



ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE
TRANSMISIÓN A 115 kV”**

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

POR:



Bogotá, septiembre de 2024



ENEL COLOMBIA S.A. E.SP.

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

**PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE
TRANSMISIÓN A 115 kV”**

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

POR:



INGEDISA
INGENIERÍA & DISEÑO

Bogotá, septiembre de 2024

2	Versión 2	Ingedisa S.A.	Ingedisa S.A	K. Martínez	15/08/2024
1	Versión 1	Ingedisa S.A.	J. Yopasa L. Rueda	K. Martínez	26/12/2023
0	Avance inicial	Ingedisa S.A.	J. Yopasa	G. Méndez	22/06/2023
Rev.	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó	Fecha



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 3

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
3.1 Localización.....	9
3.2 Características del proyecto	11
3.2.1 Infraestructura existente	11
3.2.2 Fases y actividades del proyecto	33
3.2.3 Características técnicas.....	42
3.2.4 Insumos del proyecto.....	136
3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición.....	137
3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos.....	143
3.2.7 Costos del proyecto	157
3.2.8 Cronograma del proyecto	159
3.2.9 Organización del proyecto	163
BIBLIOGRAFÍA.....	166

LISTADO DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3-1 Localización del proyecto.....	10
Figura 3-2 Intersecciones del proyecto con infraestructura vial primaria o secundaria	14
Figura 3-3 Infraestructura férrea existente dentro del área de influencia del proyecto.....	16
Figura 3-4 Redes eléctricas presentes en el área de influencia	19
Figura 3-5 Redes de gasoductos presentes en el área de influencia	24
Figura 3-6 Títulos mineros con relación al área de influencia definitiva del proyecto	26
Figura 3-7 Accesos a utilizar por el proyecto	48
Figura 3-8 Esquema de cimentación tipo pila en concreto	54
Figura 3-9 Esquema de cimentación tipo especial en concreto.....	55
Figura 3-10 Esquema de accesorios.....	56
Figura 3-11 Tipo de aislador polimérico (bola – ojo)	57
Figura 3-12 Tipo de aislador polimérico tipo line post	58
Figura 3-13 Localización plazas de tendido	60
Figura 3-14 Localización patios de almacenamiento.....	62
Figura 3-15 Instalación de postes metálicos por secciones que se vinculan con empates metálicos	67
Figura 3-16 Esquema de tendido de conductores.....	72
Figura 3-17 Esquema indicativo de canalización por el método de zanja abierta (dimensiones dadas en milímetros)	74
Figura 3-18 Ubicación de la caja poste de transición	75



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 4

Figura 3-19 Dimensiones de la caja CT1 (dimensiones dadas en metros).....	76
Figura 3-20 Dimensiones de la caja de dirección CCD1	77
Figura 3-21 Dimensiones de la caja de dirección CCD2	77
Figura 3-22 Dimensiones de la caja de dirección CCD3	78
Figura 3-23 Dimensiones de la caja de apoyo de cercha CA1	79
Figura 3-24 Dimensiones de la caja de apoyo de cercha y empalme CE	79
Figura 3-25 Perfil cercha.....	80
Figura 3-26 Planta general Subestación Guaymaral	88
Figura 3-27 Vista con disposición física de equipos.....	89
Figura 3-28 Transformador de potencia 115/11,4 kv.....	91
Figura 3-29 Conexión conductores de alta tensión a subestación GIS	91
Figura 3-30 Geometría típica de las cimentaciones	96
Figura 3-31 Planta de cimentación transformadores	97
Figura 3-32 Cimentación foso de transformador	98
Figura 3-33 Esquema de cargas.....	98
Figura 3-34 Esquema de reacciones	99
Figura 3-35 Diagrama de cortante (Ton)	99
Figura 3-36 Diagrama de momento (Ton*m).....	99
Figura 3-37 Soporte para salida de cables MT transformador de potencia	100
Figura 3-38 Cimentación soporte de cables mt vista en corte	100
Figura 3-39 Detalle de cerramiento y puerta vehicular principal	101
Figura 3-40 Muro cortafuegos.....	103
Figura 3-41 Redes de acueducto EAAB presentes en el área de influencia del proyecto	110
Figura 3-42 Redes de acueducto Cojardín presentes en el área de influencia del proyecto	111
Figura 3-43 Red de Tibitoc presentes en el área de influencia del proyecto	112
Figura 3-44 Cruce aéreo del Drenaje Canal Guaymaral	128
Figura 3-45 Cadena de Energía.....	131
Figura 3-46 Esquema general de operación	131
Figura 3-47 Localización RCD	142
Figura 3-48 Estructura organizacional del proyecto	164

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 3-1 Respuesta a requerimientos presentados por la autoridad ambiental	7
Tabla 3-2 Localización del proyecto.....	9
Tabla 3-3 Red vial reportada por INVIAS	11
Tabla 3-4 Proyectos identificados por el IDU dentro del área de influencia del proyecto..	11
Tabla 3-5 Cruces del proyecto con vías	12
Tabla 3-6 Concesión férrea.....	15
Tabla 3-7 Proyectos de energía eléctrica presentes en el área de influencia del proyecto	17
Tabla 3-8 Proyectos de energía eléctrica con el que se presentan cruces.....	18
Tabla 3-9 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia	20
Tabla 3-10 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia	20
Tabla 3-11 Títulos mineros cercanos al área de influencia del proyecto	25



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 5

Tabla 3-12 Infraestructura social y/o productiva existente en el área de influencia del proyecto.....	27
Tabla 3-13 Etapas y actividades del proyecto.....	34
Tabla 3-14 Clasificación red vial en el distrito capital.....	43
Tabla 3-15 Infraestructura vial existente en el área de influencia del proyecto.....	44
Tabla 3-16 Características de la línea aérea.....	49
Tabla 3-17 Características de la línea de transmisión subterránea.....	49
Tabla 3-18 Tipo de estructuras.....	50
Tabla 3-19 Siluetas de las Estructuras.....	51
Tabla 3-20 Silueta estructura de transición.....	52
Tabla 3-21 Localización de plazas de tendido.....	59
Tabla 3-22 Localización de patios de almacenamiento.....	61
Tabla 3-23 Criterio de selección de cimentación.....	63
Tabla 3-24 Parámetros para dimensionamiento de canalizaciones.....	73
Tabla 3-25 Características generales de la tubería.....	73
Tabla 3-26 Equipos y sistemas para la subestación Guaymaral.....	84
Tabla 3-27 Nivel de tensión: 115kV.....	86
Tabla 3-28 Nivel de tensión: 11,4kV.....	87
Tabla 3-29 Tensiones de servicios auxiliares.....	87
Tabla 3-30 Cruces con acueductos.....	107
Tabla 3-31 Volúmenes estimados de descapote, relleno, excavación.....	113
Tabla 3-32 Volumen estimado de materiales reutilizables.....	114
Tabla 3-33 Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción.....	114
Tabla 3-34 Volumen estimado de materiales reutilizables.....	115
Tabla 3-35 Volumen de materiales requeridos para la obra.....	115
Tabla 3-36 Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos principales.....	119
Tabla 3-37 Personal por cuadrilla requerido en la etapa de construcción.....	120
Tabla 3-38 Personal requerido para la ejecución de obras en Subestación.....	121
Tabla 3-39 Volumen de agua requerido para el concreto.....	124
Tabla 3-40 Volumen de agua requerido para el concreto.....	124
Tabla 3-41 Dotación neta de agua para consumo doméstico de acuerdo con la CRA ...	124
Tabla 3-42 Volumen de agua requerida para uso doméstico.....	125
Tabla 3-43 Unidades sanitarias requeridas.....	125
Tabla 3-44 Canteras autorizadas.....	130
Tabla 3-45 Potencia de transporte y nivel de tensión del proyecto.....	132
Tabla 3-46 Herramientas en la etapa de operación.....	133
Tabla 3-47 Resumen infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.....	135
Tabla 3-48 Insumos requeridos por el proyecto.....	137
Tabla 3-49 Sitios de disposición final autorizados.....	138
Tabla 3-50 Centros de Tratamiento y Aprovechamiento -CTA autorizados.....	139
Tabla 3-51 Estimación residuos sólidos no peligrosos.....	144
Tabla 3-52 Listado de residuos peligrosos.....	144
Tabla 3-53 Peso potencial de residuos peligrosos.....	145
Tabla 3-54 Empresas gestoras de residuos peligrosos autorizadas por la SDA.....	146
Tabla 3-55 Estaciones de clasificación y aprovechamiento - ECA.....	157
Tabla 3-56 Costos asociados a la subestación eléctrica Guaymaral.....	157
Tabla 3-57 Costos asociados a las líneas de transmisión.....	158
Tabla 3-59 Cronograma del proyecto.....	160



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 6

Tabla 3-60 Profesionales del proyecto..... 163

LISTADO DE ANEXOS

1. Subestación
2. Proveedores
3. Cronograma
4. Coordenadas vértices áreas de intervención
5. Shape Áreas de intervención

LISTADO DE ANEXOS CARTOGRAFICOS

1. Localización
2. Infra_Existente
3. Infra_Transmisión

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO



En atención a los requerimientos realizados en la Reunión de Información Adicional en el marco del trámite administrativo de licenciamiento ambiental Expediente SDA 07-2024-153, en el presente capítulo se da la atención al requerimiento 1 y 6:

Tabla 3-1 Respuesta a requerimientos presentados por la autoridad ambiental

Requerimiento 1	Ajustes	Página
<p>Presentar los shapes y/o geodatabase, así como el Excel de coordenadas en formato único nacional, de tal manera que se pueda verificar el cruce con los elementos de la Estructura Ecológica Principal del Sistema Hídrico y Suelo Urbano, incluyendo los polígonos de maniobra, accesos de maquinaria, descripción de las actividades y las operaciones de izaje y tendido, justificando las razones por las cuales no se incluyó en el capítulo 7. Demanda uso, aprovechamiento y/o afectación a los recursos naturales.</p> <p>En caso de que se evidencie la aplicabilidad del permiso de ocupación de cauce, playas y/o lechos, se debe remitir la información técnica y documental relacionada en el formulario distrital versión 11, describiendo las actividades que se desarrollarán dentro de la Estructura Ecológica Principal del Sistema Hídrico y Suelo Urbano.</p>	<p>Una vez superpuestas las áreas de intervención y la EEP se identificó el cruce con el Drenaje Canal Guaymaral, cuerpo de agua artificial, por ende en el numeral 3.2.3.1.5, Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables para cada una de las actividades asociadas al proyecto, Ocupación de Cauce, se presenta la información relacionada con la ocupación de cauce.</p>	<p>Pág. 126 - 129</p>
	<p>En los anexos del Cap.3 se incluyen las coordenadas de los vértices de las áreas de intervención y el archivo en formato shape de las Áreas de intervención.</p>	<p>Anexos del Cap.3.</p>
	<p>Se actualiza la Tabla 3-17 Características de la línea de transmisión subterránea</p>	<p>Pág. 49</p>
	<p>Se realiza ajuste de forma en la redacción del documento, aclarando que se requieren 5 plazas de tendido. Estas fueron señaladas y contempladas en la Tabla 3-21 Localización de plazas de tendido del EIA presentado inicialmente</p>	<p>Pág. 58, 59</p>
Requerimiento 6	Ajustes	Página
<p>Ajustar el cronograma de proyecto, estimando los tiempos de las fases de operación y desmantelamiento .</p>	<p>En el numeral 3.2.8 Cronograma del proyecto, Tabla 3-58 se presenta el cronograma por las fases y actividades del proyecto.</p>	<p>Pág. 159 – 162</p>

En el presente capítulo se presenta la descripción y características técnicas del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, lo anterior con la finalidad de dar cumplimiento a los lineamientos estipulados por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible ¹ para proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica, los cuales fueron remitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente a través del radicado 2023EE119018 del 29 de mayo de 2023 y; es por lo anterior que, a lo largo del presente documento fueron incluidos los

¹ MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17.2018

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 8



diferentes aspectos técnicos del proyecto, tales como la localización, diseño y características técnicas del proyecto, concretamente las etapas y actividades asociadas al desarrollo del proyecto, accesos, infraestructura a construir, equipos y tecnologías a utilizar, costos, cronograma y organización del proyecto; así como las necesidades de recursos, de personal, insumos, materiales, la disposición de residuos peligrosos y no peligrosos, la estructura organizacional del proyecto e infraestructura existente en el proyecto.

Enel Colombia se encuentra ejecutando uno de los proyectos más ambiciosos de su historia: el plan de expansión “Bogotá-Región 2030”, a través del cual, está fortaleciendo su infraestructura eléctrica en Bogotá y Cundinamarca, mediante la construcción de más de 30 subestaciones y sus líneas de transmisión, necesarias para ciudades inteligentes y sostenibles.

Bajo este contexto la construcción de “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” tiene como finalidad satisfacer la demanda asociada al desarrollo urbanístico y el desarrollo vial de Av. Polo , sectores Santa Bárbara, Jardín, Tibabita, Guaymaral, Laureano Gómez y a la masificación de la movilidad eléctrica: Regiotram del Norte, SITP eléctricos , patios de carga; en tal sentido el presente proyecto prevé beneficiar a los habitantes actuales de las localidades de Suba y Usaquén , localidades en las que se estima la cobertura a 174 mil familias (cerca de 690.000 personas) y de igual forma presentaría beneficios para la distribución y confiabilidad del servicio para las nuevas subestaciones del sector norte, previendo el alto desarrollo industrial y urbano de la región centro del país.

Respecto a la localización de la subestación eléctrica Guaymaral, esta se ubicaría en la localidad de Suba, barrio Casablanca Suba Urbano, específicamente sobre la calle 222 y la carrera 54; es importante destacar que dicha subestación tendría una capacidad de 80 MVA y sería Gis-Tipo Indoor, es decir que los equipos se encuentran instalados al interior de un cerramiento arquitectónico, lo cual permite armonizar con su entorno reduciendo así el impacto visual y los niveles de presión sonora que podrían generarse. Con respecto a las líneas de transmisión, es importante destacar que se estiman dos tipos de líneas:

- Una línea de transmisión aérea a 115 kV, la cual servirá como punto de conexión con la línea de transmisión existente Torca – Autopista a 115 kV cuyo operador actual es Enel Colombia S.A E.S.P., dicha conexión se dará en las inmediaciones de la calle 201 con Autopista Norte, específicamente en el poste existente “E889”, esta línea de aproximadamente 1,61 km continuará su trazado a lo largo del separador de la autopista norte hasta la calle 215.
- Una segunda línea de transmisión aérea a 115 kV de aproximadamente 3,28 km, la cual comprende un tramo inicial en la 201 de 0,26 km y un segundo tramo de 3,01 km que inicia su recorrido desde la calle 215 y continua su recorrido en sentido sur-norte a lo largo del separador de la autopista norte hasta la calle 245 y que servirá como punto de conexión para futuras redes eléctricas y subestaciones que se requieran acorde con la futura demanda de la zona.
- Una línea de transmisión subterránea a 115 kV con una extensión de 1,27 km, la cual inicia su recorrido en la calle 215 y que recorrerá 3 predios privados para posteriormente recorrer un tramo de la calle 222 hasta su conexión con la futura subestación eléctrica Guaymaral.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 9

3.1 Localización

El proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se ubica en el área urbana de la ciudad de Bogotá, específicamente entre las localidades de Usaquén y Suba; en tal sentido, a continuación, en la Tabla 3-2 y la Figura 3-1 se presenta la localización de la infraestructura asociada al proyecto.

El proyecto se desarrollará en 2 fases, considerando que el tramo de la línea de transmisión aérea que, recorre el separador de la autopista norte desde la calle 215 hasta la calle 245, tendrá una función para la distribución de energía eléctrica con subestaciones y líneas de transmisión futuras, mientras que la infraestructura asociada a la fase 1 tiene como finalidad realizar la conexión con la línea existente Línea Autopista I -Guaymaral y Torca Guaymaral 115 kV.

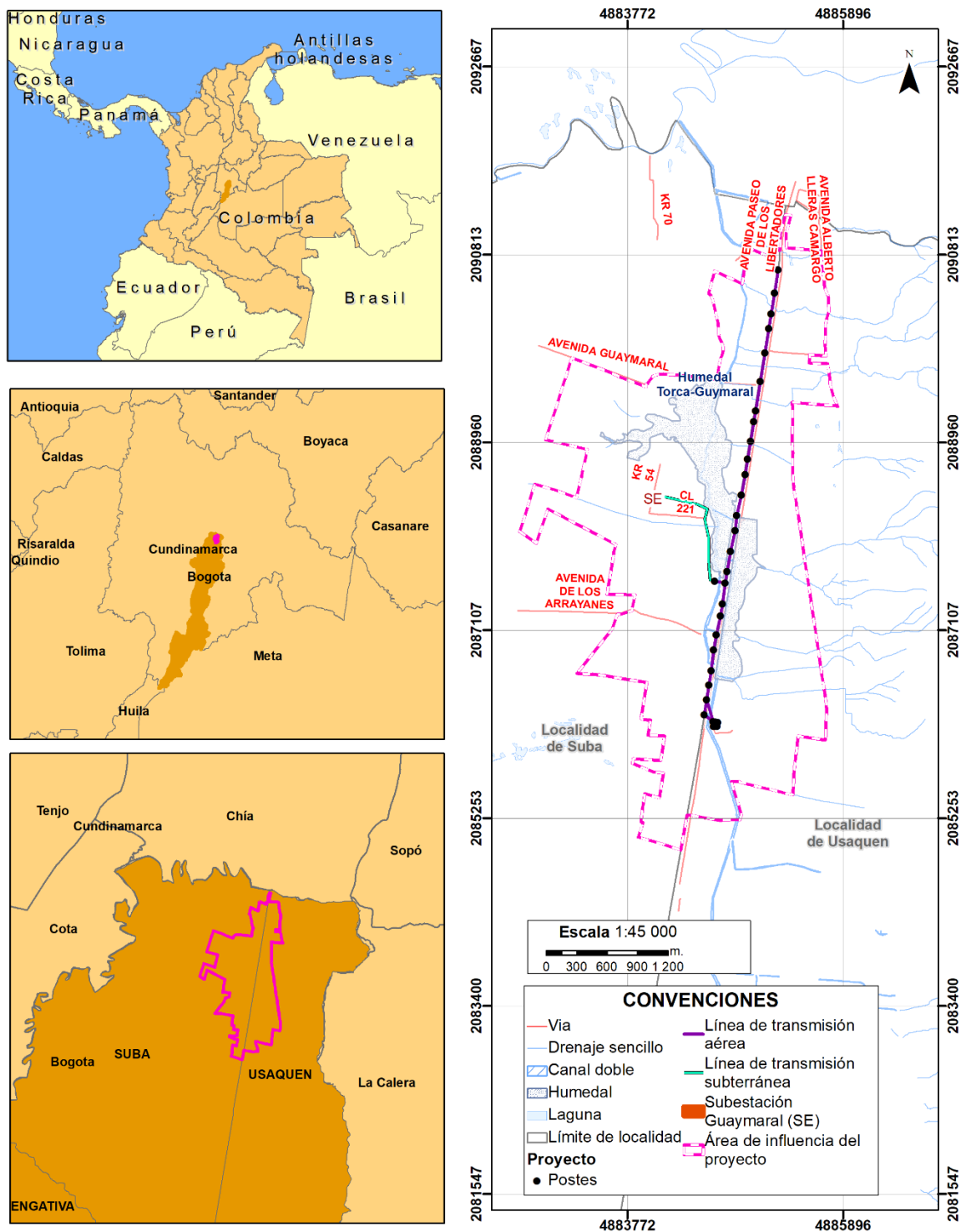
Tabla 3-2 Localización del proyecto

Infraestructura asociada	Localización	Fases	
		1	2
Subestación eléctrica (SE)	Localidad de Suba, barrio Casablanca Suba Urbano, específicamente sobre la calle 222 y la carrera 54.	X	
Línea de transmisión subterránea	Localidad de suba, barrio Casablanca Suba Urbano; este tramo de la línea de 1,27 km inicia su recorrido en la calle 215, continuando a través de 3 predios privados y a lo largo de la calle 222 o Av. El jardín donde se conecta con la subestación.	X	
Línea de transmisión aérea	En el límite entre las localidades de Suba y Usaquén. Este tramo de longitud aproximada de 1,61 km inicia específicamente en el poste “E899” de la línea existente Autopista I -Guaymaral y Torca Guaymaral 115 kV de 2 circuitos, es decir a la altura de la calle de 201, posteriormente recorre el separador de la autopista norte hasta la calle 215.	X	
Línea de transmisión aérea	En el límite de las localidades de Suba y Usaquén, tiene 2 tramos el primero sobre la calle 201 de una longitud 0.263km y un segundo tramo que inicia en la calle 215 y finaliza en la calle 245. Con una longitud de aproximadamente 3.019 km, el trayecto de línea se proyecta en el separador central de la Autopista Norte (Av. Libertadores) de 2 circuitos. Es decir, la línea contará con un total de 4 circuitos al finalizar el proyecto en su totalidad.		X



Fuente: INGEDISA S.A.,2023

En la ruta **Anexos, cartográfico, Localización general** del presente Estudio de Impacto Ambiental, se encuentra un plano georreferenciado en coordenadas planas a escala 1:25.000 con las curvas de nivel, hidrografía, accidentes geográficos, asentamientos humanos y equipamientos colectivos.

Figura 3-1 Localización del proyecto



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 11

3.2 Características del proyecto

3.2.1 Infraestructura existente

En el área de influencia del proyecto se presenta infraestructura vial existente, infraestructura del sistema eléctrico entre otras las cuales se describe a continuación, es importante resaltar que la información asociada a infraestructura existente a escala 1:25.000 puede ser consultada en **Anexos, cartográfico, Infra_existente**:

3.2.1.1 Infraestructura vial

Considerando la información remitida por el Instituto de Desarrollo Urbano -IDU mediante el radicado 20235260762112 del 27 de junio de 2023, la Secretaría Distrital de Ambiente-SDA mediante el radicado 2023EE153193 del 07 de julio de 2023, la Agencia Nacional de Infraestructura-ANI mediante el radicado 20236050200661 del 08 de junio de 2023, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca mediante el radicado 20232038087 del 29 de mayo de 2023 y el Instituto Nacional de Vías-INVIA², así como la revisión del visor geográfico ambiental³ y el geovisor ANISCOPIO⁴, se evidenció la presencia de la infraestructura vial que se relaciona a continuación.

