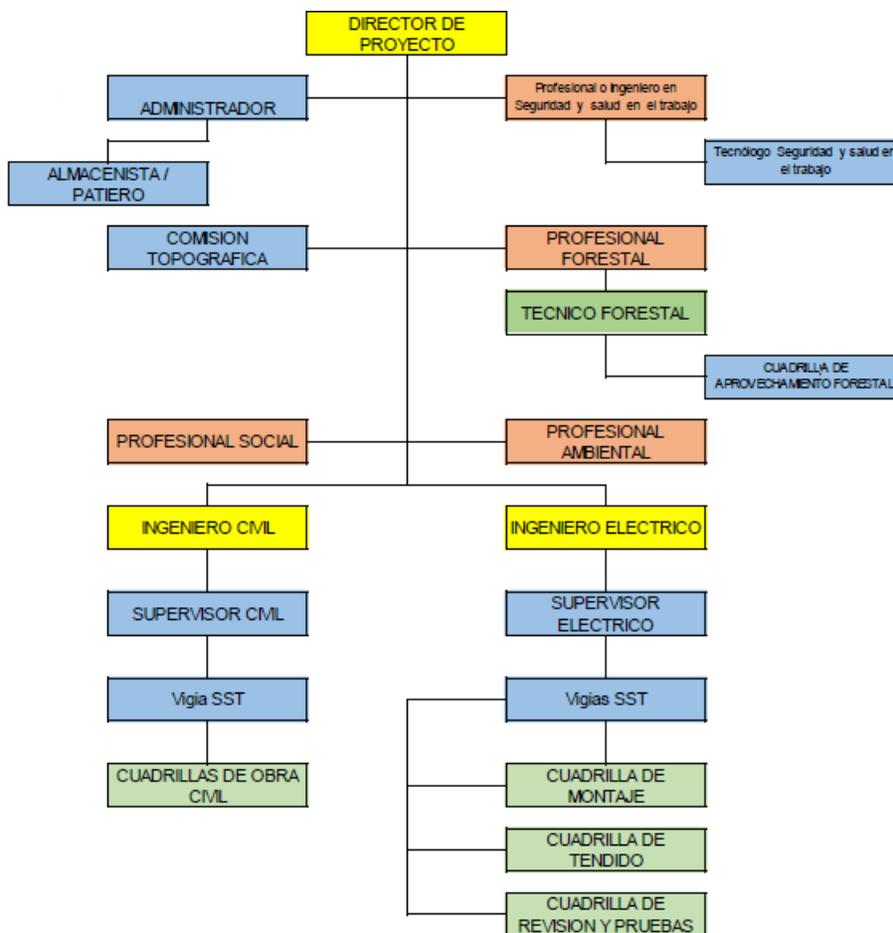


Figura 3-36. Organización del proyecto

Fuente: ISA INTERCOLOMBIA, 2023