Tabla 3-3 Red vial reportada por INVIA

Nombre ruta	Administrador	Categoría	Código tramo
Troncal Central	ANI	Primer Orden	45A04

Fuente: a partir de INVIA y ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023



Tabla 3-4 Proyectos identificados por el IDU dentro del área de influencia del proyecto

Proyecto	Contrato	Etapas Actual	Estado
Avenida Laureano Gómez (AK 9) desde Av. San José (AC 170) hasta AC 193 - Ajuste diseños y Construcción	IDU-1551-2017	Construcción	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Boyacá entre Av. El Polo y Av. San Antonio	IDU-1437-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Boyacá entre Av. El Polo y Av. Guaymaral	IDU-1436-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Guaymaral	IDU-1435-2019	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. Villas y Av. Tibabita	IDU-1432-2019	Estudios y Diseños	En ejecución

² INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Sistema de Información Vial. https://hermes2.invias.gov.co/Sistema_de_Informacion_Vial/.2023

³ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Visor geográfico ambiental. <https://visorgeo.ambientebogota.gov.co/?lon=-74.088180&lat=4.661370&z=11&l=5:1.2023>

⁴ AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. ANISCOPIO. <https://sig.ani.gov.co/mapas/>.2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 12

Proyecto	Contrato	Etapas Actual	Estado
Corredor Verde Carrera 7 de Cl. 93A a Cl. 200 y Patio Portal - Estudios y diseños	IDU-1336-2021	Estudios y Diseños	En ejecución
Convenio Lagos de Torca - Av. El Polo Costado Occidental - Estudios y diseños	IDU-1079-2019	Estudios y Diseños	Terminado
Avenida Boyacá desde Cl. 183 (Av. San Antonio) hasta Av. Guaymaral - Factibilidad y Estudios y diseños (Incluye Conexión Norte Autonorte por Av. Guaymaral)	IDU-1388-2017	Estudios y Diseños	Terminado
Convenio Lagos de Torca - Av. El Polo Costado Oriental y Av. Santa Bárbara	IDU-1301-2019	Estudios y Diseños	Terminado
Avenida San José (calle 170) desde la Av. Alberto Lleras Camargo (Carrera 7) hasta la carrera 92 y Autonorte desde Héroes hasta la Calle 193.	IDU-1394-2017	Factibilidad	Terminado

Fuente: a partir de IDU, adaptado por INGEDISA S.A., 2023



3.2.1.1.1 Cruces identificados con corredores viales

En la Tabla 3-5 y la Figura 3-2 se muestran los cruces con vías de la malla vial local y arterial y con vías primarias, en donde el cruce con la Avenida Polo y la Avenida Paseo de los Libertadores son aéreos conservando una distancia vertical mínima de 7,1 m, de acuerdo con lo definido en la normativa vigente de instalaciones eléctricas adicionalmente se respeta una distancia de 14 m entre el centro de poste y el eje de vía de Av. Paseo de los Libertadores respetando la Resolución 00950 del 2006⁵ del Ministerio de Transporte considerando esta vía como de primer orden; Los cruces con las calles 221, carrera 52 y carrera 53 son cruces de carácter subterráneo, donde la profundidad mínima de acuerdo con los planes de ordenamiento territorial de Bogotá especifica una profundidad de 1 m desde la rasante de la vía hasta la parte superior del tubo. **En el Anexo capítulo 2, superposiciones**, se presenta el análisis de superposición respectivo y la coexistencia de los proyectos.

Tabla 3-5 Cruces del proyecto con vías

ID	Elemento de cruce	Nombre vía	Administrador	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
1	Línea de transmisión subterránea	CL 221	IDU	4884534,12	2088215,51	1003978,17	1022270,23
2	Línea de transmisión subterránea	KR 52		4884422,38	2088356,47	1003866,14	1022411,1
3	Línea de transmisión subterránea	KR 53		4884224,5	2088402,02	1003668,06	1022456,37
4	Línea de transmisión aérea	AVENIDA EL POLO	Fideicomiso Lagos de Torca	4884638,4	2086191,04	1004085,7	1020244,64

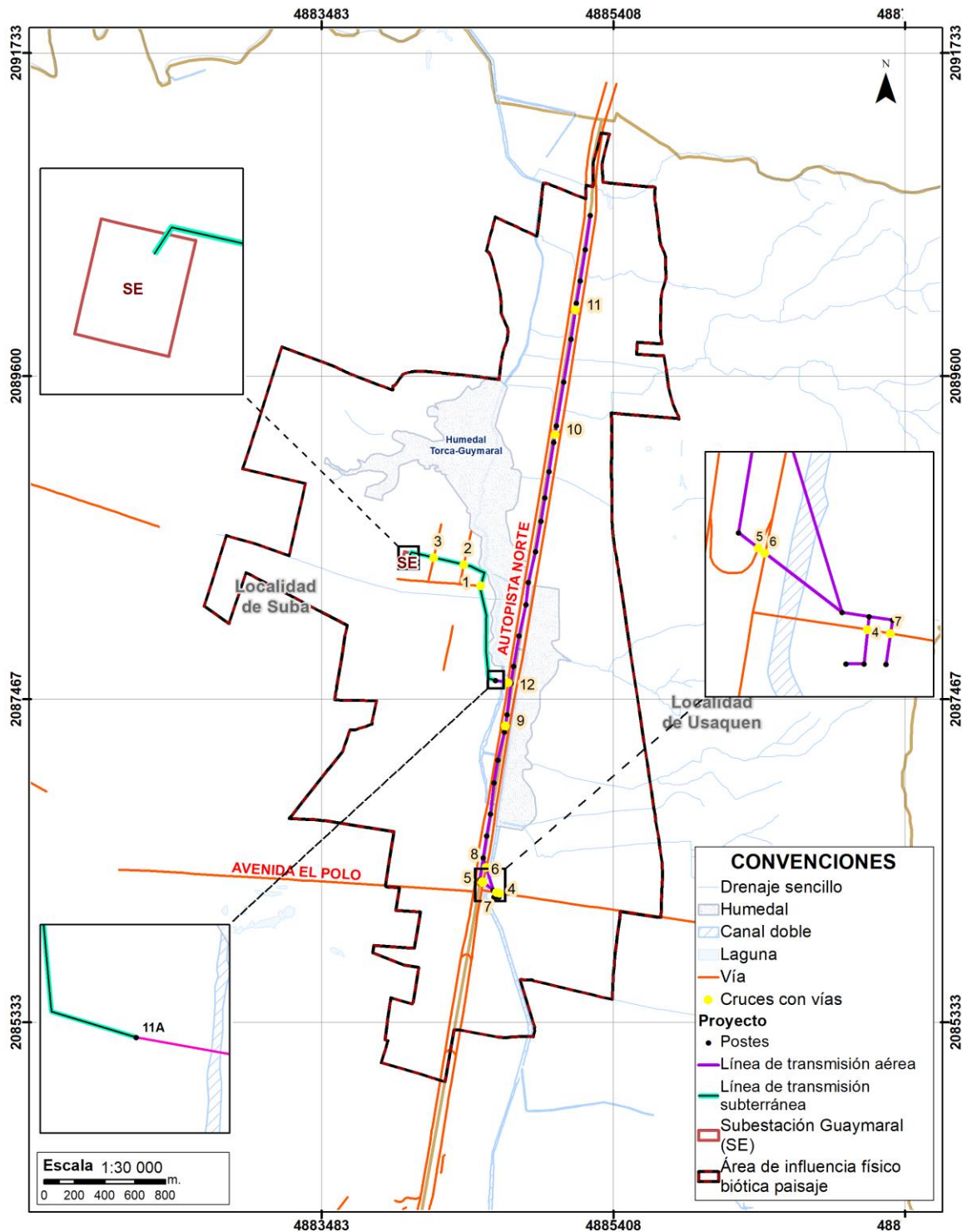
⁵ Ministerio de Transporte. Resolución 00950." Por la cual se dicta una medida tendiente a mejorar la seguridad vial del país, reglamentando la zona de carretera utilizable." 2006

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 13



ID	Elemento de cruce	Nombre vía	Adminis trador	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
				ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
5	Línea de transmisión aérea	AVENIDA PASEO DE LOS LIBERTADOR ES/AUTOPI S TA NORTE	Consorti o Constru ctor Sabana Norte	4884543,9	2086261,69	1003991,03	1020315,18
6	Línea de transmisión aérea			4884549,54	2086257,36	1003996,68	1020310,86
7	Línea de transmisión aérea			4884658,22	2086187,66	1004105,54	1020241,29
8	Línea de transmisión aérea			4884570,01	2086357,02	1004017,01	1020410,62
9	Línea de transmisión aérea			4884696,11	2087292,14	1004141,72	1021346,53
10	Línea de transmisión aérea			4885023,37	2089215,37	1004466,16	1023271,49
11	Línea de transmisión aérea			4885158,3	2090037,17	1004599,88	1024094,03
12	Línea de transmisión aérea			4884714,71	2087575,76	1004159,88	1021630,36

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-2 Intersecciones del proyecto con infraestructura vial primaria o secundaria



Fuente: INVIAS, IDU y ANLA, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 15

Por otra parte, considerando lo descrito por la ANI y el geovisor ANISCOPIO, y de acuerdo con lo verificado en campo (ver Fotografía 3-1), se identificó dentro del área de influencia del proyecto una línea férrea, no obstante, como se observa en la Figura 3-3 esta línea férrea no presenta cruce con el trazado y/o la infraestructura del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”.

Fotografía 3-1 Línea férrea



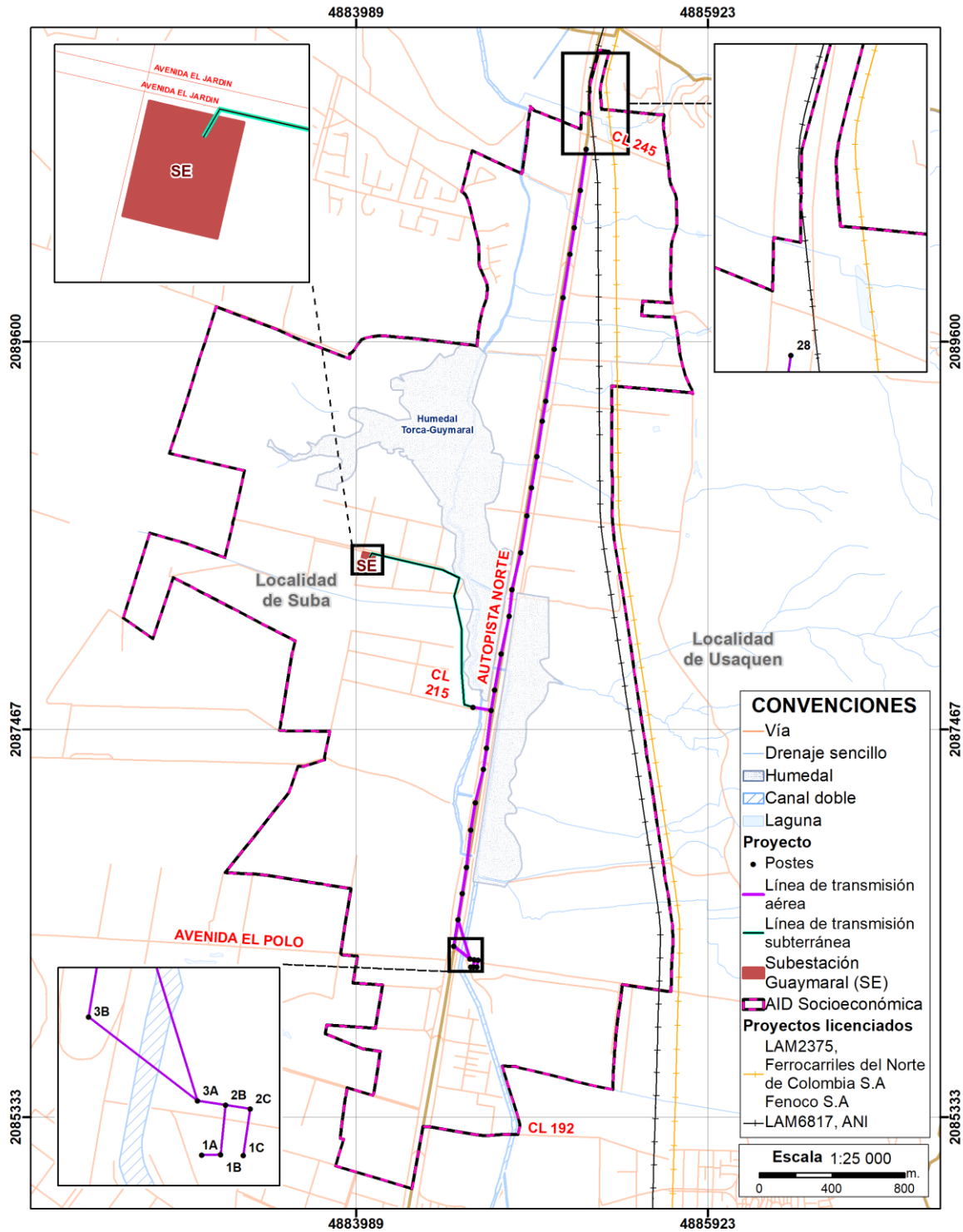
Localidad: Usaquéen - Barrio: Torca I
 Coordenadas: E 4885326,3012 N 2090705,1275
 Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Tabla 3-6 Concesión férrea

Concesión férrea	Operario	Tipo de contrato
Contrato de obra Bogotá-Belencito-Dorada-Chiriguaná	ANI	Obra Pública

Fuente: a partir de ANI, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-3 Infraestructura férrea existente dentro del área de influencia del proyecto



Fuente: a partir de ANI y ANLA, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

3.2.1.2 Infraestructura eléctrica

Dentro del área de influencia del proyecto se encuentra la Línea de Transmisión Torca – Bacatá a 230 kV en doble circuito perteneciente a ISA Intercolombia, de acuerdo con lo reportado por el SIAC⁶ (ver Tabla 3-7 y Fotografía 3-2), adicionalmente se encuentran las líneas Torca – Castellana a 115 kV, Torca – Autopista II a 115 kV, Torca – Suba la cual se encuentra desconectada y la línea Torca – Autopista I a 115 kV cuyo operador actual es ENEL COLOMBIA S.A E.SP. Se prevé que los 2 circuitos que irán hacia Guaymaral provengan de la LT Torca – Autopista I, en la cual se realizará la apertura del circuito sobre la calle 201.

Tabla 3-7 Proyectos de energía eléctrica presentes en el área de influencia del proyecto

Operador	Expediente	Proyecto	Nivel de tensión	Estado
Interconexión Eléctrica S.A E.S.P. ISA	LAM1261	Repotenciación Línea Torca-Bacatá a 230 kV	230kV	Archivado
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.	N.A.	LT Autopista 1 – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.	N.A.	LT Autopista 2 – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.	N.A.	LT Castellana – Torca	115kV	Activo
ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.	N.A.	LT Suba – Torca	115kV	Desconectada

Fuente: A partir de SIAC, adaptado por INGEDISA S.A.,2023

Para el cruce con la línea de ISA Torca – Bacatá a 230kV, se cruzan en 2 puntos de la línea entre los postes 1B-2B y 1C-2C se consideran alturas de estructura con altura de conductor superior de 13.2m, asegurando una distancia de cruce con las condiciones críticas de los cables de 3.91m entre 1B-2B y 3.66m entre 1C-2C, lo estipulado para el RETIE entre línea de 230kV y línea de 115kV con la corrección por altitud es de 3.5m aproximadamente.

Para los cruces con las líneas de media y baja tensión cabe dar claridad que cuando se presenten cruces con la infraestructura eléctrica de postes de la LT Autopista I – Torca – Guaymaral a 115 kV, se garantiza la coexistencia de los proyectos usando postes de entre 27m y 37.2m de altura dando cumplimiento a las distancias mínimas de seguridad entre líneas, definida en la normativa vigente de instalaciones eléctricas RETIE.

A continuación, en la Tabla 3-7 se presentan los sitios en donde se presenta cruce con infraestructura eléctrica:

⁶ SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA COLOMBIA -SIAC. Visor SIAC.
<https://mads.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=027a9ff6df9248a9b7fca8515ea46c14.2023>



  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 18

Tabla 3-8 Proyectos de energía eléctrica con el que se presentan cruces

Id	Sector de cruce	Tipo de infraestructura	Nivel de tensión	Estado	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
					Este	Norte	Este	Norte
1	P1B-P2B	Poste	Alta tensión	Operativa	4884637,25	2086178,75	1004084.57	1020232.34
2	P1C-P2C	Poste	Alta tensión	Operativa	4884656,25	2086175,75	1004103.58	1020229.37
3	P3A-P4	Poste	Media tensión	Operativa	4884571,55	2086354,03	1004018.55	1020407.63
4	P3B-P4	Poste	Media tensión	Operativa	4884540,35	2086359,96	1003987.32	1020413.51
5	CCD1-CE	Poste	Baja Tensión	Operativa	4884573,50	2087732,27	1004018.34	1021786.74
6	CE-CCD2	Poste	Baja Tensión	Operativa	4884559,35	2088259,34	1004003.35	1022314.13
7	CE-CCD2	Poste	Baja Tensión	Operativa	4884573,31	2088287,93	1004017.27	1022342.76
8	CCD2-CCD3	Poste	Baja Tensión	Operativa	4884152,82	2088418,44	1003596.31	1022472.69
9	CCD2-CCD3	Poste	Baja Tensión	Operativa	4884069,59	2088432,75	1003513.01	1022486.87
10	P17-P18	Poste	Media tensión	Operativa	4884933,70	2088664,27	1004377.3	1022719.9

Fuente: INGEDISA S.A.,2023

Fotografía 3-2 Línea Torca-Noreste a 230 kV

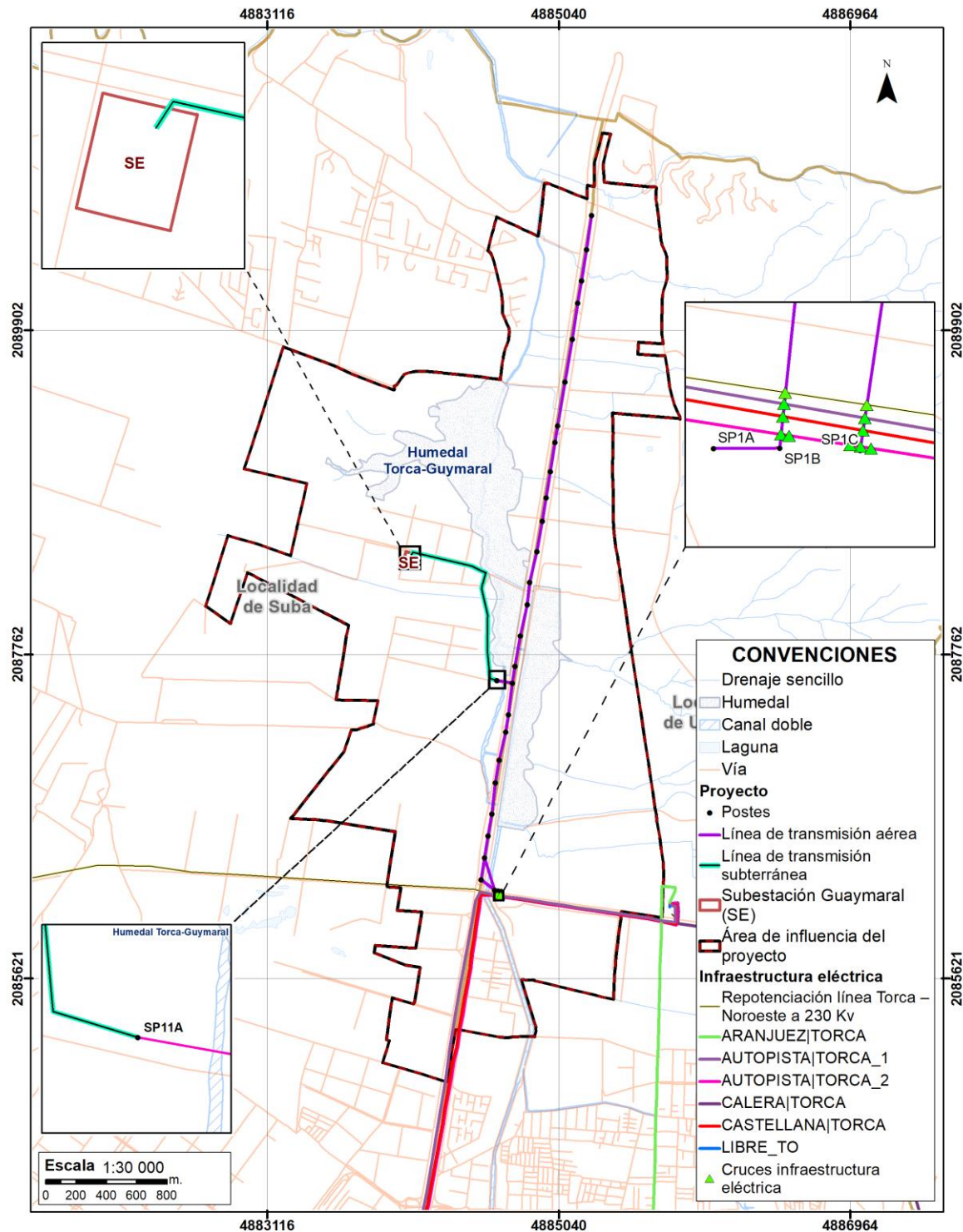


Localidad: Suba – Barrio: Casablanca Suba Urbano



Coordenadas: E 4884441,9807 N 2086205,1394

Fuente: A partir de SIAC, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-4 Redes eléctricas presentes en el área de influencia



Fuente: a partir de SIAC y UPME, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 20

3.2.1.3 Infraestructura lineal de hidrocarburos

De acuerdo con la Agencia Nacional de Hidrocarburos en el Geovisor y la información suministrada por CENIT-Transporte y Logística de Hidrocarburos a través del radicado CEB-VTP-3884-2023-E del 4 de septiembre de 2023 (ver **Anexos, Cap. 2, Correspondencia**) fue posible determinar que no se encuentra infraestructura de hidrocarburos en el área de influencia del proyecto.

Por otra parte, a partir de la información suministrada por VANTI S.A a través del radicado 10153620-1441-2023 del 05 de junio de 2023 se identificó la red de distribución de gas natural domiciliaria dentro del área de influencia del proyecto (ver Tabla 3-9, Tabla 3-10 y Figura 3-4).



Tabla 3-9 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia

Tipo de red	Tipo de gasoducto	Nombre Tramo	Habilitada	Diámetro (in)
Acero	Redes Distribución	Calle170-Chia 1	Si	14
Acero	Redes Distribución	Derivación industrial CAFAM	Si	4
Polietileno	N.R	N.R	Si	4
Polietileno	N.R	N.R	Si	1
Polietileno	N.R	N.R	Si	3
Polietileno	N.R	N.R	Si	2



Fuente: a partir de Vanti S.A, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Tabla 3-10 Redes de gasoducto presentes en el área de influencia



ID	Nombre	Nomenclatura	Descripción	Observación	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
					Este	Norte	Este	Norte
1	Red de gas de polietileno	RG_P	Área trabajo caja dirección 3_1	Áreas de trabajo cajas	4884077,25	2088433,38	1003520,67	1022487,51
2			Área trabajo caja dirección 3_1	Áreas de trabajo cajas	4884082,91	2088431,99	1003526,34	1022486,13
3			Área trabajo caja dirección 3_2	Áreas de trabajo cajas	4884070,88	2088434,94	1003514,29	1022489,07

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 21

ID	Nombre	Nomenclatura	Descripción	Observación	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
					Este	Norte	Este	Norte
4			Área trabajo caja dirección 3_2	Áreas de trabajo cajas	4884073,91	2088434,19	1003517,33	1022488,33
5			Caja cambio de dirección 3	Cajas	4884077,25	2088433,38	1003520,67	1022487,51
6			Caja cambio de dirección 3	Cajas	4884073,91	2088434,19	1003517,33	1022488,33
7			Plaza tendido 2B-2C	Plaza de tendido	4884642,85	2086198,82	1004090,14	1020252,43
8			Servidumbre subterránea 3_1	Servidumbre subterránea	4884535,28	2088208,06	1003979,34	1022262,77
9			Servidumbre subterránea 3_1	Servidumbre subterránea	4884532,89	2088208,27	1003976,96	1022262,98
10			Servidumbre subterránea 3_2	Servidumbre subterránea	4884529,21	2088208,58	1003973,27	1022263,29
11			Servidumbre subterránea 3_2	Servidumbre subterránea	4884531,64	2088208,37	1003975,7	1022263,08
12			Servidumbre subterránea 4_1	Servidumbre subterránea	4884419,45	2088360,22	1003863,2	1022414,85

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 22

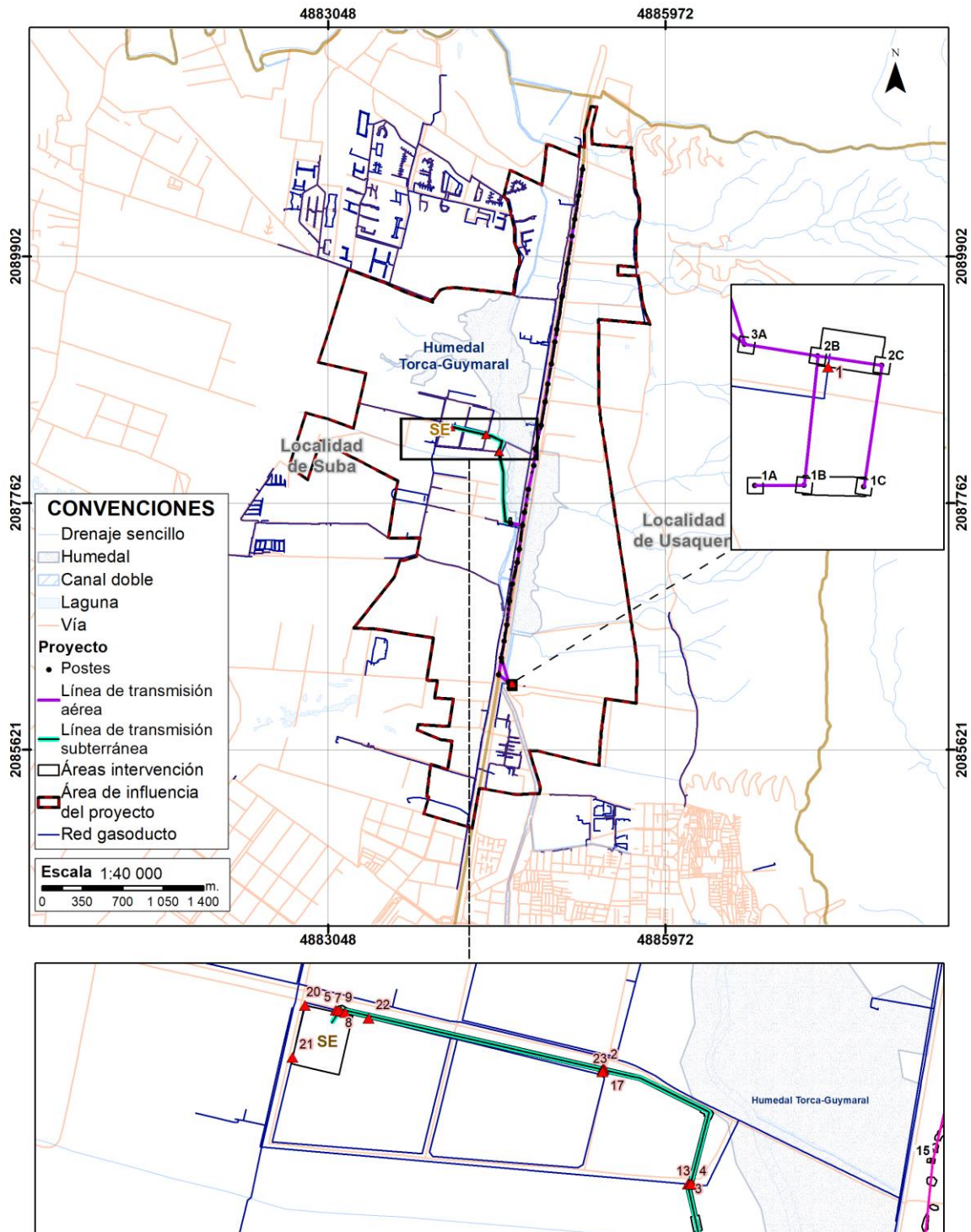
ID	Nombre	Nomenclatura	Descripción	Observación	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
					Este	Norte	Este	Norte
13			Servidumbre subterránea 4_1	Servidumbre subterránea	4884418,83	2088357,9	1003862,58	1022412,53
14			Servidumbre subterránea 4_2	Servidumbre subterránea	4884418,5	2088356,75	1003862,26	1022411,37
15			Servidumbre subterránea 4_2	Servidumbre subterránea	4884082,91	2088431,99	1003526,34	1022486,13
16			Zanja_3	Zanja	4884531,64	2088208,37	1003975,7	1022263,08
17			Zanja_3	Zanja	4884532,89	2088208,27	1003976,96	1022262,98
18			Zanja_4	Zanja	4884418,83	2088357,9	1003862,58	1022412,53
19			Zanja_4	Zanja	4884418,5	2088356,75	1003862,26	1022411,37
20			Subestación	Subestación Guaymaral	4884030,76	2088441,25	1003474,13	1022495,31
21			Subestación	Subestación Guaymaral	4884014,51	2088373,45	1003457,98	1022427,45

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 23



ID	Nombre	Nomenclatura	Descripción	Observación	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
					Este	Norte	Este	Norte
22			Servidumbre subterránea 4_2	Servidumbre subterránea	4884113,78	2088424,42	1003557,24	1022478,61
23			Servidumbre subterránea 4_2	Servidumbre subterránea	4884417,84	2088354,44	1003861,6	1022409,06

Fuente: a partir de VANTI S.A, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-5 Redes de gasoductos presentes en el área de influencia



Fuente: a partir de VANTI S.A., adaptado por INGEDISA S.A., 2023

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 25

3.2.1.4 Infraestructura minera

Teniendo en cuenta la información reportada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales-ANLA en el radicado 20232300400991 del 06 de septiembre de 2023 y la información reportada por la Agencia Nacional de Minería en el geovisor ANNA-Minería⁷ y el radicado 20232200478661 del 16 de mayo de 2023, no se identificó infraestructura minera en el área de influencia del proyecto. Encontrándose el título vigente más cercano a 1,5 km al norte del área de influencia del proyecto, en el municipio de Chía (ver Tabla 3-11).

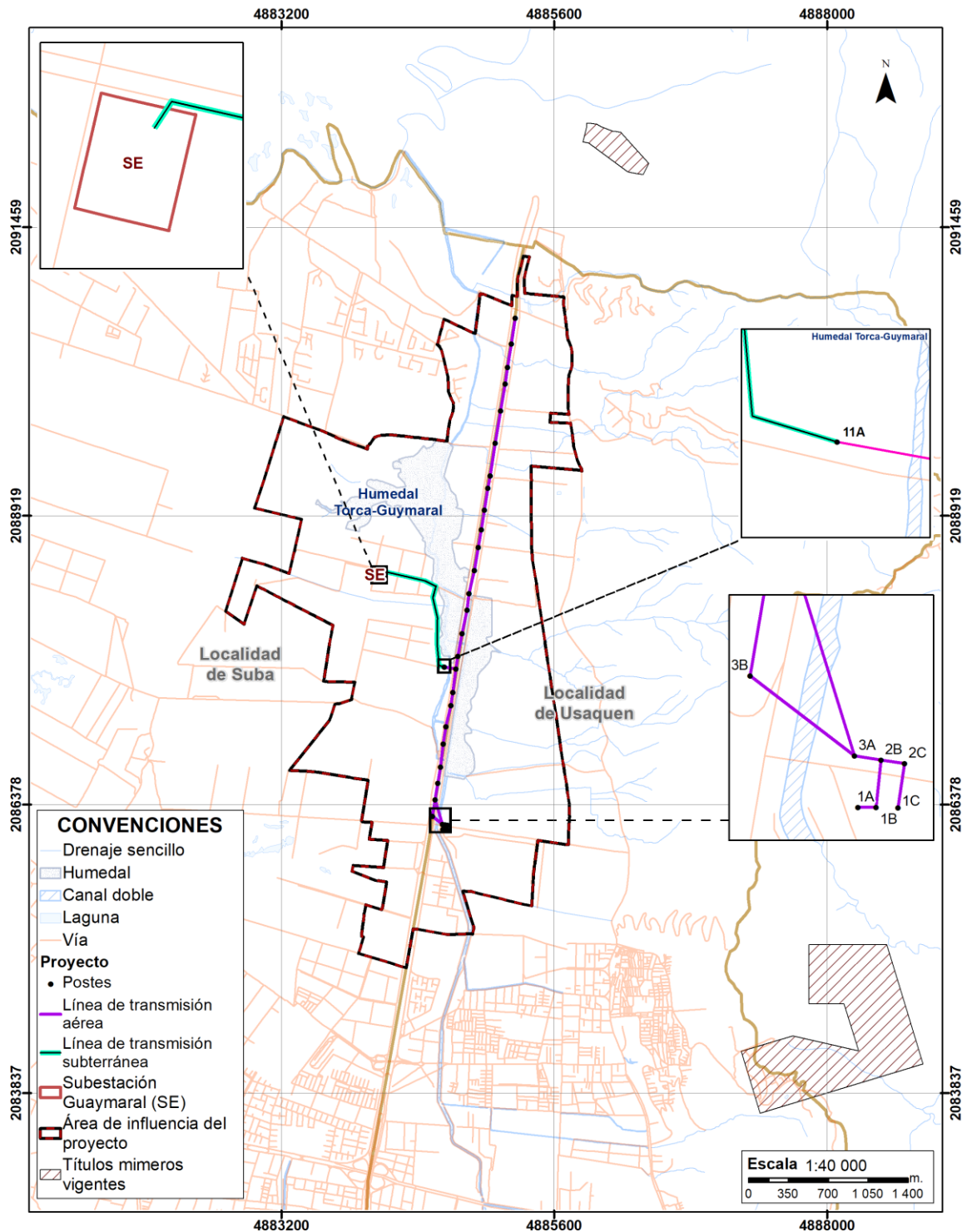
Tabla 3-11 Títulos mineros cercanos al área de influencia del proyecto

Código Exp	Estado	Municipio	Titular	Mineral	Distancia al área de influencia del proyecto
026	Activo	Chía	Compañía de trabajos urbanos s a	Arenas arcillosas, arenas feldespáticas, arenas industriales, arenas y gravas silíceas, gravas, recebo	1,6 km
15148	Título terminado- en proceso de liquidación	La Calera	Armando Giedelmann Vásquez, Ingrid Moller Bustos, Marco Tulio Páez Ávila, Proyectos y Construcciones Macheta Téllez Procomat	Arenas arcillosas, arenas feldespáticas, arenas industriales, arenas y gravas silíceas, gravas, recebo	2,85 km



Fuente: A partir de ANLA y ANM, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

⁷ AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA. ANNA MINERÍA.
<https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm>. 2023

Figura 3-6 Títulos mineros con relación al área de influencia definitiva del proyecto



Fuente: A partir de ANLA y ANM, adaptado por INGEDISA S.A., 2023



 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 27

3.2.1.5 Infraestructura social y/o productiva

De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia TdR-17, se presenta en la Tabla 3-12 la Infraestructura social y/o productiva en las inmediaciones del proyecto tales como iglesias, barrios, conjuntos residenciales, escuelas entre otras. Cabe resaltar que por las características del proyecto se establecen áreas de servidumbre por lo que esta infraestructura no se encuentra asociada al proyecto.

Tabla 3-12 Infraestructura social y/o productiva existente en el área de influencia del proyecto



ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
1	Bogotá Tennis Club	4885093,07	2090721,88	1004533,52	1024779,07
2	Cemex 240	4885097,00	2090307,43	1004538,11	1024364,36
3	Conjunto residencial Alcaparro (hacienda san simón)	4884708,41	2090503,95	1004148,96	1024560,39
4	Conjunto residencial Nogales (hacienda san simón)	4884789,55	2090225,79	1004230,59	1024282,19
5	Conjunto residencial Almendro (hacienda san simón)	4884728,09	2090019,47	1004169,42	1024075,64
6	Centurion foods Bogotá	4884996,22	2090086,00	1004437,62	1024142,63
7	Atención al usuario accesos norte 2	4885059,66	2090075,20	1004501,11	1024131,93
8	Vivienda	4885020,60	2089903,16	1004462,3	1023959,72
9	Automotor	4884940,28	2089648,71	1004382,33	1023704,98
10	TALLER ALLIANZ EXCELENCIA	4885005,14	2089620,54	1004447,28	1023676,89
11	Alemautos	4884985,15	2089581,96	1004427,34	1023638,26
12	Centro comercial Bima	4884859,09	2089306,30	1004301,63	1023362,22
13	Pista de Cards	4884971,13	2089443,86	1004413,52	1023500,05
14	Toyota CVI	4884847,08	2088627,47	1004290,68	1022682,94
15	Chevrolet Autoniza	4884846,08	2088592,78	1004289,74	1022648,23
16	L&STO – S.A.S	4884785,58	2088648,10	1004229,11	1022703,49
17	Grupo Premier Motores Británicos	4884841,67	2088563,17	1004285,37	1022618,59
18	Autoniza Suzuki 222	4884827,50	2088523,38	1004271,25	1022578,76
19	Estación de servicio Texaco Antares	4884833,17	2088497,00	1004276,97	1022552,37
20	Fábrica de parques infantiles	4884826,36	2088451,87	1004270,23	1022507,2
21	Nature Play Colombia S.A.S.	4884815,21	2088422,31	1004259,12	1022477,6
22	Vivero jardines tropicales	4884798,84	2088148,50	1004243,17	1022203,59
23	Activar servicios y almacenajes S.A.S.	4884751,39	2088187,75	1004195,62	1022242,79

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 28

ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
24	Restaurante mi margarita	4884573,62	2088189,81	1004017,74	1022244,57
25	Colegio Liceo Mount Vernon	4884378,76	2088217,70	1003822,71	1022272,17
26	Liceo Católico Campestre	4884445,99	2088304,59	1003889,85	1022359,23
27	Vivienda	4884465,06	2088391,81	1003908,79	1022446,53
28	TRANSPORTADORA ESCOLAR CAMARGO TECH SA	4884457,38	2088470,28	1003900,98	1022525,04
29	Gimnasio Campestre La Salette	4884469,07	2088508,94	1003912,62	1022563,74
30	Conjunto residencial El Molino	4884427,79	2088549,16	1003871,25	1022603,92
31	FML INGENIEROS & CIA, LTDA	4884419,08	2088599,01	1003862,46	1022653,79
32	Preescolar Colegio Richmond	4884375,54	2088604,44	1003818,88	1022659,15
33	Colegio Richmond	4884300,06	2088545,91	1003743,44	1022600,47
34	Gualdorf Hotel Canino	4884268,73	2088433,03	1003712,27	1022487,47
35	Colegio Nueva York	4884163,62	2088722,81	1003606,64	1022777,27
36	Gimnasio San Ángelo	4884179,09	2088527,90	1003622,43	1022582,26
37	Vivienda	4884289,88	2088633,85	1003733,12	1022688,45
38	Vivienda	4884056,25	2088652,34	1003499,31	1022706,58
39	Vivienda	4884022,90	2088662,63	1003465,92	1022716,83
40	Vivienda	4884010,78	2088666,69	1003453,79	1022720,87
41	Vivienda	4884006,24	2088645,14	1003449,28	1022699,3
42	Vivienda	4884005,71	2088623,12	1003448,79	1022677,26
43	Vivienda	4884042,63	2088616,03	1003485,74	1022670,23
44	Vivienda	4884026,97	2088619,92	1003470,06	1022674,1
45	Vivienda	4883985,37	2088664,42	1003428,37	1022718,56
46	Vivienda	4883951,04	2088665,67	1003394,01	1022719,75
47	Vivienda	4883947,54	2088638,17	1003390,56	1022692,23
48	Campus deportivo universidad Sergio Arboleda	4883912,38	2088678,81	1003355,31	1022732,84
49	Fundación torca Guaymaral	4884004,66	2088696,85	1003447,62	1022751,04
50	Botero Ingenieros SAS	4883841,64	2088699,82	1003284,49	1022753,75
51	Gimnasio San José de Bavaria	4883965,18	2088705,71	1003408,1	1022759,84
52	Bodega	4883859,57	2088731,14	1003302,38	1022785,12
53	Gimnasio Campestre Charles de Gaulle	4884025,52	2088529,21	1003468,76	1022583,33
54	Restaurante La Cabaña	4883915,66	2088492,91	1003358,88	1022546,83



ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
55	Tienda Kiosco Donde el Mono	4883903,58	2088495,33	1003346,79	1022549,23
56	Parqueadero	4883799,98	2088520,17	1003243,09	1022573,93
57	Locales comerciales	4883777,91	2088523,13	1003221	1022576,85
58	Universidad UDCA zona sur	4883506,49	2088621,01	1002949,25	1022674,37
59	Macom rental sas	4883428,65	2088702,98	1002871,24	1022756,27
60	T&C Colombia SAS	4883411,49	2088630,87	1002854,18	1022684,08
61	Vivienda	4883382,57	2089316,63	1002824,16	1023370,23
62	Finca El Jardín Sunshine	4883465,26	2088561,18	1002908,09	1022614,43
63	Universidad UDCA zona norte	4883588,01	2088525,47	1003030,98	1022578,89
64	Parqueadero UDCA	4883830,00	2088464,59	1003273,21	1022518,36
65	Invernadero UDCA	4883958,67	2088437,14	1003402,01	1022491,09
66	Sede colegio verde UDCA	4884173,34	2088362,05	1003616,93	1022416,29
67	Proyecto cuarto de milla americano	4883014,22	2088351,27	1002457,1	1022403,68
68	COJARDIN SERVICIOS PÚBLICOS SOSTENIBLES COJARDIN SA ESP	4883980,48	2088371,88	1003423,94	1022425,83
69	Liceo Chico Campestre	4884033,16	2088319,88	1003476,73	1022373,88
70	Cementos y solventes SA	4884033,08	2088370,08	1003476,57	1022424,11
71	Clud de Mascotas la Primavera	4884014,19	2088244,43	1003457,87	1022298,35
72	Vivienda	4884071,74	2088278,78	1003515,4	1022332,81
73	Vivienda	4884101,68	2088266,61	1003545,38	1022320,68
74	Vivienda	4884114,13	2088297,86	1003557,79	1022351,97
75	Vivienda	4884100,83	2088333,89	1003544,42	1022388
76	Patio SITP Cipress MASIVO CAPITAL	4884103,23	2088223,44	1003547	1022277,48
77	Conjunto residencial Paysamay	4884223,40	2088356,63	1003667,03	1022410,95
78	Vivienda	4884214,02	2088298,91	1003657,74	1022353,18
79	Vivienda	4884232,39	2088255,44	1003676,19	1022309,71
80	Vivienda	4884269,92	2088252,73	1003713,75	1022307,06
81	El Camino Academy	4884329,46	2088257,77	1003773,32	1022312,19
82	Bodega	4884383,27	2088337,54	1003827,03	1022392,1
83	Liceo Católico Campestre	4884416,87	2088235,31	1003860,82	1022289,86
84	Campus prince	4884375,17	2088003,28	1003819,46	1022057,61
85	Colegio Australiano Campestre	4884397,45	2087772,14	1003842,11	1021826,36

ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
86	Monteperla Paintball Park	4884545,81	2087923,68	1003990,33	1021978,23
87	GESOL Maquinaria	4884671,66	2087841,56	1004116,39	1021896,26
88	Vivero monte perla	4884714,63	2087739,69	1004159,55	1021794,39
89	Cobertizo	4884626,34	2087608,30	1004071,41	1021662,78
90	Parqueadero colegio australiano campestre	4884567,00	2087633,27	1004011,99	1021687,67
91	Restaurante CI215	4884458,71	2087625,04	1003903,64	1021679,26
92	Club campestre cafam	4884562,44	2087566,34	1004007,53	1021620,69
93	Campus deportivo gimnasio la montaña	4884085,37	2087620,07	1003530,08	1021673,7
94	Liceo de Colombia Bilingüe	4884244,81	2088001,99	1003689,02	1022056,12
95	Gimnasio Los Arrayanes Bilingüe	4884117,27	2087994,34	1003561,41	1022048,26
96	BARMAR	4884293,11	2087913,92	1003737,48	1021968,07
97	30estauran el sol	4884294,12	2087845,04	1003738,6	1021899,15
98	Colegio Andino – Deutsche Schule Bogotá	4883916,99	2087937,79	1003361,09	1021991,36
99	Corporación Cultural Alejandro Von Humboldt Colegio Andino	4883974,85	2087957,59	1003418,95	1022011,26
100	Colegio Nueva Inglaterra	4883982,82	2087904,41	1003427,01	1021958,06
101	Colegio Gran Bretaña	4883968,31	2087837,00	1003412,6	1021890,59
102	Conjunto residencial andino	4883879,12	2087798,29	1003323,41	1021851,71
103	The Victoria School	4883998,17	2087749,39	1003442,62	1021802,97
104	Gimnasio la montaña	4883856,88	2087624,77	1003301,43	1021678,05
105	Colegio Bilingüe Buckingham	4883733,35	2087629,38	1003177,82	1021682,47
106	Parqueadero Gimnasio la montaña	4883685,26	2087483,01	1003129,93	1021535,93
107	fundación club los arrayanes – Fundación de investigación	4883875,40	2087473,35	1003320,2	1021526,56
108	Campus Norte del Colegio Champagnat	4884021,90	2087398,82	1003466,91	1021452,21
109	Gimnasio los Andes	4884189,13	2087235,72	1003634,5	1021289,27
110	Colegio San Viator	4884525,83	2087288,35	1003971,34	1021342,47
111	Parque Cementerio Jardines del Recuerdo	4884244,25	2086965,77	1003690,08	1021019,24
112	City Parking Jardines del Recuerdo	4884563,56	2086765,52	1004009,91	1020819,36
113	Funeraria Jardines del Recuerdo	4884517,13	2086784,43	1003963,42	1020838,21
114	Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	4884431,02	2086587,59	1003877,57	1020641,11

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 31

ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
115	City Parking Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito	4884496,86	2086482,51	1003943,61	1020536,07
116	Urbansa lagos de torca	4884440,99	2086169,99	1003888,2	1020223,26
117	PREVICAR 197 – Estación de inspección de vehículos	4884369,38	2086014,13	1003816,79	1020067,19
118	Mega Outlet	4884372,65	2085925,56	1003820,2	1019978,57
119	autogermana	4884202,71	2085929,85	1003650,14	1019982,6
120	Concesionario y Taller Dercocenter Narita Motors	4884372,44	2085726,44	1003820,3	1019779,33
121	Asadero El Guayatuno	4884366,51	2085667,54	1003814,46	1019720,38
122	Club campestre el rancho	4884235,65	2085542,38	1003683,71	1019594,94
123	Colegio Santa Mariana de Jesús	4884172,25	2085391,47	1003620,51	1019443,83
124	Centro de Operaciones SITP Calle 191 Consorcio Express	4884195,18	2085032,20	1003644,01	1019084,37
125	Cementerio Hebreo del Norte	4883904,05	2086709,46	1003350,07	1020762,23
126	Parqueadero el cerezo	4884217,77	2085218,88	1003666,33	1019271,2
127	Estación Terminal Norte Transmilenio	4884436,07	2085294,08	1003884,65	1019346,79
128	El Corral Makro – Restaurante	4884445,39	2085321,08	1003893,93	1019373,82
129	Jamar Norte – Tienda de muebles	4884455,50	2085358,54	1003903,99	1019411,32
130	Primax Texana – Gasolinera	4884463,93	2085428,33	1003912,31	1019481,17
131	Serviteca y montallantas Elver – Taller de reparación de automóviles	4884650,63	2085293,77	1004099,34	1019346,82
132	MAKRO SUPERMAYORISTA S.A. – CUMARÁ – Grandes almacenes	4884796,61	2085297,33	1004245,41	1019350,61
133	Parque creativo – Canaima	4884775,44	2085357,76	1004224,13	1019411,04
134	pista Skate – Canaima	4884787,29	2085307,66	1004236,07	1019360,93
135	canchas de baloncesto – Canaima	4884738,72	2085401,34	1004187,32	1019454,59
136	Bodega Autogermana – Almacén	4884672,44	2085442,98	1004120,93	1019496,16
137	MEGALLANTAS DEL NORTE – Tienda de neumáticos	4884469,07	2085523,50	1003917,31	1019576,41
138	San Andresito Norte – Centro comercial	4884556,85	2085495,15	1004005,19	1019548,18

ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
139	zona libre 195- centro comercial	4884540,34	2085455,56	1003988,73	1019508,54
140	Puerto Norte centro comercial	4884480,17	2085589,67	1003928,31	1019642,64
141	Aristas 195 – Tienda de muebles	4884502,03	2085654,84	1003950,08	1019707,88
142	Full House – Tienda de muebles	4884622,64	2085618,20	1004070,83	1019671,41
143	Barrio Canaima (densamente poblado)	4884537,51	2085708,09	1003985,5	1019761,22
144	Iglesia Sendas de Amor y Fe – Iglesia cristiana	4884647,24	2085763,06	1004095,22	1019816,4
145	Coliseo de Hockey en Línea – Deportes de aventura Bogotá	4884505,30	2085812,09	1003953,11	1019865,24
146	Muebles Tugo Autopista Norte	4884517,93	2085861,13	1003965,67	1019914,33
147	BMW Autogermana – Concesionario de automóviles	4884534,21	2085922,22	1003981,86	1019975,48
148	Restaurante La Múnich – Bocatería	4885215,83	2085679,95	1004664,3	1019734,13
149	Universidad del Rosario Sede de Emprendimiento, Innovación y Creación	4884772,96	2085272,93	1004221,78	1019326,16
150	Bio parque- Canaima	4884704,63	2086369,13	1004151,69	1020422,94
151	Parqueadero cementerio jardines de paz	4884919,07	2086339,88	1004366,31	1020394,01
152	cementerio jardines de paz	4885574,81	2086892,31	1005021,6	1020947,82
153	Vivienda	4885581,08	2087041,91	1005027,64	1021097,53
154	Vivienda	4885396,77	2087250,55	1004842,89	1021306,01
155	Vivienda	4885085,80	2087866,19	1004530,75	1021921,55
156	Vivienda	4885156,16	2088196,49	1004600,64	1022252,17
157	Vivienda	4884306,67	2085036,25	1003755,57	1019088,6
158	Mazonver, Canchas De Fútbol	4885241,51	2088521,49	1004685,53	1022577,52
159	hard Paintball	4884986,79	2088552,38	1004430,6	1022608,02
160	Pradera Box – Parque	4885103,70	2088591,31	1004547,52	1022647,16
161	Muebles y Accesorios Tienda de artículos para el hogar	4884989,75	2088671,34	1004433,37	1022727,06
162	Kia Metrokia Cll 224 – Concesionario Kia	4885099,91	2088675,29	1004543,6	1022731,19
163	Vivienda	4885242,10	2088848,24	1004685,61	1022904,48
164	Usados Autogermana La Gloria – Concesionario BMW	4885072,83	2089097,87	1004515,83	1023154

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 33

ID	Nombre	Coordenadas -CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
		Este	Norte	Este	Norte
165	Multiparque	4885149,78	2089180,63	1004592,7	1023236,93
166	Artesa- muebles	4885170,79	2089425,02	1004613,34	1023481,51
167	Cancha de hokey	4885236,17	2089407,42	1004678,79	1023464
168	W1 BMX CLUB – Circuito de BMX	4885526,38	2089412,57	1004969,18	1023469,61
169	Restaurante Campestre El Tablazo Parrilla Picnic	4885366,74	2089458,66	1004809,36	1023515,48
170	Vivienda	4885721,38	2089518,86	1005164,13	1023576,28
171	Universidad externado de Colombia- sede alcázar	4885199,17	2089619,47	1004641,43	1023676,13
172	ETB Guaymaral	4885232,55	2089865,27	1004674,45	1023922,14
173	Colegio Miguel Antonio Caro	4885678,78	2089927,24	1005120,86	1023984,85
174	Paintball La Mansión	4885696,74	2090100,31	1005138,56	1024158,06
175	International Dog House – Guardería canina	4885707,59	2090321,44	1005149,07	1024379,35
176	Rancho la María – Restaurante y eventos	4885676,66	2090483,99	1005117,86	1024541,95
177	Al límite paintball	4885550,30	2090537,73	1004991,34	1024595,53
178	Fotón auto norte- venta de vehículos	4885268,87	2090385,84	1004709,97	1024443,1
179	Moto Mart S.A. – venta de maquinaria agrícola	4885312,85	2090620,41	1004753,6	1024677,88
180	Estación de servicio Terpel	4885324,64	2090667,44	1004765,33	1024724,96

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

3.2.2 Fases y actividades del proyecto

Con la finalidad de incluir la descripción de cada una de las actividades asociadas a la naturaleza del proyecto, en la Tabla 3-13 se enlistan, agrupan y describen las diferentes etapas que comprende el proyecto: preconstrucción, construcción, operación y mantenimiento y desmantelamiento y abandono, asimismo, se encuentra una etapa denominada “actividades transversales”, la cual no se asocia a un momento específico en el ciclo de vida del proyecto, no obstante, sus actividades pueden presentarse en cualquiera de las etapas ya citadas. De igual forma, es importante recordar que el proyecto se ejecutará considerando las fases expuestas en la Tabla 3-2 del presente documento.

Tabla 3-13 Etapas y actividades del proyecto

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
ACTIVIDADES TRANSVERSALES	1	Gestión social, información y socialización a autoridades y comunidades, entre otros.	Comprende todas las acciones que tanto Enel Colombia S.A ESP como el contratista realicen de manera obligatoria y/o voluntaria en su relacionamiento con las autoridades ambientales, distritales, así como de sus comunidades, propietarios y demás actores involucrados los cuales hacen parte del área de influencia definitiva del proyecto	X	X	X
	2	Contratación, inducción y capacitación de mano de obra	Comprende la contratación de mano de obra calificada o no calificada, así como la inducción y capacitación para ejecutar las subsecuentes actividades del proyecto.	X	X	X
	3	Transporte de material, equipo y otros	Transporte de equipos y materiales de construcción para el proyecto en la etapa de construcción, operación y mantenimiento, desmantelamiento y abandono, tales como freno y malacate, estructuras de transición, entre otros materiales de construcción, serán trasladados desde los patios de acopio hasta el sitio de montaje y tendido o hasta la subestación, por medio de automotores y/o de forma peatonal.	X	X	X
	4	Generación de residuos	En ejecución de las etapas de construcción, y desmantelamiento, abandono y restauración final, se generarán residuos líquidos y sólidos de carácter domésticos y de construcción y demolición (RCD), y RESPEL, así como cilindros de SF6 (almacenados temporalmente en fase constructiva) que serán separados y dispuestos en puntos limpios temporales, en los frentes de obra y finalmente serán recolectados y dispuestos mediante un tercero autorizado por las entidades ambientales con la finalidad de garantizar la correcta disposición final. Es importante resaltar que no se considera en la etapa operativa toda vez que la subestación será manejada de forma remota y los trabajos asociados a mantenimiento son esporádicos.	X	X	X

 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 35

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
PRE-CONSTRUCCIÓN	5	Estudios iniciales, selección del trazado definitivo, replanteo y diseño detallado	Consiste en el desarrollo de labores de oficina y campo como estudio de suelos, medidas de resistividad, labores de topografía y replanteo, y diseño definitivo tanto de la subestación como de la línea de transmisión asociada (aérea y subterránea) y de las demás obras civiles del proyecto.	X	X	X
	6	Gestión y adquisición de servidumbre	La adquisición de la servidumbre se define para el proyecto de acuerdo con la normatividad técnica aplicable, la infraestructura definida de forma particular para el proyecto. En este se concerta y constituye de la servidumbre con los propietarios de los predios a lo largo del eje de la línea de transmisión aérea (ancho de 15 m que corresponde a 7,5 m a lado y lado) que incluye el alineamiento del proyecto e infraestructura (postes) y para la línea subterránea se define una servidumbre teniendo en cuenta que esta será el área de trabajo necesaria para trabajos y mantenimiento (ancho de 6 m que corresponde a 3 m a lado y lado para la ductería y perímetros adicionales entre 3m a 10m fuera del área de las cajas). Esta distancia de seguridad es aplicable para el tramo aéreo donde las estructuras deben ir ubicadas de acuerdo con lo establecido en el RETIE		X	X
CONSTRUCCIÓN	7	Adecuación de áreas de uso temporal	Comprende la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás cobertura vegetal; seguido de ello se realizará la adecuación de áreas para acceder a los sitios de estructura, cámaras o cajas de empalme, plazas de tendido, patios de acopio de materiales y demás puntos de trabajo en el que se requiere el ingreso de personal, equipos y otros. Comprende, caminos peatonales, vehiculares que se encuentre en estado deficiente y demás rutas de acceso.	X	X	X
	8	Apertura y adecuación del tramo subterráneo	Comprende la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás cobertura vegetal; así como la excavación y la adecuación de las paredes de esta de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño.		X	
	9	Construcción de cámaras o cajas de empalme,	Construcción de cámaras o cajas en el corredor, que permitirán el tendido de la ductería, conductores y el posterior mantenimiento de la línea subterránea.		X	X

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 36

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
		inspección y deflexión				
	10	Construcción y tendido de la ductería	Comprende las actividades constructivas necesarias para realizar la instalación de la ductería dentro de la excavación realizada en el corredor, incluye la construcción de cercha. La ductería debe estar libre de obstáculos que eviten el paso del conductor.		X	
	11	Cimentación, relleno y compactación de la línea subterránea	Comprende los trabajos de relleno y compactación de los bancos de ductos o canalizaciones de los tramos con zanja abierta, el tendido de la ductería estará embebido en hormigón que servirá de protección y permitirá un entorno con propiedades de disipación térmica definidas y estables; se terminará el relleno de la zanja con el material proveniente de la excavación o de acuerdo con los requerimientos del diseño.		X	
	13	Adecuación de sitios de postes del tramo aéreo y otras estructuras (remoción, descapote, explanación excavación y cimentación)	<p>Comprende la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás cobertura vegetal; así como explanación (preparación del terreno con la finalidad de nivelarlo mediante el uso de motoniveladora y en caso de ser necesario el reemplazo de suelos de acuerdo con las recomendaciones geotécnicas) y excavación (extracción de materiales y estabilización de la excavación) para cimentaciones en el sitio de los postes y cercha de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño.</p> <p>Despeje de servidumbre de acuerdo a las distancias de seguridad: Hace referencia al despeje de la vegetación presente en la servidumbre que interfiere con la construcción u operación de la línea de transmisión, es de anotar, que esto se realizará dependiendo del tipo y altura de la vegetación, puede manejarse por medio de podas o aprovechamiento en sitios de poste o si la altura del espécimen de la cobertura vegetal alcanza niveles críticos, que puedan afectar el tendido.</p> <p>Cimentación de los sitios en donde se ubican las</p>	X		

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
			estructuras (postes y cercha): La cimentación está constituida por elementos en concreto reforzado que transmiten las cargas y peso de las estructuras a un estrato del suelo con la capacidad portante adecuada de acuerdo a las recomendaciones geotécnicas del diseño.			
	12	Armado y tendido de la cercha	Esta actividad consiste en el montaje de la cercha metálica con la finalidad de adecuar el paso aéreo sobre una lámina de agua en el tramo subterráneo; incluye el vestido de la estructura, la instalación de herrajes y ductos, tendido de conductores, templado de conductores y cable de guarda, se empleará tendido convencional.		X	
	14	Adecuación del terreno de la subestación (remoción, descapote, explanación excavación y cimentación)	Se realizará el aprovechamiento forestal de la vegetación presente en el predio de la subestación del proyecto, que interfiere con la construcción u operación de la subestación; Igualmente, comprende la demolición de infraestructura, la remoción de la capa superficial, la extracción de todas las raíces, troncos y demás, así como explanación y excavación de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño de la subestación y las bahías de conexión.			X
	15	Construcción de subestación	Instalación de acero de refuerzo, fundida de concreto, armado de estructura metálica de soporte, instalación de equipos de control como bahías de línea, bahías de transformación, transformadores de AT/MT, celdas de MT, equipos y gabinetes de control, protecciones y comunicaciones, potencia y medida, vías internas en pavimento asfáltico, drenajes de aguas lluvia, cárcamos, construcción de la caseta de control, instalación de cableado de potencia y de control, construcción de cerramiento en mampostería estructural. Para la construcción de la edificación se prevén cimentaciones con zapatas aisladas, construcción de ductos y cajas de inspección internas para la conexión del sistema de alcantarillado de la ciudad.			X

 	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”</p>	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 38


Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
	16	Montaje de equipos, postes y tendido de las líneas de transmisión.	Esta actividad consiste en el montaje de postes metálicos, vestido de estructuras, instalación de herrajes y aisladores, tendido de conductores, templado y engrampado de conductores y cable de guarda, pruebas y puesta en servicio. En los casos donde el terreno lo permita, se empleará tendido convencional. En esta fase se instalan los desviadores de vuelo en los vanos y balizas establecidos para tal fin.	X	X	
	17	Izaje de carga para instalación de postes	Es la actividad que se realizará por medio de grúa para movilizar los tramos de postes en los sitios donde serán instalados	X		
	18	Desmonte de instalaciones en áreas de uso temporal	Se retirarán las facilidades temporales instaladas para ejecutar la etapa constructiva como espacios de tendido, patios de acopio de materiales, entre otros.	X	X	X
	19	Construcción de obras de protección y estabilización	Consiste inicialmente en la identificación de sitios de poste o zonas aledañas que requieren obras de protección o estabilidad geotécnica. Una vez identificados, se lleva a cabo el diseño y construcción de obras y acciones destinadas a proteger y mantener estables los sitios de estructura, así como prevenir y controlar posibles procesos erosivos alrededor de las áreas intervenidas. Los tipos de obra serán los recomendados en los estudios geotécnicos según el análisis y necesidades cada zona en particular.	X	X	
	20	Reconformación de las áreas intervenidas por el proyecto en fase constructiva	Hace referencia a procesos de reconformación morfológica. Se debe dejar la zona por lo menos en condiciones similares a las encontradas antes de su construcción, por lo que es importante realizar un registro detallado del medio biótico y abiótico antes de realizar la obra	X	X	
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	21	Energización	Corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, cumplimiento de las distancias de seguridad, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.	X	X	X

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
	22	Operación de la línea y Subestación	Funcionamiento de la línea de transmisión y subestación, de tal manera que el conductor transporta energía a lo largo de la red, de acuerdo con las normas de seguridad y cumpliendo con los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos.	X	X	X
	23	Control de estabilidad	Incluye la revisión e identificación de los puntos y/o áreas que puedan presentar procesos erosivos o de inestabilidad y según los requerimientos geotécnicos que necesiten algún tipo de intervención; así mismo, incluye la identificación de posibles mantenimientos o reparaciones de las obras de estabilidad hechas en la fase de construcción del proyecto. Una vez realizada la identificación, se llevan a cabo los mantenimientos, reparaciones o adecuaciones de las obras de protección y estabilización geotécnica, con el fin de mantener y/o mejorar la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes	X		
	24	Mantenimiento electromecánico	<p>Los mantenimientos comprenden el cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos, pintura, señalización de estructuras, cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores, cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra y mediciones de resistencia de las puestas a tierra. De igual forma estas labores también pueden incluir la poda.</p> <p>Mantenimiento preventivo: En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de las redes de distribución que puedan afectar la continuidad del servicio.</p> <p>Mantenimiento de la servidumbre: Se llevará a cabo la revisión y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar si existe interferencia con la vegetación o cualquier tipo</p>	X	X	X

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
			<p>de edificaciones; si tal situación se evidencia, se realizará la tala y/o poda de esta vegetación y/o acciones necesarias para retirar la infraestructura que allí se instaló, en la medida que las condiciones sociales y políticas lo permitan.</p> <p>Mantenimiento correctivo: En esta fase se repararán los daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados. Incluye la poda.</p> <p>Para el caso del tramo subterráneo antes de iniciar un trabajo, se deben verificar la ausencia de tensión eléctrica; poner la misma en corto circuito y a tierra, a ambos lados, lo más cerca posible del lugar de trabajo, asegurándose de que las tomas de tierra mantengan continuidad. Se deben colocar barreras de protección y señales o avisos de seguridad. La desconexión de líneas o equipos de la fuente de energía eléctrica se debe hacer abriendo primero los equipos diseñados para operar con carga. Identificar la ubicación de los equipos conforme a lo indicado en los planos. Ubicar las trayectorias, circuitos de alimentación, transformador y seccionador. Identificar los riesgos y determinar las medidas preventivas para realizar las tareas.</p>			
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	25	Desenergización	<p>Se refiere a dejar sin energía todos los elementos conductores de energía eléctrica, garantizando que al momento de desenergizar la subestación y la línea, la demanda que la subestación atendida sea suplida por algún sistema conexo.</p> <p>Cierre de permisos, autorizaciones y pasivos ambientales: Establecer e implementar los lineamientos y metodologías de las actividades de Desenergización y desmantelamiento de la línea</p>	X	X	X

Etapa del proyecto	No.	Actividad	Descripción	LT Área	LT Subterránea	Subestación
			de transmisión y la subestación, mediante la disposición de elementos y obras asociadas que se deberán seguir para realizar el manejo, de acuerdo a la normatividad vigente aplicable.			
	26	Desmantelamiento, demolición y cierre de infraestructura de la subestación y línea de transmisión	<p>Aplica al retiro de la subestación y la línea de transmisión, es de anotar, que los elementos retirados pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otra subestación o línea.</p> <p>Demolición de la infraestructura: Consiste en el rompimiento de la infraestructura construida en los casos que se requiera, se debe evaluar la viabilidad de mantener la infraestructura en su sitio y realizar un descabezado de elementos sobresalientes.</p>	X		X
	27	Reconformación de las áreas intervenidas	Hace referencia a procesos de conformación morfológica. Se debe dejar la zona por lo menos en condiciones similares a las encontradas antes de su construcción, por lo que es importante realizar un registro detallado del medio biótico y abiótico antes de realizar la obra y antes de realizar las demoliciones.	X	X	X

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 42

3.2.3 Características técnicas

Con el propósito de determinar el tipo y cantidad de estructuras necesarias para la línea aérea y definir el trazado y método constructivo adecuado para el tramo subterráneo, se llevó a cabo un análisis basado en la ingeniería conceptual. Este análisis tomó en cuenta las distancias mínimas de seguridad entre el conductor más bajo y el terreno en áreas con acceso vehicular o peatonal. Además, se consideraron las redes subterráneas circundantes relacionadas con la prestación de servicios públicos, como el acueducto y el gas natural, las líneas de transmisión existentes, cuerpos de agua, infraestructura social, entre otros elementos, cumpliendo con las regulaciones estipuladas en el RETIE⁸.

En tal sentido, con relación a la línea de transmisión aérea esta estará apoyada en postes de 4 circuitos donde 2 circuitos serán instalados hacia Guaymaral y los otros 2 circuitos se deja la disponibilidad para la instalación a futuro, como se mencionó previamente, la línea aérea de alta tensión prevista recorrerá aproximadamente 5.00 km iniciando en la avenida polo y pasando a lo largo del separador de la autopista norte desde la conexión con la Línea Autopista I -Guaymaral y Torca Guaymaral 115 kV hasta la calle 245. No obstante, como se mencionó en la Tabla 3-2 esta línea de transmisión se desarrollaría en 2 fases la primera que se desarrollaría entre la calle 201 y la calle 215 en donde 2 de sus circuitos pasan por un poste de transición para volverlos subterráneos y cruzar seguir en el trayecto hasta la calle 222 finalizando en la Subestación Guaymaral, adicionalmente también se tiene una segunda fase que se ejecutaría en un futuro acorde con la expansión de Enel Colombia S.A E.S.P entre la calle 215 y la calle 245 y en la cual se instalarán dos circuitos adicionales, es decir para un total de 4 circuitos de 115 kV en todo el proyecto, dependiendo de las necesidades del proyecto, es posible que las dos etapas se efectúen en paralelo para entender las necesidades de los clientes y los requerimientos propios de estabilidad del sistema.



Por otra parte, con respecto a la línea de transmisión subterránea de 1,27 km, la cual realizará la conexión entre la subestación Guaymaral y la línea de transmisión aérea, esta se construirá a través de zanja abierta y llevará exclusivamente los circuitos 2 circuitos que conectan con la subestación Guaymaral.

Finalmente, la subestación Guaymaral será tipo GIS 100% Indoor, que a diferencia de las subestaciones eléctricas tradicionales será de dos niveles y constará de una edificación con todos los equipos eléctricos como bahías de línea, bahías de transformación, transformadores de AT/MT, celdas de MT, equipos y gabinetes de control, protecciones y comunicaciones.

3.2.3.1 Adecuación y construcción

La ejecución de las etapas descritas previamente implica los siguientes aspectos respecto a vías de acceso e infraestructura de energía eléctrica.

⁸ MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90708. Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas-RETIE.2013

  INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 43

3.2.3.1.1 Vías de acceso

Previo a la descripción de las vías de accesos que utilizará el proyecto, es importante tener en cuenta los tipos de accesos, de acuerdo con lo estipulado en el Decreto 555 de 2021⁹, específicamente lo descrito en el artículo 152 con relación a la clasificación de la red vial en el distrito capital, como se muestra en la Tabla 3-14.

Tabla 3-14 Clasificación red vial en el distrito capital

Clasificación	Descripción
Malla vial local	Conformada por las calles locales que permiten el desarrollo de viajes de proximidad en las Unidades de Planeamiento Local. Según las necesidades del contexto, se permite la circulación de todos los modos, con prioridad a la circulación peatonal y los vehículos para la micromovilidad y el transporte de último kilómetro. Da soporte a las dinámicas de movilidad local, conectándolas con los sistemas de transporte de alta y media capacidad.
Malla vial intermedia	Conformada por calles por las que circulan el componente flexible del sistema de transporte público y altos flujos de movilidad en las Unidades de Planeamiento Local, da soporte a la vida local y de proximidad y complementan la operación de las mallas arterial y de integración regional.
Malla arterial	Son las calles que permiten el desarrollo de viajes de alcance urbano, dan soporte a la operación de todos los modos y es el sustrato para la localización de infraestructuras de la red de transporte público de alta y media capacidad. Dentro de esta malla se encuentran las calles que conforman los anillos y corredores que conectan con la región, dan acceso a los flujos de transporte y permiten los viajes de largas distancias al igual que soportan la actividad logística en la ciudad.
Enlaces	Están conformados por los pasos a nivel, deprimidos y elevados que interconectan las mallas viales, permitiendo la operación continua y segura de todos los modos de transporte. Todas las intervenciones para enlazar el sistema vial deben garantizar la seguridad de peatones y bicicuarios, para lo cual deberán privilegiar, para estos modos más vulnerables, los enlaces a nivel.


Fuente: a partir del Decreto 555 del 2021, adaptado por INGEDISA S.A., 2023


- **Vías de acceso existentes**

Para el proyecto se prevé el uso únicamente de vías existentes. Como se observa en la Tabla 3-15 y la **Figura 3-7** se contempla que el acceso a los sitios de interés del proyecto se realice principalmente desde malla vial local, intermedia y arterial y desde éstas a través de caminos peatonales. Sólo se realizarán adecuaciones puntuales si es necesario, o si se presentan daños a las vías existentes como consecuencia del uso por las labores del proyecto. Es importante resaltar que los aforos vehiculares para cada una de estas vías se encuentran descrito a detalle en el Capítulo 5.1.11 Atmosfera y en **Anexos, Cap. 5.1, Atmosfera, Aforo vehicular**. Es importante resaltar que la información asociada a infraestructura existente a escala 1:25.000 puede ser consultada en **Anexos, cartográfico, Infra existente**; en tal sentido, a continuación, se señalan los aspectos de mayor relevancia de los accesos existentes.


⁹ Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. 2021


Tabla 3-15 Infraestructura vial existente en el área de influencia del proyecto

Acceso	Descripción del acceso	Características técnicas	Registro fotográfico
<p>Acceso 1: Av. los libertadores /Autopista Norte</p>	<p>Vía de acceso arterial y vía de primer orden</p>	<p>Ancho: entre 10.5m y 12m Estado: pavimentado Uso actual: accesibilidad y movilidad de Bogotá</p>	<div data-bbox="892 430 1774 1096">  </div> <div data-bbox="1050 1120 1606 1209"> <p>Localidad: Suba - Barrio: Casa blanca suba urbano Coordenadas: E 4884874.433 N 2088444.520 Fuente: INGEDISA S.A., 2023</p> </div>

Acceso	Descripción del acceso	Características técnicas	Registro fotográfico
Acceso 2: Calle 215	Vía de malla intermedia	Ancho aproximado: 7m Estado: pavimentado Uso actual: accesibilidad y movilidad de Bogotá	 <p> Localidad: Suba - Barrio: Casablanca suba urbano Coordenadas: E 4884659.921 N 2087571.139 Fuente: INGEDISA S.A., 2023 </p>

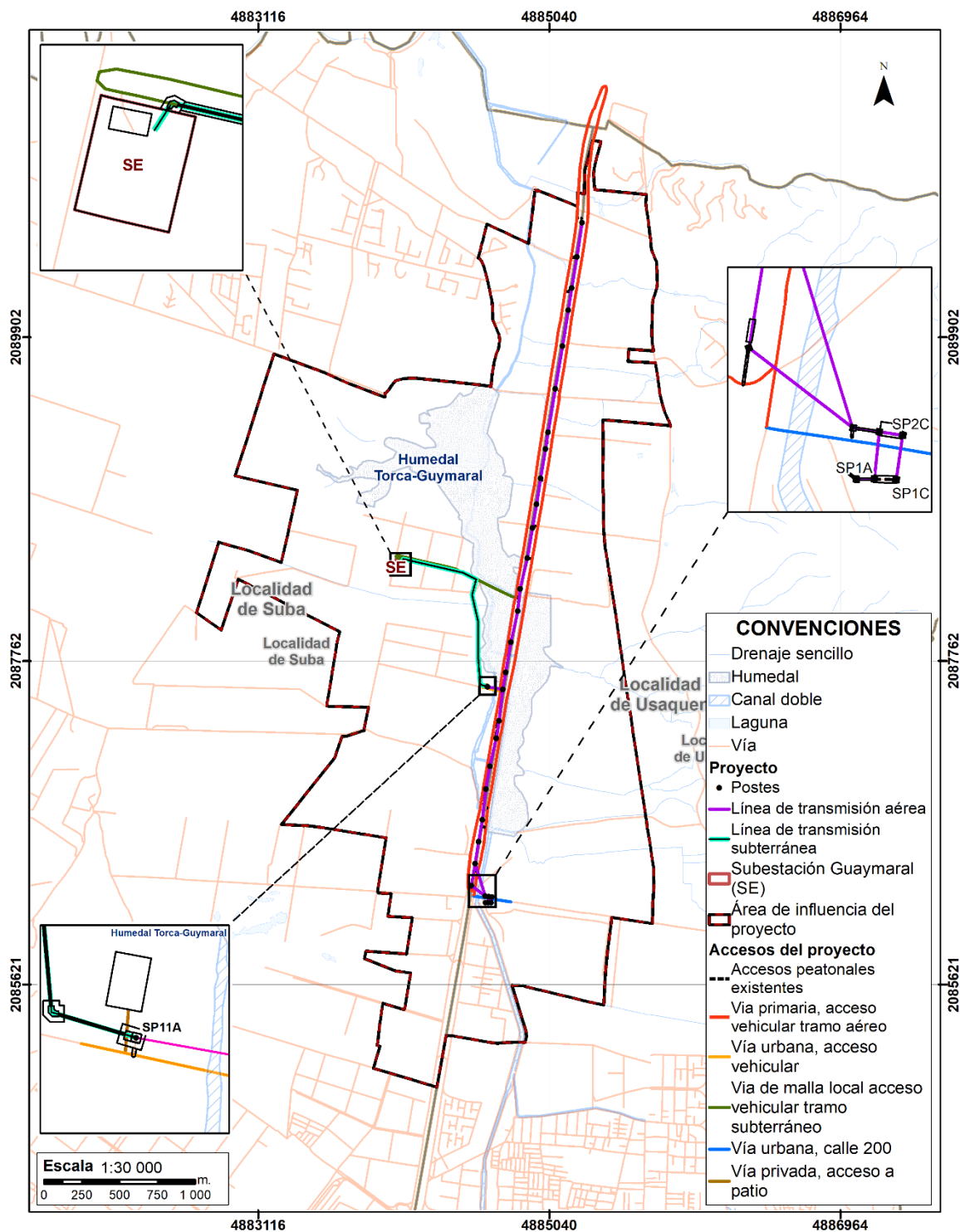
 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		CÓDIGO: Cap. 3
	PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		VERSIÓN: 00
			PÁG. 46

Acceso	Descripción del acceso	Características técnicas	Registro fotográfico
Acceso 3: Calle 222	Vía de malla local	Ancho aproximado:7m Estado: pavimentado Uso actual: accesibilidad y movilidad de Bogotá	 <p>Localidad: Suba - Barrio: Casablanca suba urbano Coordenadas: E 4884044.629 N 2088440.479 Fuente: INGEDISA S.A., 2023</p>


Acceso	Descripción del acceso	Características técnicas	Registro fotográfico
Acceso 4 Calle 201	Malla vial local	<p>Ancho aproximado: 7m</p> <p>Estado: actualmente en construcción se prevé que para el inicio de la construcción del proyecto esté disponible</p> <p>Uso actual: accesibilidad y movilidad de Bogotá</p>	 <p>Localidad: Usaquén - Barrio: Canaima Coordenadas: E 4884738.598 N 2086156.910 Fuente: INGEDISA S.A., 2023</p>

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-7 Accesos a utilizar por el proyecto



Fuente: INGEDISA S.A., 2024

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 49

- **Corredores de accesos nuevos**

Debido a que la red vial existente permite acceder a la infraestructura necesaria para el desarrollo del proyecto, no se contempla la construcción de accesos nuevos.

3.2.3.1.2 Infraestructura de transmisión de energía eléctrica

Como se ha mencionado, el proyecto contempla la construcción de una línea de transmisión subterránea, un tramo aéreo y una subestación eléctrica, en tal sentido, a continuación, se presenta la infraestructura que se requeriría para la implementación del proyecto. Es importante destacar que en **Anexos, Cartográfico, Infra_Transmisión** se encuentra la información cartográfica asociada al presente ítem.

- **Características de las líneas de transmisión**

En la Tabla 3-16 y la Tabla 3-17 se resaltan las principales características de la línea.


Tabla 3-16 Características de la línea aérea

Parámetro		Valor
Nivel de tensión de la línea		115 kV
Longitud aproximada de la línea	Fase 1	1,61 km
	Fase 2	3,28 km
Ancho de servidumbre	Postes	15 m, en casos especiales 13m(*)
Número de estructuras	Fase 1	14
	Fase 2	18
Vano promedio		143m
Número estructuras de suspensión		10
Número de estructuras de retención		22
Tipo de estructuras		Postes autosoportados de acero galvanizado
Número de circuitos		4 (se instalan 2 en la primera etapa)
Número de fases		12 (3 fases por circuito)
Número de sub conductores por fase		1
Tipo de conductor de fase		ACSR Plover 900
Cable de guarda		OPGW48F (ET-AT109 Cables de fibra óptica OPGW 48)
Tipo de cimentaciones		Pilas en concreto reforzado / Pilotes especiales
Tipo de terreno		Plano de pendiente suave

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Tabla 3-17 Características de la línea de transmisión subterránea

Parámetro	Valor
Nivel de tensión de la línea	115 kV
Longitud aproximada de la línea	1,27 km
Área de servidumbre	6 m²/m
Número cajas de transición	1
Número cajas de empalme y apoyo para cercha	2
Número cajas de cambio de dirección	3
Número cajas totales	6
Profundidad de la línea	mín. 1.0 m - 3.76 m

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 50

Parámetro	Valor
Número de circuitos	2
Número de fases	6 (3 fases por circuito)
Tipo de conductor de fase	1200 mm ² - Al XLPE -
Cable de guarda	OPGW48F (ET-AT109 Cables de fibra óptica OPGW 48)
Tipo de terreno	Plano de pendiente suave

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Cabe resaltar que con respecto a la servidumbre de la línea aérea, según el reglamento de instalaciones eléctrica (RETIE) se define para una línea de 115kV utilizando postes, de 15m de ancho, pero debido a la gran presión urbanística de la zona se utiliza el artículo 3.19.J que permite reducir la servidumbre asegurándose que se cumplan 4m de distancia horizontal entre el cable y la construcción proyectada de la estación de Transmilenio y dado que la distancias entre el brazo y el eje es de 2.5m, el resultado da una servidumbre en promedio de 13m.

■ Tipos de estructura

Las estructuras que soportarán los conductores de la línea de transmisión aérea serán metálicas de acero galvanizado, auto soportadas, en disposición vertical con alturas que pueden variar desde los 16 metros a los 50 metros de acuerdo con las condiciones particulares del terreno y las consideraciones definidas desde el diseño en relación con el cumplimiento de las distancias de seguridad.

Para el proyecto LT Autopista – torca – Guaymaral a 115kV se usaron principalmente postes de 4 circuitos de suspensión y retención, y en casos particulares de 2 circuitos retención la cual puede ser detallada en la Tabla 3-18. En la Tabla 3-19, se pueden detallar las siluetas básicas de diseño de dichas estructuras, en relación con el anclaje del poste al suelo, se cuenta con una placa base, que van firmemente unidas a las fundaciones por medio de pernos metálicos de anclaje.

Tabla 3-18 Tipo de estructuras

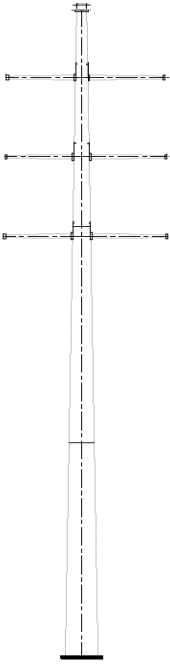
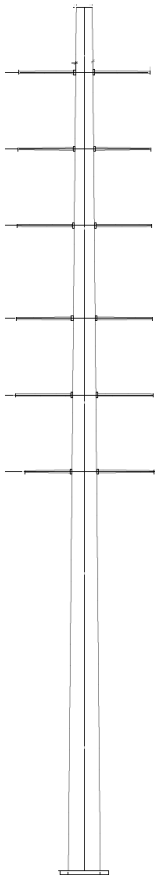
Número estructura	Tipo de estructura		
11A	Poste R4-2C	Retención/Transición	Poste
3B	Poste R5-2C	Retención	Poste
5-10-17N-18-19-20-25-26N-27	Poste S1-4C	Retención	Poste
6-7N-8N-9-12-13-14B-15-16-21-24	Poste R1-4C	Retención	Poste
4	Poste R2-4C	Retención	Poste
1A-28	Poste R4-4C	Retención	Poste
11	Poste Especial 1	Retención	Poste
22	Poste Especial 2	Retención	Poste

Número estructura	Tipo de estructura		
1B-2C-1C	Poste especial 3	Retención	Poste
2B	Poste especial 4	Retención	Poste
3AN	Poste especial 5	Retención	Poste

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En la siguiente tabla se presenta una representación esquemática de la infraestructura contemplada para el proyecto:

Tabla 3-19 Siluetas de las Estructuras

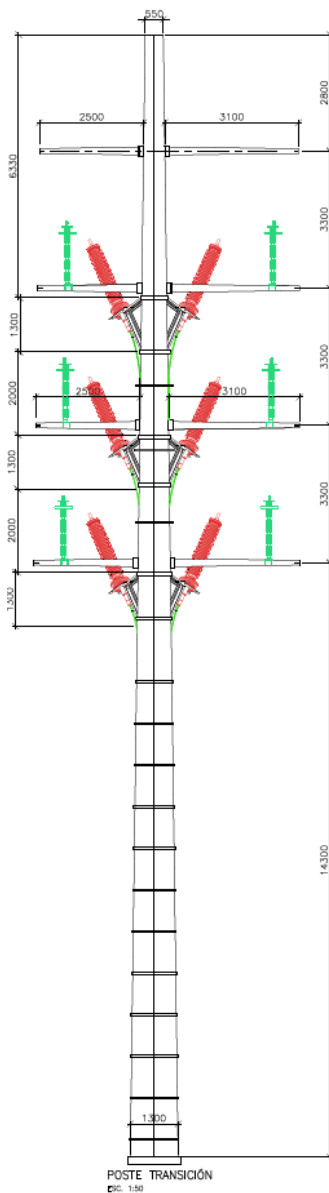
Postes doble circuito	Postes cuatro circuitos
	

Fuente: INGEDISA S.A., 2023


▪ Tipo de estructura para la transición

Se proyecta un poste normalizado de retención terminal R4 modificado y una caja de transición que consiste en una estructura en forma de cajón enterrada que permite el afloramiento de los conductores, la caja está compuesta por muros capaces de resistir los empujes de tierra y fuerzas hidrostáticas. Además, permite el acceso a personal a través de sus tapas móviles, para realizar el mantenimiento y tendido.

Tabla 3-20 Silueta estructura de transición.



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 53

▪ Capacidad instalada del proyecto

La capacidad nominal de operación de la línea es de 800 A para las líneas Autopista – Torca - Guaymaral a 115kV y 1200 A para los circuitos en conexión futura, a una temperatura máxima de operación del conductor a 75 °C.

▪ Cimentaciones

Teniendo en cuenta la condición topográfica plana donde se encuentra el sistema de transmisión eléctrica, se contemplan dos tipos de cimentaciones en este proyecto cimentación tipo pila y cimentaciones especiales. A continuación, se describen los tipos de cimentaciones e infraestructura que compone el proyecto.

Pilas: Este tipo de cimentación puede ser usada en suelos secos y sumergidos, será utilizada en sitios de poste donde exista una capa de suelo bajo la cual se encuentre el estrato de fundación y consiste en una estructura de sección circular con diámetro superior a 1m, transmitiendo las cargas al suelo a través de fricción o adherencia a lo largo del fuste y capacidad por compresión en la base.

Cimentaciones especiales: Este tipo de cimentación puede ser usada en suelos con condiciones de muy baja capacidad portante, será utilizada en sitios de poste que lo requieran y consiste en una pila de sección circular con diámetro superior a 1m amarrados a un cabezal con varios pilotes de 0.6m, transmitiendo las cargas al suelo a través de fricción o adherencia a lo largo del fuste y capacidad por compresión en la base.


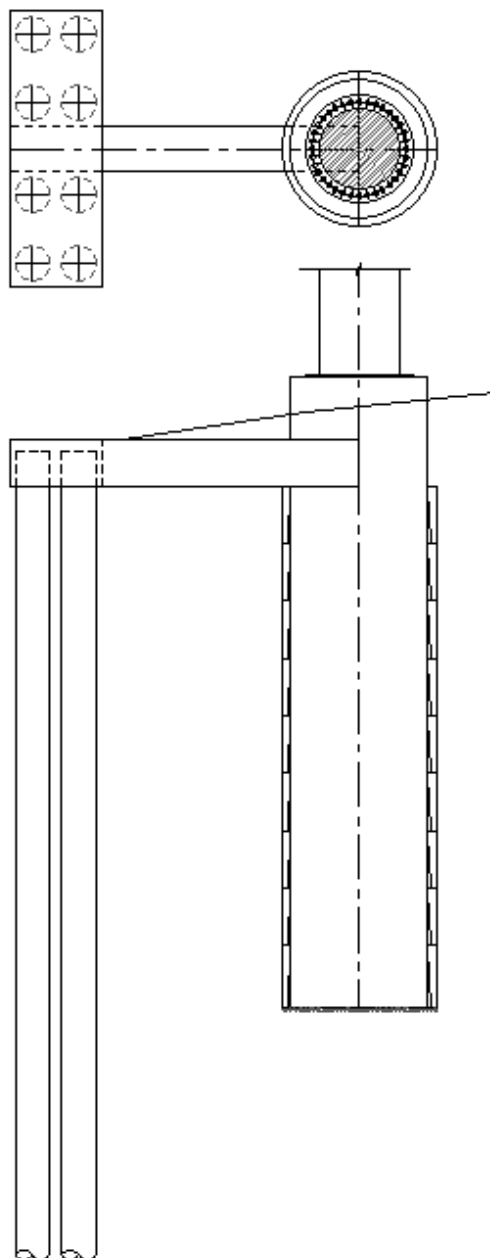
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 55

Figura 3-9 Esquema de cimentación tipo especial en concreto



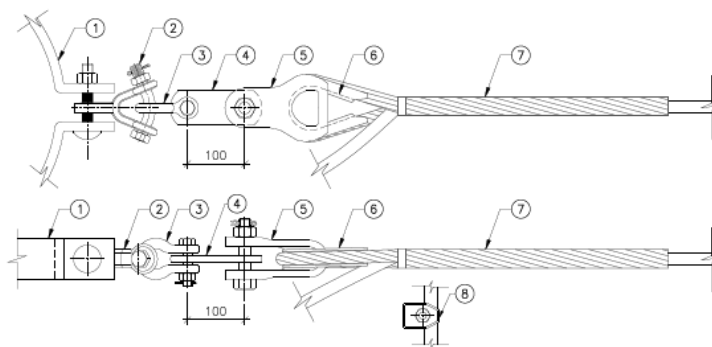
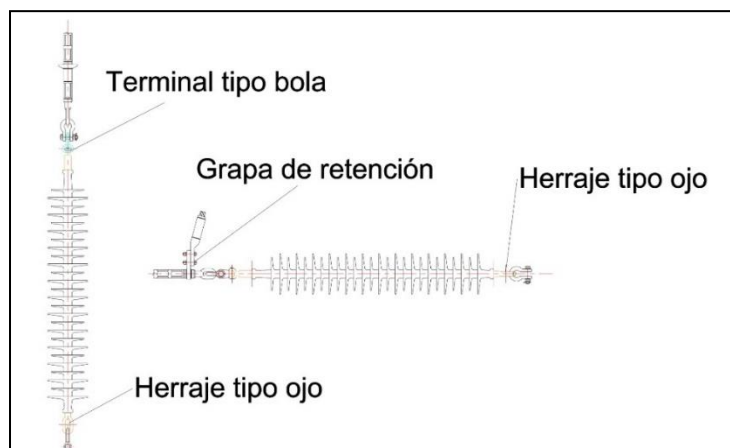
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

En los sitios que sea necesario mezclar el concreto por no existir un acceso adecuado para el vehículo suministrador de concreto, se adecua el lugar de depósito de agregados y cemento, en un área lo más alejada posible del sitio de vertido y alejado de canales para aguas lluvia, se deberá procurar protegerlo de la posible acción de la lluvia que pueda dispersar los materiales, la adecuación de este sitio se elabora con carpas portátiles. Para la actividad de relleno se utiliza material seleccionado, apisonando con un apisonador provisto de motor a gasolina para garantizar la densidad necesaria en la cimentación.

▪ Herrajes, aisladores y accesorios

Se consideran bajo esta denominación todos los elementos utilizados para la fijación de los aisladores a la estructura y al conductor, los de fijación de cable de guarda a la estructura, los elementos de protección eléctrica de los aisladores y los accesorios del conductor, tal como se muestra en la Figura 3-10.

Figura 3-10 Esquema de accesorios




CONJUNTO DE HERRAJES EN RETENCIÓN POSTES CABLE DE GUARDA OPGW
ESC. SIN

POS	DESCRIPCIÓN	CANT	MATERIAL
1	COLLARIN	1	ACERO GALVANIZADO
2	HORQUILLA "Y" OJAL	1	ACERO GALVANIZADO
3	GRILLETE RECTO	1	ACERO GALVANIZADO
4	ALARGADERA (100mm)	1	ACERO GALVANIZADO
5	GRAPA DE AMARRE	1	FUNDICIÓN MODULAR GALVANIZADO
6	GUARDACABO	1	ACERO GALVANIZADO
7	TERMINAL PREFORMADO	1	ACERO GALVANIZADO
8	GRAPA DE PUESTA A TIERRA	1	ACERO GALVANIZADO

Fuente: INGEDISA S.A., 2023.

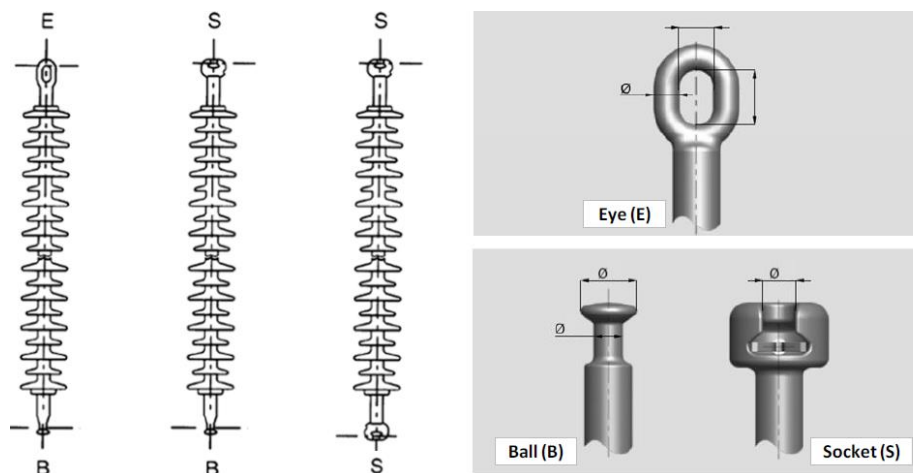
Aisladores: Los aisladores son elementos cuya función principal es sujetar mecánicamente a los cables conductores que forman parte de la línea, manteniéndolos aislados de la tierra y otros conductores, los materiales mayormente empleados en el uso de aisladores son en porcelana, vidrio y una composición compuesta de estos dos materiales. Existen dos tipos

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 57

de aisladores de forma campana y de barra, su principal diferencia es que los aisladores en forma de campana son diseñados para entornos de tensiones bajas a medias, mientras que los aisladores en barra resisten altas tensiones y su forma alargada le permite resistir los elevados esfuerzos de flexión y compresión inducidos por el cable.

Los aisladores para utilizar serán poliméricos compuestos en la mayor parte de la línea. Las características mecánicas de los aisladores se definieron de acuerdo con lo indicado en las especificaciones ENEL GSCH004 Technical specification of HV composite insulators.

Figura 3-11 Tipo de aislador polimérico (bola – ojo)



Fuente: INGEDISA S.A., 2023.

El aislador polimérico por utilizar será el CS 120 EB-650/4.500, acorde al estándar ENEL GSCH004 Technical specification of HV composite insulators.

Para casos puntuales se utilizarán aisladores poliméricos tipo line post acorde al estándar de ENEL con su especificación técnica ET-AT253 Aisladores poliméricos tipo line post para líneas de alta tensión


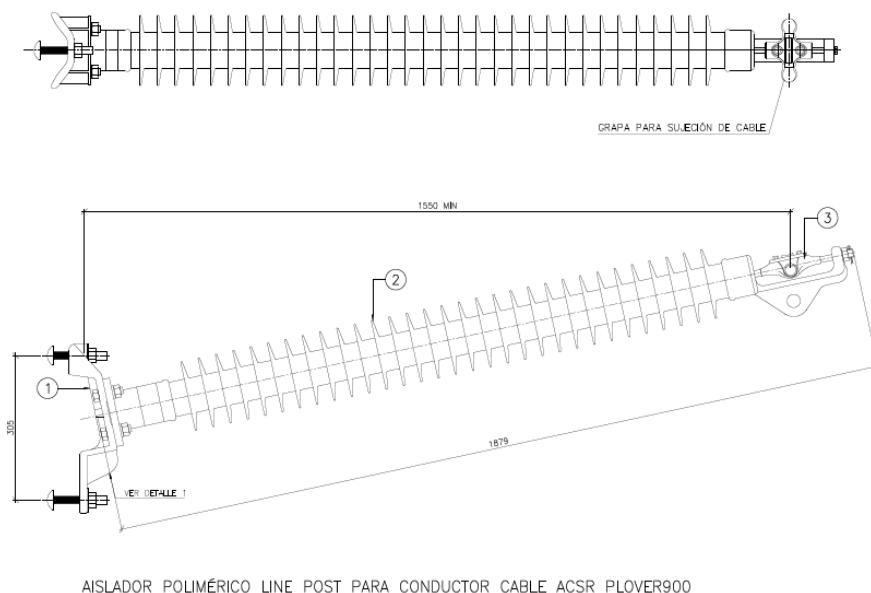
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 58

Figura 3-12 Tipo de aislador polimérico tipo line post



Fuente: INGEDISA S.A., 2023.

▪ Cable conductor


El conductor es el elemento por el cual circula la corriente eléctrica en una red, para el trazado aéreo se construyen hilos de aluminio con acero reforzado (ACSR Plover 900) adicionalmente para el trazado subterráneo se tiene un cable compuesto de Aluminio de 1200 mm² - GSCH010/041

▪ Cables de Guarda

El cable de guarda es un conductor colocado en la parte más alta de los postes de transmisión que es conectado a tierra para proteger las postes contra las descargas eléctricas, y también combina las funciones de puesta a tierra y telecomunicaciones, un cable OPGW contiene en su interior una estructura tubular con fibras ópticas y en su exterior hilos de acero y aluminio (OPGW-48F)

▪ Plazas de tendido

Las plazas de tendido son espacios que se requieren para realizar el tendido del cable conductor y del cable de guarda de una manera controlada y segura y para el almacenamiento transitorio de materiales, equipos y otros elementos necesarios para dicha actividad en la etapa de construcción. Su selección se hará con base en la topografía, facilidades de acceso y permisos de utilización temporal del área por parte del propietario del predio. Se contemplan 5 plazas de tendido; el detalle de la localización se encuentra en la Tabla 3-21 y la Figura 3-13. El proceso constructivo que se ejecuta en las plazas de

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 59

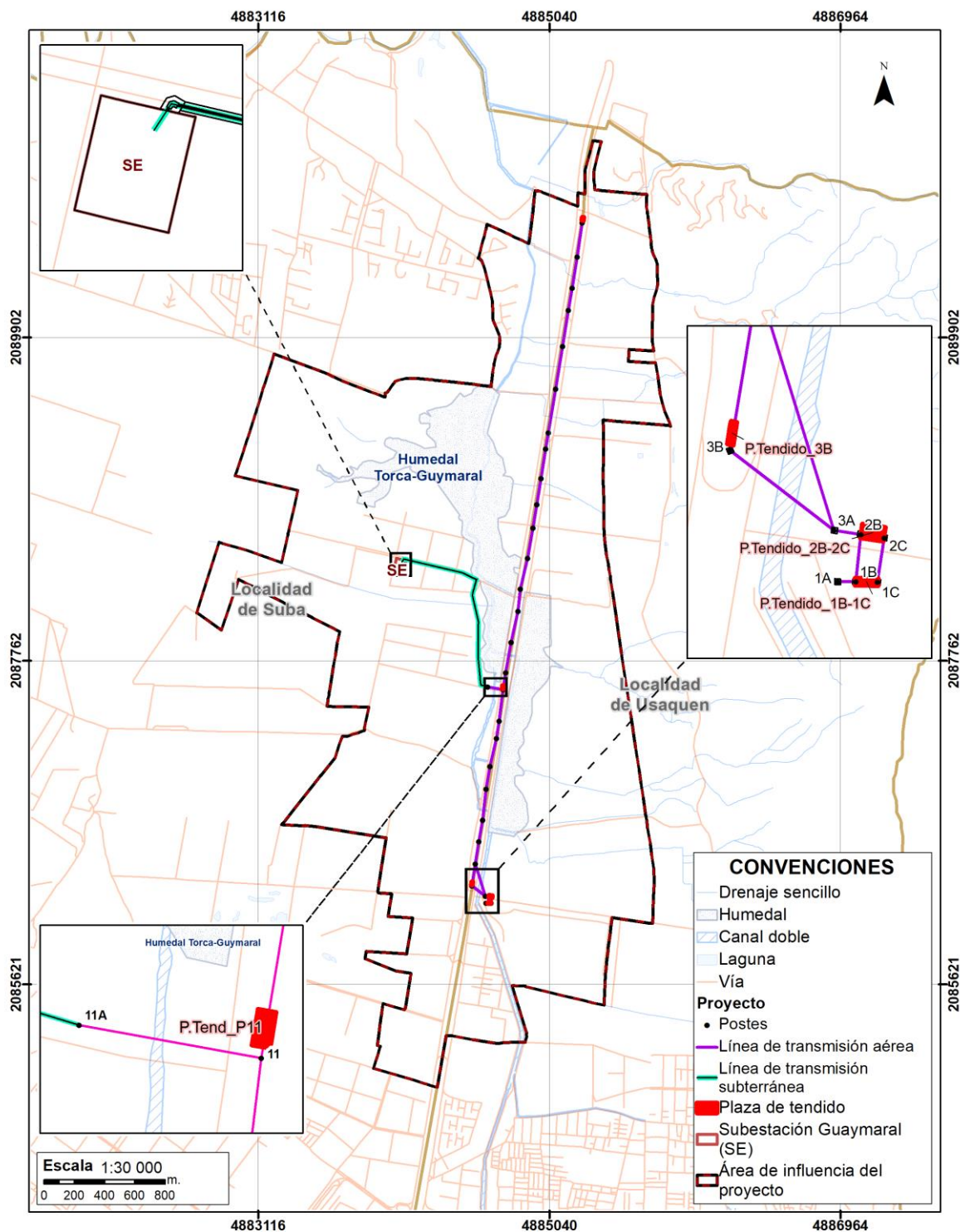
tendido está asociado al tendido de los conductores y cables, lo cual se encuentra descrito en el título Tendido de conductores y cable de guarda.

Tabla 3-21 Localización de plazas de tendido


Plaza de tendido	Referencia	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá		Coordenadas CTM-12
		Este	Norte	Este	Norte	
1	P28	4884644,8	2086161,0	1004092,15	1020214,59	0,012
2	P11	4884650,2	2086203,8	1004097,49	1020257,42	0,024
3	P3B	4884530,4	2086305,1	1003977,45	1020358,6	0,01
4	P 2B-2C	4884734,2	2087588,6	1004179,37	1021643,23	0,02
5	P1B-1C	4885259,11	2090688,38	1004699,72	1024745,81	0,02

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-13 Localización plazas de tendido



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		CÓDIGO: Cap. 3
	PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		VERSIÓN: 00
	GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		PÁG. 61

▪ **Patio de almacenamiento**

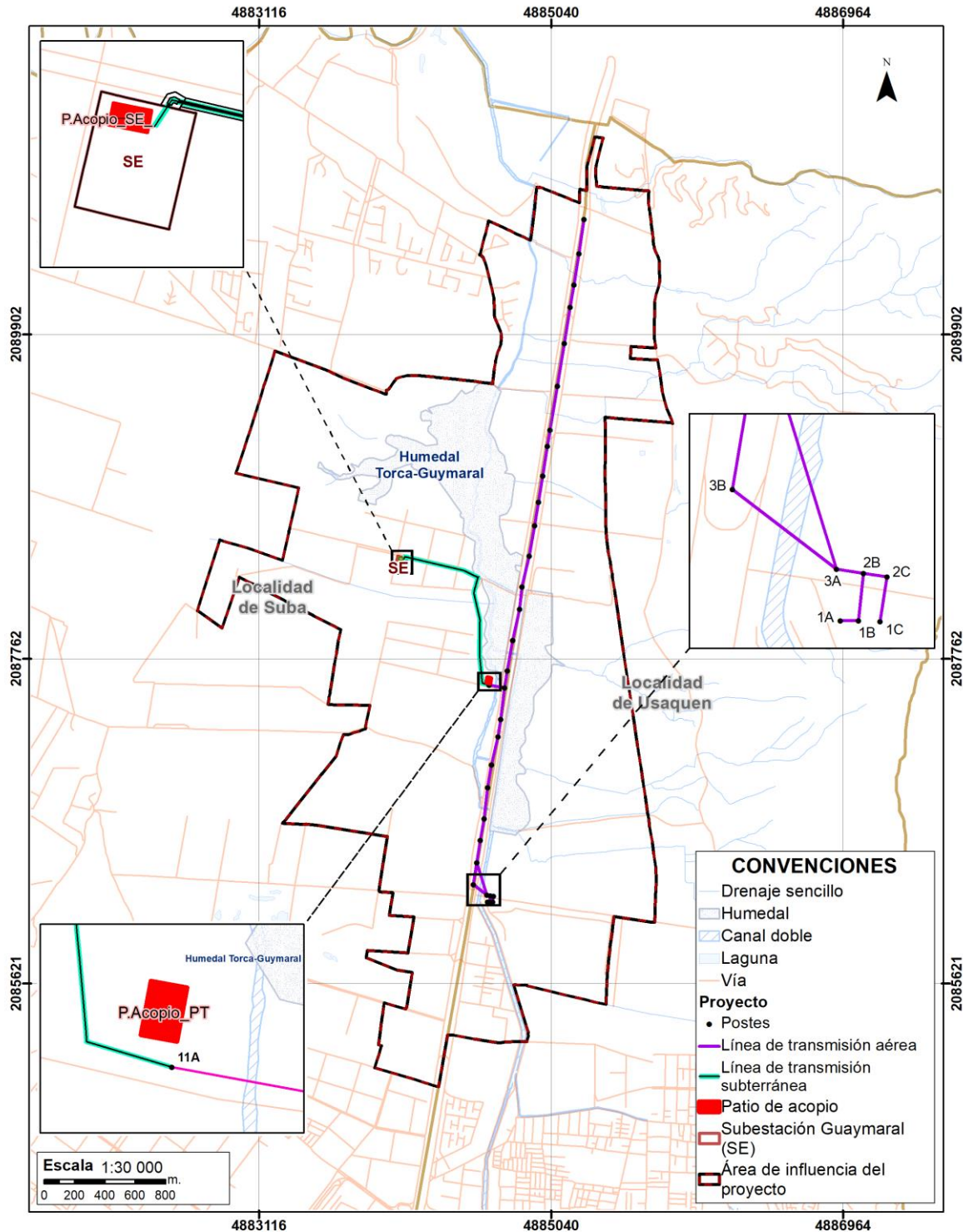
Espacio destinado para almacenar materiales para que no sufran deterioro en su naturaleza y que por sus características de peso y volumen no corran riesgos de pérdida por inseguridad o falta de control. En la Figura 3-14 y la Tabla 3-22 se presenta la localización de los patios de almacenamiento contemplados para el proyecto.

Tabla 3-22 Localización de patios de almacenamiento


Patios de almacenamiento	Ubicación	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá		Extensión (ha)
		Este	Norte	Este	Norte	
01	Subestación eléctrica	4884049,24	2088424,70	1003492,65	1022478,78	0,0375
02	Poste 11A	4884628,07	2087620,74	1004073,11	1021675,22	0,06

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-14 Localización patios de almacenamiento



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 63

- **Métodos constructivos**

- **Línea aérea**

Los métodos constructivos varían de acuerdo con la actividad que se contempla realizar, comúnmente los procesos de obras civiles no varían, como son el descapote, fundación de cimientos, izado y montaje de estructuras, etc. Se presenta un resumen de los principales métodos de construcción proyectados para la construcción del sistema de transmisión área.

Las cimentaciones para los postes podrán ser una pila en concreto reforzado con pedestal.

Dada la gran variedad de tipos de suelos que pueden encontrarse a lo largo del corredor ocupado por la línea, se efectuará una zonificación por valores de capacidad portante con el fin de unificar los diferentes tipos de cimentaciones que puedan resultar en el diseño. Es importante identificar el nivel freático, zonas inundables y determinar la composición química del suelo en relación con los elementos que puedan ser nocivos para el concreto o el acero de refuerzo y pernos de anclaje.


Tabla 3-23 Criterio de selección de cimentación

Tipo de cimentación	Criterio de selección	Parámetro de clasificación
Pilas preexcavadas en concreto	Nivel freático del suelo y zonas inundables	Suelo seco o en sumergencia
	pH y resistividad eléctrica	$\text{pH} \leq 5$ o $\text{Res.} \leq 50 \Omega\text{-m}$
	Capacidad portante admisible	$< 50 \text{ kPa}$
	Características del suelo	Suelo Expansivo o No expansivo
Especiales (Suelos de baja resistencia)	Nivel freático del suelo y zonas inundables	Suelo seco o en sumergencia
	pH y resistividad eléctrica	$\text{pH} \leq 5$ o $\text{Res.} \leq 50 \Omega\text{-m}$
	Capacidad portante admisible	$< 50 \text{ kPa}$
	Características del suelo	Zonas pantanosas, suelos altamente compresibles, licuables, colapsables, eólicos u otros

Fuente: 1058-001D-LT-M-001-RB Criterios diseño Tramo Aéreo, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

- **Obras Civiles**

Son ejecutadas con mano de obra, para lo cual se utiliza personal calificado como son topógrafos, cadeneros, supervisores de obra, maestros y oficiales de obra civil, también se utiliza personal no calificado para ayudantes de obra y oficios varios que generalmente se contrata en la región donde se realiza el proyecto. Estas obras en gran porcentaje se ejecutan manualmente con ayuda de herramientas menores (palas, picas, barras de hierro, alicates, bichiroques, serruchos, martillos, almádanas etc.); sin embargo y donde es posible, para las excavaciones se utiliza retroexcavadora y maquinaria especial para los ductos subterráneos, en cuanto a la fabricación de estructuras de concreto en lo posible se utilizará

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 64

concreto producido en plantas dedicadas al suministro de este material garantizando el cumplimiento de las normas técnicas y ambientales aplicables.

– **Adecuación de sitios de poste (Remoción, descapote, explanación y excavación)**

La adecuación de los sitios de postes incluye desmonte y descapote, los movimientos de tierra requeridos para la nivelación y mejoramiento del terreno, la excavación de las áreas para la cimentación de los postes, el retiro de materiales no reutilizados y la disposición adecuada de los mismos, es decir, que incluye el retiro de material vegetal y tierra de acuerdo con el diseño del poste para ubicar las bases. El área de trabajo estimada para cada sitio de poste es aproximadamente 5 m x 5 m.

La excavación comprende además los trabajos adicionales necesarios para garantizar la estabilidad de los taludes, tales como entibados, bombeo de agua freática, agua lluvia o de inundaciones, la preparación y acabado de las superficies y todos los controles necesarios para localizarlas y dimensionarlas y de acuerdo con el informe de diseño civil y geotécnico del proyecto.


Fotografía 3- 1 Referencia excavaciones de cimentaciones



Fuente: Archivo Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., 2023

El desmonte, es la tala y remoción de árboles, arbustos, rastrojos, maleza, pastos, etc., incluyendo el retiro de tocones y raíces, que ocupan las áreas proyectadas para la ubicación de los postes de la línea de transmisión.

El descapote se hace removiendo la capa superficial del terreno natural para eliminar la tierra vegetal, materia orgánica y demás materiales indeseables para la realizar las labores de construcción.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 65

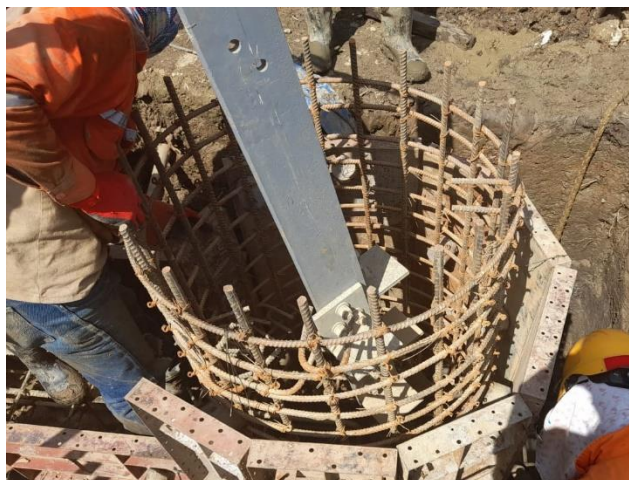
La explanación y excavación consiste en la remoción de suelo, material o tierra hasta la profundidad requerida por la estructura y definida en los diseños. Las excavaciones pueden hacerse a mano o con maquinaria (donde existan accesos para su ingreso) y se dará una conformación final al fondo de la excavación por medio de métodos manuales.

Durante la ejecución de las excavaciones y por el tiempo que permanezcan abiertas, se instalarán cercas y señalización apropiada que impida el acceso de personas y animales a los sitios de trabajo, con el propósito de evitar accidentes. De igual forma, se tomarán medidas necesarias para que los materiales de las excavaciones no produzcan daños a los bienes situados fuera del sitio destinado a la instalación del poste.

– **Instalación de acero de refuerzo**

Según el tipo de cimentación estipulada por el diseño, basada en el estudio de suelos, se definen los valores de capacidad portante y el tipo de fundación a utilizar. La cimentación consiste en ubicar y armar el acero de refuerzo, formaletas y fundición de pilas y pedestales en concreto.

Fotografía 3- 2 Referencia armado de acero de refuerzo



Fuente: Archivo Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., 2023

– **Realización de obras en concreto**

Esta actividad consiste en la construcción de las obras en concreto simple o reforzado que forman parte de las cimentaciones de las estructuras. Incluye el suministro de materiales por proveedores autorizados, el transporte desde las zonas de préstamo, la instalación de formaletas, preparación y vaciado de mezclas, vibración, acabado y curado del concreto y en general, todas las operaciones requeridas para terminar tales obras de acuerdo con los planos de diseño de cimentaciones del proyecto.

Fotografía 3- 3 Referencia vaciado de concreto




Fuente: Archivo Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., 2023

En las cimentaciones en concreto generalmente se recomienda dejar fraguar adecuadamente el concreto (Mínimo 72 horas) y luego se procede a realizar el relleno y compactación. El relleno consiste en la colocación y compactación de los materiales para las cimentaciones, la nivelación de estos con materiales provenientes de la misma excavación (Cuando estos cumplen con las especificaciones y no se encuentran contaminados), o de fuentes de material autorizadas, en los sitios y con las dimensiones señaladas en los planos de construcción o indicadas por el interventor, para cubrir las cimentaciones y llenar los espacios sobrantes de las excavaciones.

– **Realización de rellenos compactados**

Este trabajo consiste en la puesta y compactación de los rellenos para las cimentaciones y la nivelación de estos con materiales seleccionados provenientes de la misma excavación o de otras fuentes. En caso de requerirse el uso de material de préstamo este será obtenido de fuentes con los permisos ambientales correspondientes.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 67

– Montaje y Vestida de los postes

Para la instalación de postes metálicos, se debe realizar por secciones, para colocar la sección inferior en la cimentación debe llevarse a cabo sosteniendo el poste desde el extremo superior, pero cuidando que la eslinga utilizada para ello quede fuera de la brida y complementado con vientos laterales para dar dirección y enfocar las perforaciones de la brida a los pernos de anclaje. Una vez montada correctamente la parte inferior, apretados los tornillos de la brida y verificado el plomado se procede al montaje de la siguiente sección.


Antes del izaje, todos los equipos y herramientas, tales como: ganchos de grúa, estribos, cables de acero, sogas, deben ser cuidadosamente verificados, a fin de que no presenten defectos y sean adecuados al peso que soportaran. El procedimiento que se utilizará para el izaje de los postes, en ningún caso someterá a los mismos a daños o esfuerzos excesivos.

En los lugares con acceso, se utilizará grúa montada sobre el camión, en lugares que no cuenten con caminos, se emplearán postes de madera y su izaje será por trípodes o cabrías. Durante el izaje, ningún técnico ni persona alguna se situará por debajo de: el poste, cuerdas en tensión o en el agujero donde se instalará el poste. Las tolerancias aceptables máximas, en el izaje de postes son las siguientes: Verticalidad del poste según la normatividad de ENEL ET-AT0.20, se presenta en el capítulo de Deflexiones permitidas para postes lo siguiente: Para postes en suspensión en condición normal con cargas de trabajo, la deflexión máxima con respecto a su vertical será máximo de 2.0% la longitud libre del poste respecto al terreno. Y para postes de retención en condición normal con cargas de trabajo, la deflexión máxima con respecto a su vertical será máximo de 2.5% la longitud libre del poste respecto al terreno. Finalmente se debe realizar el acondicionamiento de la zona.

Figura 3-15 Instalación de postes metálicos por secciones que se vinculan con empates metálicos



Fuente: Enel Colombia, adaptado por INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 68

– Placas de señalización

Para la instalación de las placas de señalización se utilizarán pernos, tuercas y arandelas que deberán ser fijadas con el mayor cuidado a fin de evitar que el galvanizado sea afectado durante su manipulación. El ajuste final de todos los pernos se efectuará, cuidadosa y sistemáticamente, por una cuadrilla especial. A fin de no dañar la superficie galvanizada de pernos y tuercas, los ajustes deberán ser hechos con las llaves adecuadas.

– Tolerancia de estructuras

Todas las estructuras una vez montadas, deben permanecer verticales bajo los esfuerzos impuestos por los conductores y demás accesorios que se monten hasta tener completa la línea. La máxima tolerancia de desviación al eje transversal o longitudinal de la línea para las estructuras debe ser del cero coma dos por ciento (0,2%) de su altura. La verticalidad de las estructuras se comprobará con estación total por parte de un profesional en topografía.

– Tendido de conductores y cable de guarda

El tendido del conductor se realiza bajo el procedimiento de “tensión controlada” utilizando equipos de tensionado con tambor revestido de neopreno. El freno es accionado por un sistema que efectivamente disminuya el riesgo de daño a los conductores.


El tendido y tensionado de los conductores se efectúa con equipos y métodos especializados debidamente aprobados por la interventoría y que garanticen el cumplimiento de los requisitos establecidos en las especificaciones. Para la iniciación de las labores de tendido se requiere cumplir previamente con las actividades que se enlistan a continuación.

- Elaboración y aprobación del programa de tendido.
- Colocación de cadenas y poleas.
- Despeje de la zona.
- Revisión de las estructuras para tendido.

Las estaciones de tendido se localizan a una distancia de los postes, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la estructura. Una vez aprobada la localización de las estaciones de tendido y las rutas de acceso, se iniciará la adecuación de estas y la colocación del equipo y/o materiales.

Durante los procesos de cargue y descargue se debe tener especial cuidado con los carretes, los cuales no deben dejarse caer ni permitir que ruede sobre rampas al suelo. Los carretes deben girar únicamente en la dirección hincada por el fabricante y no se permite pasar conductor de un carrete a otro sin aprobación de la interventoría.

Poleas: Las poleas para el tendido de los conductores y cables de guarda serán de giro libre, diseñadas de tal forma que eviten daños al conductor y deben inspeccionarse y

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 69

engrasarse antes y durante el tendido. Cualquier polea que muestre evidencia de rotura, rodamiento defectuoso o imperfecciones que puedan frenar el libre giro de la polea o dañar el conductor, debe ser reemplazada o desechada antes de utilizarse.

El estado general de las poleas debe cumplir con las condiciones que se listan a continuación.

- Estar fabricadas de aleación de aluminio
- Tener un diámetro medido en el fondo de la garganta 18 veces más grande que el diámetro del conductor.
- Tener una profundidad mínima de garganta de 1,25 veces el diámetro del conductor.
- El radio de la garganta de la polea debe ser de 1,1 a 1,25 veces el radio del conductor.
- No tener filos ni protuberancias en los bordes del canal de soporte del conductor.
- Los lados de la garganta deberán "abrirse" con respecto a la vertical 15° más.
- Tener el revestimiento de la garganta en caucho o neopreno, preferiblemente de baja resistencia eléctrica y en buenas condiciones.
- Tener el elemento antidescarrilante en buen estado.
- Tener los aditamentos necesarios que permitan una instalación fácil del conductor a la grapa.


Cuando el ángulo de salida del conductor en la polea sea de 20° o más, se colocan poleas dobles para minimizar la flexión y el roce del conductor con el chasis de la polea.

Las poleas para el tendido se deben ubicar de tal manera que, una vez apoyado el conductor en la garganta, este quede aproximadamente con la misma elevación que tendrá definitivamente en las grapas de suspensión. Los empalmes provisionales se realizan con fundas elásticas que permitan el libre deslizamiento del cable por las poleas y el empalme definitivo se puede ejecutar en el suelo o en el aire según la necesidad.

El tendido del conductor y el cable de guarda se realizará mediante dos metodologías, la primera es la metodología tradicional de apertura de brecha de riega y la segunda es realizar el tendido mediante el uso de drones.

- **Tendido del cable por brecha de Riega**

Para realizar el tendido de cable por el método convencional de brecha riega se requiere el despeje de vegetación ubicada dentro de la franja de servidumbre y su ancho depende del tipo de vegetación, alto y ancho de copa, topografía del terreno, distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo. En ningún caso se realiza el aprovechamiento de la totalidad de franja, pues para ello, desde el diseño, se estimaron las alturas de las estructuras y se localizó el trazado, buscando zonas intervenidas. Por lo tanto, se estable que el ancho de la brecha de riega es de aproximadamente de 3.0 metros sobre el eje de la línea, así el personal de tendido podrá transportar la manila por el ancho de la brecha hasta donde la operación lo requiera.

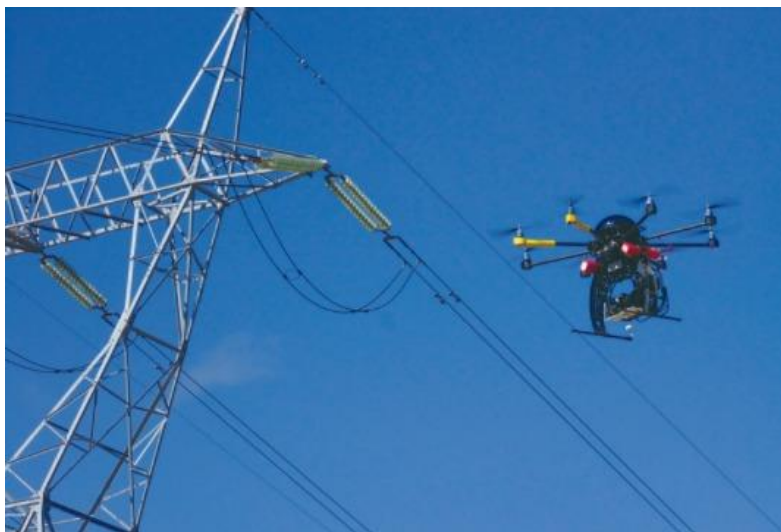
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 70

- **Tendido cable guía con dron**

El tendido del cable guía se realizará por medio de dron, esto debido a que permite la disminución de intervención a coberturas y facilita superar ciertos obstáculos tales como, quebradas, vías vehiculares, barrancos, ríos, entre otros. El tendido con dron se realizará bajo los siguientes lineamientos:


- El dron se utilizará solo para llevar el cable guía entre cada una de las estructuras hasta llegar a la siguiente estación de tendido.
- Se demarcará las zonas para el despegue y aterrizaje del dron, las cuales estarán libres de cualquier obstáculo.
- Se mantendrá las protecciones previstas para los cruces de la línea del proyecto, independiente del tipo de tendido, incluido el corte del tránsito vehicular durante el tendido en cruces con vías.
- El piloto se ubicará en un sitio que le permita tener visión completa del vano que se está tendiendo y de los obstáculos de dicho tramo, al mismo tiempo que permita estar en todo momento dentro del radio de control del dron. De lo contrario se utilizará varios pilotos que permitan hacer la maniobra.
- El tendido con dron contará con permiso de la Aerocivil, la policía o el ejército.
- Durante todo el proceso de tendido estará una brigada de salud, que cuente como mínimo con: botiquín, equipos contra incendios, personal de rescate, ambulancia y tanques de oxígeno.

Fotografía 3- 4 Tendido cable guía con dron



Fuente: Archivo Ingeniería y Diseño INGEDISA S.A., 2023

El equipo de halado se ubicará en las plazas de tendido y se realizará haciendo uso de un malacate para su riega. En el extremo opuesto al malacate se ubicarán los carretes que suministran el conductor, mediante la acción de bobinas. El equipo de tensionado deberá cumplir con los siguientes requisitos:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 71


- Los carretes deben ir montados en "porta bobinas" o “gato hidráulico” provistos de freno, para evitar el desenvolvimiento excesivo del conductor.
- El sistema de freno (gato hidráulico) y malacate será manual.
- Los conductores no deberán tocar el suelo durante el proceso de riega y tendido, en caso de acercamiento al suelo se colocan protecciones de madera y poleas para evitar el daño del conductor.

Durante la operación de tendido y tensionado de los conductores y cables de guarda (para el caso: fibra óptica), se utiliza un sistema de intercomunicación con transmisores y receptores portátiles. En aquellos sitios donde el conductor tenga acercamiento a tierra y otros objetos, se ubicará el personal y se instalarán protecciones adecuadas. Se contará con personal suficiente, provisto de equipos de comunicación, con el fin de visualizar todas las poleas del tramo que se está tendiendo.

El tendido se debe hacer a través de las poleas por medio de un cable mensajero (pescante), trenzado anti giratorio, lo suficientemente largo para evitar la aplicación de cargas indebidas a los postes o a las cadenas y con una carga inferior al setenta por ciento (70%) de la tensión longitudinal de diseño de las estructuras de retención.

Durante la ejecución del tendido se ejercerá especial control para que se cumplan las indicaciones que se relacionan a continuación.

- Colocación correcta de las fundas elásticas entre extremos de cables. Las fundas que se emplean permiten unir el pescante o manila con el conductor (Funda de cabeza) y la cola e inicio de conductor procedente de un nuevo carrete (funda intermedia).
- Señales apropiadas de comunicación.
- Ubicación de oficiales de línea con intercomunicadores, como mínimo en sitios tales como estructuras con ángulos fuertes, cruces y estructuras intermedias convenidas con la interventoría.
- Medición de la longitud del conductor.
- Control de la tensión aplicada durante el tendido.
- Control del número y orden de las bobinas utilizadas.
- Examen, supresión o reparación de las partes dañadas del conductor en cada bobina.
- Instalación correcta del empalme.
- La aplicación de esfuerzos superiores a los rediseñados en los postes o en las cadenas de aisladores durante la riega, tendido y flechado, también se debe evitar que el cable mensajero haga trabajar la estructura al arranque durante el tendido.
- Cuando sea necesario, se colocará vientos temporales a las estructuras.
- Las cargas adicionales impuestas a los postes por el uso de vientos temporales deberán ser calculadas por el contratista de construcción y sometidas a la aprobación de la interventoría antes de comenzar el tendido.
- Se establecen y colocan dispositivos para mantener los conductores y cables de guarda puestos a tierra a la salida del equipo, cada determinada longitud y así evitar riesgos al personal por corrientes inducidas o descargas directas. De la misma forma, el freno y el malacate deben ser conectados a tierra. De forma adicional y considerando las distancias entre las descargas ubicadas en cada

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 72

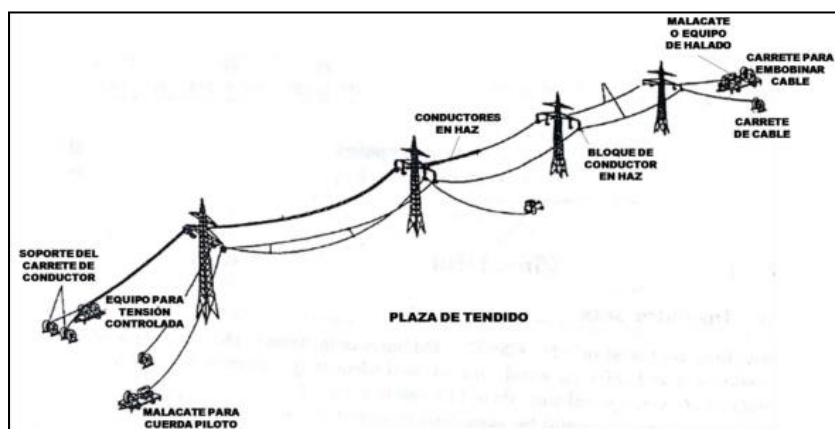
extremo del tramo intervenido, se hará uso de las puestas a tierra en el sitio donde labora el personal de forma previa al desarrollo de actividades sobre el conductor.

El tendido del pescante de acero se debe realizar por medio de manila de propileno trenzado tipo *sade* o similar y malacates a motor. Una vez halado el pescante, se debe proceder al tendido del conductor por medio de un malacate, el cable mientras tanto debe ser regulado de forma manual, mediante el apoyo de los gatos hidráulicos o porta bobinas. Una vez terminado el tendido del conductor y pasado un determinado tiempo fijado se procederá a la regulación de los conductores y cable de guarda.

La regulación se hará por medio de aparejos en tercera. La flecha y regulación debe ser controlada por medio de nivelación topográfica con instrumentos de precisión para medida de la flecha real y con el auxilio de dinamómetros calibrados. Los vanos de control deben ser seleccionados de acuerdo con la longitud del tramo a regular.

Luego de efectuada la regulación se procederá a colocar las grapas de suspensión y varillas de blindajes y luego se procederá a la colocación de los amortiguadores. Por último, se colocan los puentes de conexión, cadenas estabilizadoras, balizas, entre otros.

Figura 3-16 Esquema de tendido de conductores




Fuente: INGEDISA S.A., 2023

▪ **Línea subterránea**

Para el proyecto se requiere un tramo subterráneo de 1.3 km, que llevarán los 2 circuitos que llegan a la subestación Guaymaral, el cual comienza en el poste de transición 11A, cerca de la calle 201, y va subterráneo hasta la calle 222, donde va paralela hasta llegar a la subestación Guaymaral.

▪ **Tecnologías por utilizar**

La canalización se realizará utilizando el método constructivo de excavación de zanja a cielo abierto.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 73

– Canalizaciones

Para el dimensionamiento de las canalizaciones del proyecto se consideraron los parámetros descritos en la Tabla 3-24, los cuales fueron tomados del documento: “1058-001D-LT-M-011 Validación cable aislado (subterráneo) y sistema de aterrizamiento de pantallas” (Ver **Anexos, Cap 3, Descripción de proyecto, subestación**)

Tabla 3-24 Parámetros para dimensionamiento de canalizaciones

CONDUCTOR [MM ²]	MATERIAL CONDUCTOR	MATERIAL PANTALLA	CONFIGURACIÓN	PROFUNDIDAD MÁXIMA	CAPACIDAD AMPERIMÉTRICA
1200	Al	Al	Subterráneo - Doble circuito (Zanja Abierta)	5000 mm	800A

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

– Tubería HDPE

En la Tabla 3-25, se pueden evidenciar las características generales de las tuberías requeridas para los conductores.

Tabla 3-25 Características generales de la tubería

Descripción	Conductor 1200 mm ² Al 115 kV	Cable FO Cable continuidad de tierra
Material	Polietileno de alta densidad (PEAD)	Polietileno de alta densidad (PEAD)
Diámetro interior	190.4 mm	60 mm
Diámetro exterior	200 mm	63 mm
Espesor de la tubería	9.6 mm	3.0 mm
Peso nominal de la tubería	5.686 kgf/m	0.612 kgf/m

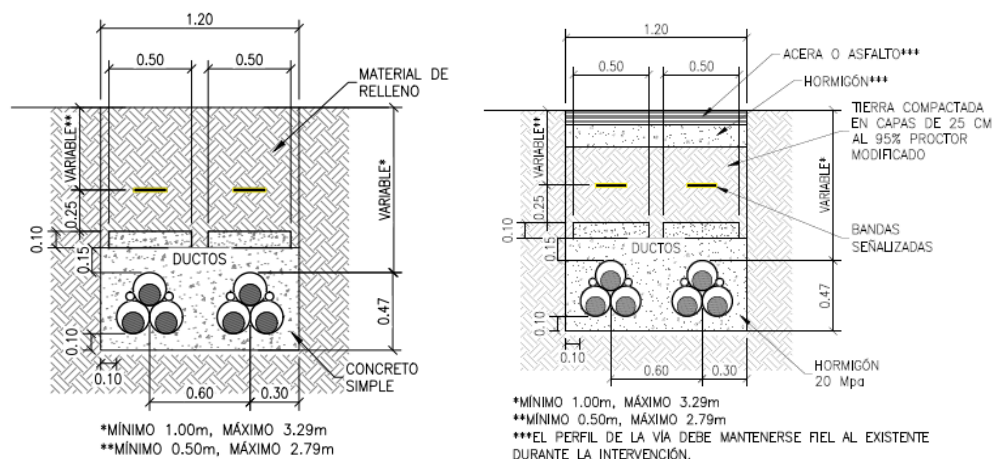
Fuente: INGEDISA S.A., 2023

– Dimensionamiento de las canalizaciones

○ Zanja abierta

Los conductores estarán dispuestos cada uno en una tubería flexible de polietileno PEAD, los circuitos se distribuirán en posición triángulo tal como se muestra en la Figura 3-17. La longitud para Zanja abierta será de 1300 m aproximadamente.

Figura 3-17 Esquema indicativo de canalización por el método de zanja abierta (dimensiones dadas en milímetros)



Fuente: INGEDISA S.A., 2023


- La profundidad hasta la parte superior de la tubería más cercana a la superficie debe ser de 1 metro en la acera, tierra y calzada.
- Las líneas subterráneas en banco de ductos se instalarán en una tubería, de polietileno (HDPE), de acuerdo con la especificación DS 4235. Estos tubos siempre estarán embebidos en concreto, que servirá como protección y permitirá un entorno con propiedades de disipación térmica definidas y estables.
- Las fases se organizarán en triángulo.
- El tubo de polietileno que está disponible para los cables de alimentación tendrá un diámetro interno de al menos 1.5 veces el diámetro del cable. No se usarán tubos con diámetros externos inferiores a 160 mm.
- El ancho de la zanja será suficiente para las tuberías de polietileno y tendrá una cubierta lateral de concreto de 10 cm de espesor. Para los circuitos dobles, se mantendrá una distancia de 60 cm entre los centros geométricos.

▪ Cajas

Las cajas son construidas en los cambios de dirección o de pendiente contraria, en las transiciones de tipos de cables, en cruce de vías, en las conexiones de cargas o equipos, en las transiciones aéreas-subterráneas y en las derivaciones. Para el proceso constructivo se debe proceder con una excavación manual o mecánica dando manejo al tipo de suelo, tal como se muestra en el Capítulo 5 numeral 5.4 Suelos, y teniendo en cuenta el control de la excavación con la inclusión de elementos que garanticen la estabilidad de esta.

– Caja 1 Transición– Inicio LT subterránea Poste 11A

Las cámaras de transición son estructuras de concreto reforzado, con muros y placa de fondo que funcionan monolíticamente. Adicional a esto se modulan con tapas en concreto

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 75

reforzado que irán apoyadas sobre los muros de la caja, estas tapas se instalarán con ayuda mecánica debido a su elevado peso. Debido a las necesidades del proyecto, se requiere solo una caja para el poste de transición 11A.

Esta caja de transición se encargará de conectar los circuitos de alta tensión que llegan en la línea aérea en el poste 11A, además las cajas de tiro serán de dimensiones suficientemente amplias para permitir un fácil manejo de los cables. El concreto estructural que vaya a ser empleado para la construcción de las cajas debe tener una resistencia a la compresión de 31 MPa, el concreto solado debe ser de 14 MPa máximo 5 cm de espesor.

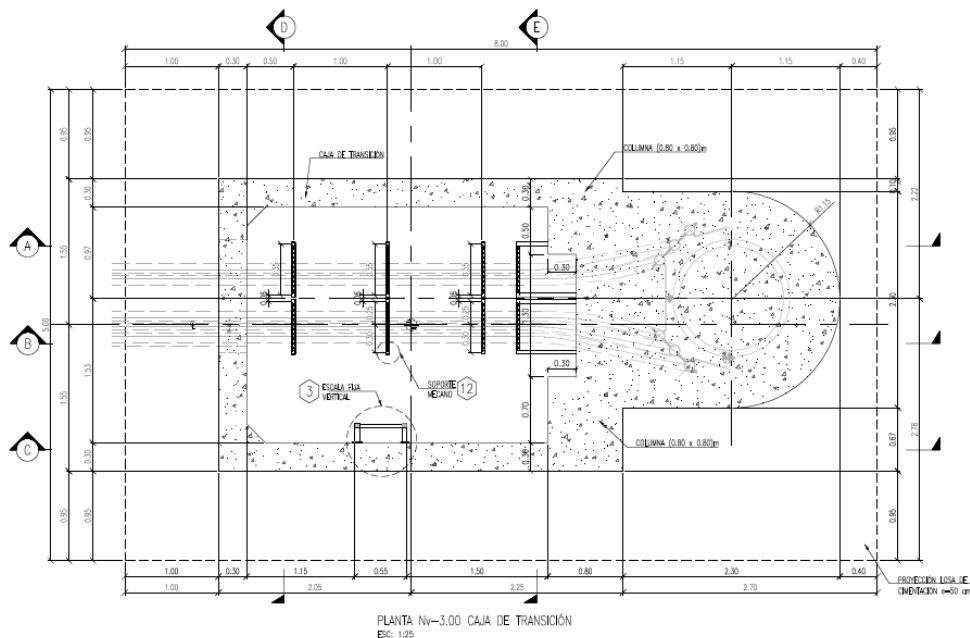
El concreto debe cumplir con los requerimientos del reglamento NSR-10 donde se especifica que la relación A/C debe ser de 0.45 para un concreto de 31 MPa. Las dimensiones medidas en planta para la caja 1 son de: 8 m x 3m y de altura 3.5 m. La ubicación de la caja se muestra a continuación:

Figura 3-18 Ubicación de la caja poste de transición



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-19 Dimensiones de la caja CT1 (dimensiones dadas en metros)



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

– Cajas de dirección

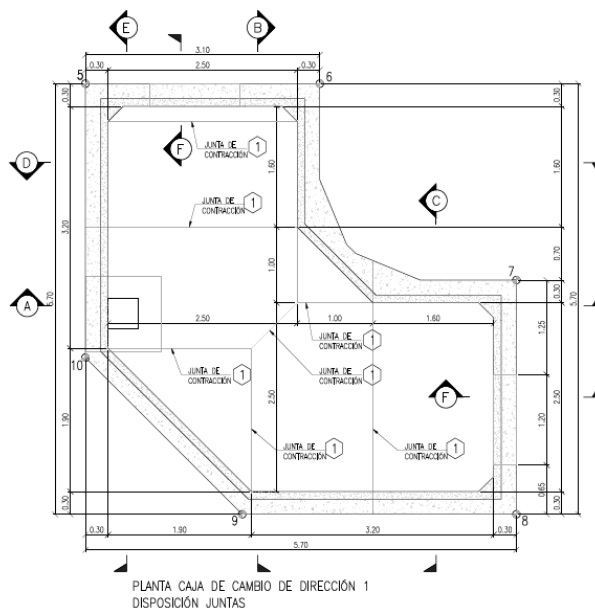
Las cajas de dirección son estructuras de concreto reforzado, con muros y placa de fondo que funcionan monólicamente. Estas cajas desempeñan la función de generar cambios en la dirección del eje de la línea subterránea.

Las cajas están dimensionadas de acuerdo con las necesidades del trazado, tensionado y con reserva de cable dentro de la caja, así como a las limitaciones del sitio de ubicación de las cajas.

Debido a las necesidades del proyecto, se requiere 3 cajas de dirección

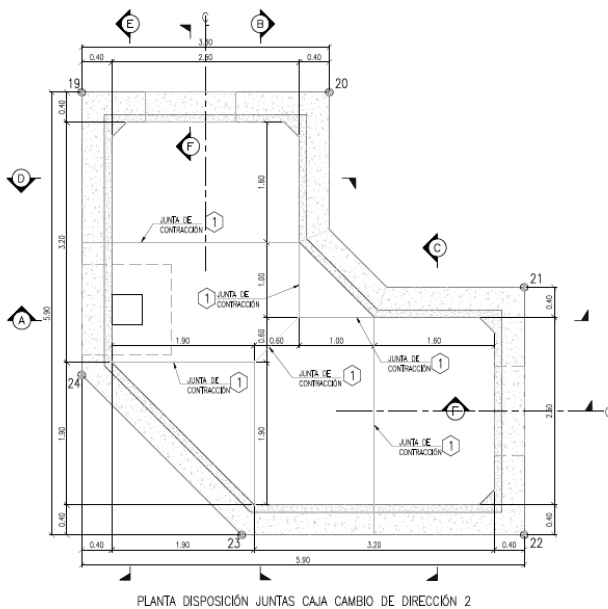
El dimensionamiento de las cajas de dirección se muestra a continuación:

Figura 3-20 Dimensiones de la caja de dirección CCD1



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-21 Dimensiones de la caja de dirección CCD2



Fuente: INGEDISA S.A., 2023


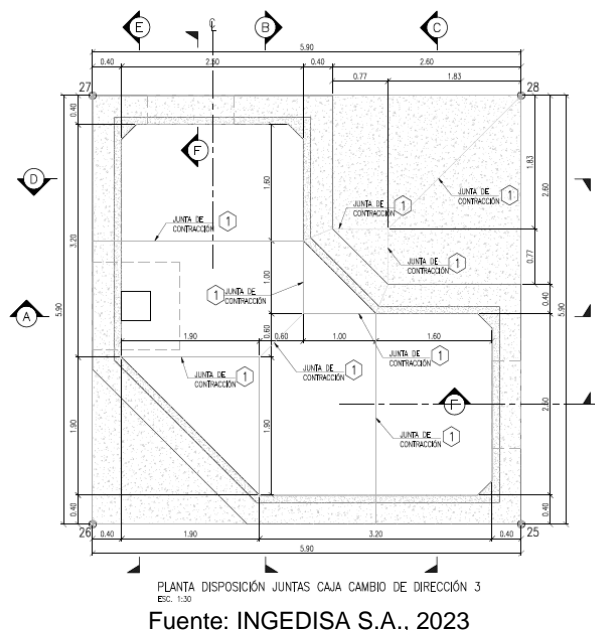
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 78

Figura 3-22 Dimensiones de la caja de dirección CCD3



– Cajas de empalme y apoyo de cercha

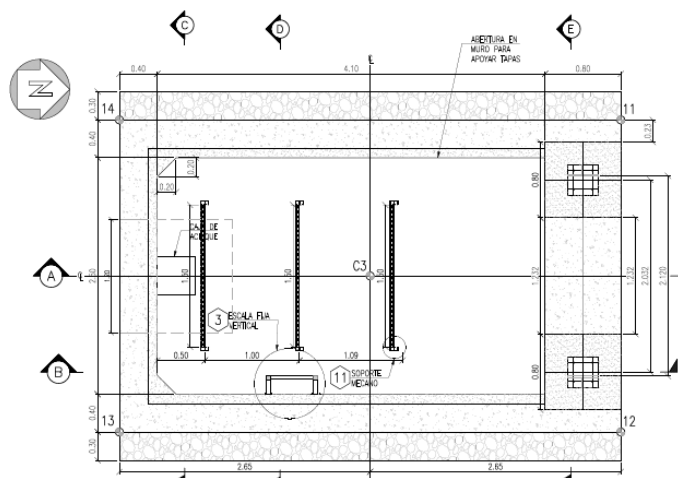
Las cajas de apoyo de cercha son estructuras de concreto reforzado, con muros y placa de fondo que funcionan monóticamente. Son necesarias 2 cajas, estas desempeñan la función de servir de apoyo y elevar los ductos subterráneos para realizar el cruce del drenaje Canal Guaymaral a través de una cercha.

Adicionalmente la caja para apoyo de la cercha ubicada en el costado norte tiene la función extra de hacer de caja de empalme, la cual garantiza un espacio donde se realiza el empalme o unión de los conductores cuando se termina un carrete e inicia otro.

Las cajas están dimensionadas de acuerdo con las necesidades del trazado, tensionado y con reserva de cable dentro de la caja, así como a las limitaciones del sitio de ubicación de las cajas.

El dimensionamiento de las cajas de apoyo de cercha y empalme se muestra a continuación:

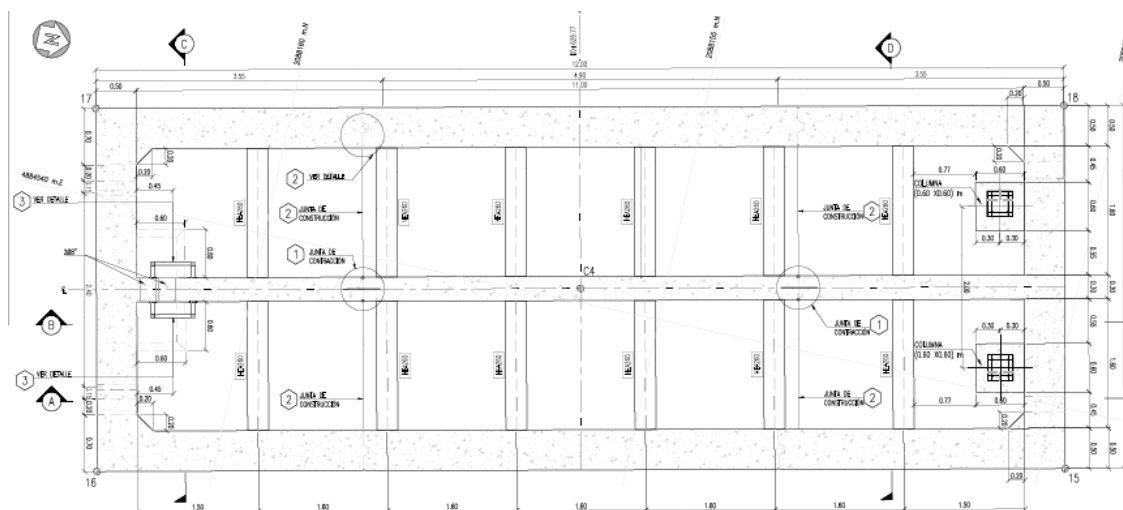
Figura 3-23 Dimensiones de la caja de apoyo de cercha CA1



PLANTA Nv=0.20 CAJA DE APOYO CERCHA - GEOMETRIA
Escala: 1:25

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Figura 3-24 Dimensiones de la caja de apoyo de cercha y empalme CE




PLANTA CAJA DE EMPALME - GEOMETRIA
Escala: 1:25

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

– Cercha

Debido al cruce del drenaje canal Guaymaral, se propone el uso de una cercha elevada sobre la que se soportará el cable aislado. Esta, se dimensionó garantizando que, en el ancho equivalente a la mancha de agua representativa de la inundación, para un periodo

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 80

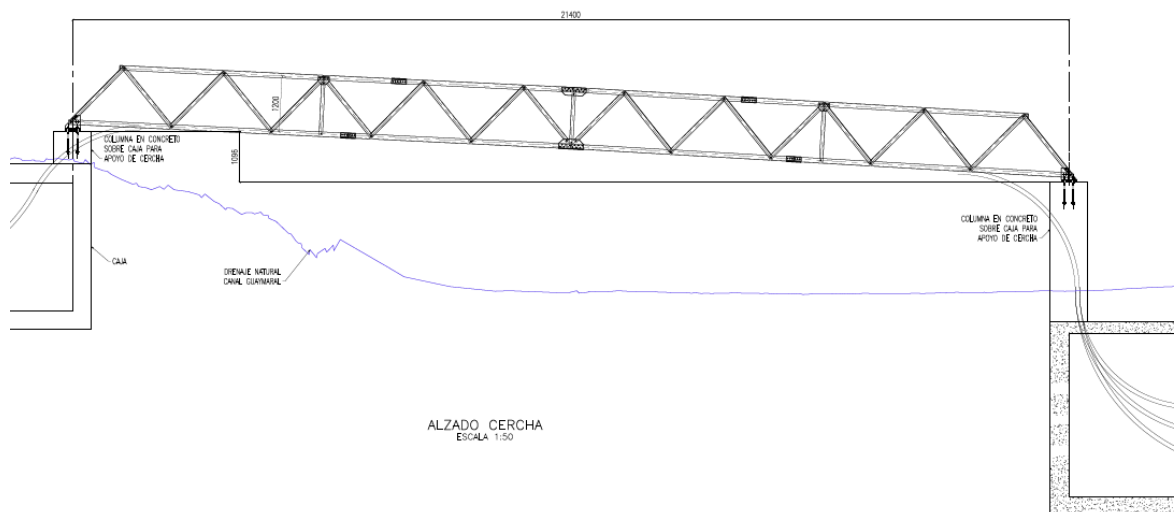
de retorno de 100 años, no fuera necesario realizar obras de excavación y/o relleno en el terreno, además de cumplir con una altura libre mínima de 2 m entre la proyección de la lámina de agua y la parte inferior de la estructura.

La cercha metálica tiene un dimensionamiento que cubre una longitud de 20.6 m libres entre apoyos, con lo que se garantizan los 13.6 m de la mancha de inundación y se proporciona una distancia adicional de retiro. Además, la altura del punto más bajo de la cercha respecto al canal es de 2.56 m, por lo que, en altura, también se proporcionó una holgura respecto al mínimo recomendado en el Manual de drenaje para carreteras del Invias (2.0 metros).


Esta estructura se compone de una cercha metálica en celosía, configuración típica de cruces en redes (sanitarias, hidráulicas, etc.), con perfilería en ángulos de acero estructural ASTM A-36. Esta, está apoyada sobre dos cajas de concreto que, con la adición de pedestales en concreto, reciben el anclaje de esta y transmiten las cargas al terreno. Además, estas mismas cajas fungen como estructuras de transición para el cable conductor aislado, generando la subterranización de la línea en su alineamiento.

Es de mencionar que para el emplazamiento de esta infraestructura se solicita el permiso de ocupación de cauce por el paso aéreo sobre el Drenaje Canal Guaymaral, de acuerdo con lo descrito el capítulo 7 del presente estudio de impacto ambiental.

Figura 3-25 Perfil cercha



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 81

- **Obras civiles**

- **Zanja abierta**

Dentro de esta alternativa encontramos dos formas de realizar la excavación:

- **Excavación manual:** Consiste en la excavación de la zanja con equipos como: palas, picos, entre otros, que permitan remover los volúmenes de suelo requeridos para la instalación de los ductos; durante las excavaciones se debe tener cuidado de no afectar las redes de servicios que pueden existir en la zona.
- **Excavación mecánica:** Se refiere al retiro del material constitutivo del terreno mediante el uso de retroexcavadoras o equipos mecánicos a motor. Este tipo de excavación tiene mayor eficiencia en comparación con la excavación manual, sin embargo, se debe tener cuidado de no afectar las redes de servicios que pueden existir en la zona.

- **Exploración de las condiciones del suelo**

Previo al inicio de la ejecución de la obra se realizará la verificación del perfil estratigráfico establecido, mediante una investigación del suelo muy detallada a lo largo de la alineación propuesta. Como resultado de esta actividad pueden generarse controles adicionales en obra.

- **Abatimiento del nivel freático**

Dependiendo de las condiciones del lugar y de la permeabilidad del suelo, puede realizarse el abatimiento mediante pozos de drenaje, pozos profundos desaguados por bombas, o filtros; esto es usualmente efectivo hasta una profundidad aproximada de 18 pies, por lo tanto, solo se utiliza en túneles superficiales o en pozos de acceso.


Además, para favorecer el drenaje del agua infiltrada, el túnel deberá excavarse en contrapendiente y ejecutando en el pozo de acceso una excavación de dimensiones suficientes que permitan la operación de una bomba sumergida.

- **Montaje de cables**

- **Alistamiento en campo**

Antes de iniciar el montaje de las estructuras, se deberá seleccionar e inspeccionar en el sitio todos los elementos constitutivos de la estructura con el fin de suplir oportunamente cualquier faltante de acuerdo con los planos, listas de composición y montaje aprobados, así como los equipos a utilizar con sus respectivos certificados.

En ningún caso se permitirá el montaje de piezas deformadas o defectuosas y en caso de que se encuentren errores en la fabricación de los elementos, se deberá informar para determinar si dichos errores pueden ser corregidos en obra o si los miembros deben ser reemplazados por otros, de dimensiones correctas.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 82

Las perforaciones se enfrentarán utilizando llaves de punta y en caso de que los huecos no coincidan y las correcciones del desajuste sean menores, se podrá aceptar la rectificación razonable de las perforaciones por medio de corte y limado. Después de hechas las perforaciones, se procede a la reparación de galvanizado.

– **Reparación del galvanizado**

Se deberá reparar el galvanizado de aquellas piezas en que se presenten daños menores, lo mismo que a las perforaciones rectificadas y a los pernos que hayan sido punzonados. El sistema de pintura deberá conformarse con las especificaciones para pintura de acero galvanizado estipuladas en el AISC y el *Steel Structures Painting Manual*, Volumen 2, o su equivalente.

Las pinturas serán del tipo epóxico, una utilizada como imprimante y la otra como capa final de protección, aplicadas sobre la superficie limpia de los elementos y en la forma y condiciones que recomiende el fabricante de la pintura.

– **Procedimiento de montaje**

Durante la operación de montaje se deberá cuidar 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. De ocurrir cualquier daño o sobre esfuerzo de los elementos, de acuerdo con la magnitud del daño, podrán ser rechazados o deberán ser reparados.

Durante el montaje se deberán tomar las medidas que sean necesarias para evitar daños a las personas y a la propiedad pública y privada.


Las estructuras, una vez armadas, serán inspeccionadas para su debida corrección, de cualquier conexión faltante o floja, error de armado o daño hecho durante el montaje. De igual manera se deberá cumplir con las normas de tolerancia establecidas.

• **Características de la subestación eléctrica Guaymaral**

La subestación Guaymaral se construirá en una configuración de barra sencilla seccionada a 115 kV tipo encapsulada o GIS, se estima que ocupe un total de 0,5 ha la cual se conectarán los módulos de línea de 115 kV y los transformadores 115/11,4kV, de los cuales energizan dos trenes de celdas de 11,4 kV a través del cual se conectarán los conductores de los circuitos de distribución en media tensión de la zona. A futuro se contempla la implementación de una tercera bahía de línea en 115 kV. La configuración de la subestación tipo GIS / Encapsulada, cambiará la percepción de la calidad visual del paisaje por parte de la comunidad aledaña, al igual que minimizará los efectos de campos electromagnéticos de los equipos utilizados. La Instalación y montaje de la subestación de 115//11.4 kV se conformará de los siguientes componentes:


a) Una subestación encapsulada en SF6 (GIS, Gas Insulated Switchgear) conformada por:

- Dos (2) módulos de líneas a 115 kV para conexión líneas (Torca - Autopista).

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 83

- Un (1) módulo de línea a 115 kV para conexión línea futura (reserva).
 - Dos (2) módulos de transformador 115 kV
 - Un (1) Módulo de seccionamiento de barra 115 kV
 - Dos juegos de PTs (Transformadores de tensión para medida - 3 fases) Barra B1.1 y B1.2 115 kV.
- b) Dos (2) transformadores de Potencia 115/11,4 kV, 80 MVA. (40 MVA cada uno).
- c) Dos trenes de celdas de 11.4 kV conformados por:
- Tren de Celdas 1:
 - Una (1) celda de entrada
 - Una (1) Celda de Medida
 - Diez (10) celdas de Salida
 - Una (1) Celda de Acople
 - Tren de Celdas 2:
 - Una (1) celdas de entrada
 - Una (1) Celda de Medida
 - Diez (10) celdas de Salida
- d) Dos (2) transformador de servicios auxiliares 150kVA, 11,4kV/208V
- e) Transferencia automática en BT
- f) Dos tableros de servicios auxiliares de corriente Continua
- g) Un tablero de servicios auxiliares de corriente Alterna
- h) Dos cargadores de baterías
- i) Un banco de baterías 125Vcc
- j) Sistema de detección de incendios
- k) Sistema de vigilancia electrónica
- l) Sistema de comunicaciones convencional


La subestación Guaymaral tendrá una única edificación para la instalación y operación de la subestación GIS en el cual a su vez se encuentran los gabinetes de adquisición de señales de campo, los tableros de control y protección 115kV, tableros de servicios auxiliares, banco de baterías y tableros de comunicaciones, celdas de media tensión 11.4 kV y tableros de comunicación. Servicios auxiliares, sala y baño.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 84


En la parte externa de la casa de control se encontrarán los transformadores de auxiliares tipo Pedestal del cual se alimentarán los servicios generales y auxiliares de corriente continua alterna. En la Tabla 3-26 se presenta la conformación eléctrica y los equipos de la subestación Guaymaral.

Tabla 3-26 Equipos y sistemas para la subestación Guaymaral

Módulos de línea 115kV				
Actividad	Módulos	Unidad	Cantidad/mód	Cantidad total
Módulo línea 115 kV modulo GIS tipo 1 (incluye transformadores de medida)	3.00	und	1.00	3.00
Gabinete Merging Unit 800x600x1300mm, tipo interior		und	1.00	3.00
Montaje y conexión módulo GIS tipo 1 145 kV		Glb	1.00	3.00
Montaje y cableado de Gabinete Merging Unit		Glb	1.00	3.00
Módulos de seccionamiento y acople de barras en 115kV				
Actividad	Módulos	Unidad	Cantidad/mód	Cantidad total
Módulo línea 115kV modulo GIS tipo 3	1.00	und	1.00	1.00
Gabinete Merging Unit 800x600x1300mm, tipo interior		und	1.00	1.00
Montaje y conexión módulo GIS tipo 3 145kV		Glb	1.00	1.00
Montaje y cableado de Gabinete Merging Unit		Glb	1.00	1.00
Transformadores de potencia 115/11,4 kV				
Actividad	Módulos	Unidad	Cantidad/mód	Cantidad total
Transformador de potencia trifásico 40/15/25 MVA 115/13.2/11.4 kV ONAF	2.00	und	1.00	2.00
Módulo de transformador 115kV, modulo GIS tipo 2		und	1.00	2.00
Gabinete Merging Unit 800x600x1300mm, tipo interior		und	1.00	2.00
Montaje y conexión de Transformador de potencia 115/13.2/11.4 kV		Glb	1.00	2.00
Montaje y conexión módulo GIS tipo 2 145kV		Glb	1.00	2.00
Montaje y cableado de Gabinete Merging Unit		Glb	1.00	2.00
Cable ACSR 605MCM (conexión de equipos)		m	15.00	30.00
Estructura bajante de cables en celosía galvanizada 11.4 kV		und	3.00	6.00
Terminales premoldeados tipo exterior cable 500MCM XLPE 100% 15 kV		und	3.00	6.00
estructura soporte bushing 115kV		und	3.00	6.00
Sala de control				
Tableros de control y protección módulos de 115kv				
Actividad			Unidad	Cantidad
Tablero tipo rack en lámina Cold Rolled (800x800x2200mm) tipo interior (+WR1/2 - +WR3/4 - +WR5/6- +R0)			und	4.00
Relé numérico de protección 87B			und	1.00
Relé numérico de protección 50/50N/51/51N/50BF/74, con panel frontal			und	2.00
Relé numérico de protección 21/87L/67/67N/25/79/74/50BF, con panel frontal.			und	4.00
Relé numérico de protección 27/59/81/87T/50/51/50N/51N/74/86T/50BF, con panel frontal.			und	4.00
Montaje y conexión de tablero de control y protección 145kV			Glb	6.00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 85

Tableros de comunicaciones				
Actividad		Unidad	Cantidad	
Tablero tipo rack en lámina Cold Rolled (800x800x2200mm) tipo interior (+W00, +W01)		und	2.00	
Gateway de comunicaciones		und	2.00	
Switch de gestión de comunicaciones con puertos SFTP/Ethernet		und	1.00	
Switch de comunicaciones con puertos SFTP		und	10.00	
Equipo RedBox para redundancia de equipos no PRP		und	2.00	
GPS para sincronización PTP		und	2.00	
Unidad de supervisión y adquisición de señales con 64 entradas digitales		und	1.00	
Fibra óptica multimodo 50/125um OM3 12 hilos armada		m	100,0 m	
Montaje y conexión de tablero de comunicaciones		Glb	2.00	
Servicios Auxiliares				
Actividad		Unidad	Cantidad	
Tablero de servicios auxiliares 120-208Vac, tipo interior (según especificación técnica Codensa ET-AT906)		und	1.00	
Tablero de servicios auxiliares 125Vcc, tipo interior (según especificación técnica Codensa ET-AT907)		und	1.00	
Tablero con transferencia automática 208Vac, interior (según especificación técnica Codensa ET-AT925)		und	1.00	
Tablero con cargador de baterías 125Vcc, tipo interior en lámina Cold Rolled		und	1.00	
Tablero de medida, tipo interior en lámina Cold Rolled 800x800x2200mm		und	2.00	
Registrador de calidad de potencia CREG 024 de 2005		und	3.00	
Montaje y conexión de tablero de medida		Glb	2.00	
Transformador tipo pedestal 150kVA 11,4kV/208Vac		und	2.00	
Cable de cobre tripolar 2/0 AWG con aislamiento XLPE 100% 15kV		m	150,0 m	
Terminales premoldeados tipo interior para cable 2/0 AWG con aislamiento XLPE 100% 15kV		und	3.00	
Terminales premoldeados tipo exterior para cable 2/0 AWG con aislamiento XLPE 100% 15kV		und	3.00	
Rack de baterías 7-OGi410LA 125Vcc		und	2.00	
Montaje y conexión de tablero de servicios auxiliares		Glb	6.00	
Cableado De Control				
Actividad		Unidad	Cantidad	
Cable multiconductor apantallado de cobre suave 2x12 AWG THHN-THWN-2 90°C 600V		m	700,0 m	
Cable multiconductor apantallado de cobre suave 4x12 AWG THHN-THWN-2 90°C 600V		m	650,0 m	
Cable multiconductor apantallado de cobre suave 4x10 AWG THHN-THWN-2 90°C 600V		m	650,0 m	
Cable multiconductor apantallado de cobre suave 12x12 AWG THHN-THWN-2 90°C 600V		m	600,0 m	
Cable multiconductor apantallado de cobre suave 7x12 AWG THHN-THWN-2 90°C 600V		m	200,0 m	
Casa de celdas				
Celdas de 11,4 kV				
ACTIVIDAD	FILAS	UNIDAD	CANTIDAD/MÓD	CANTIDAD TOTAL
Celda de salida 15 kV	2.00	und	10.00	19.00
Celda de SSAA 15 kV		und	1.00	1.00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 86

Celda de entrada 15 kV		und	1.00	2.00
Celda de medida 15 kV		und	1.00	2.00
Celda de acople 15 kV		und	1.00	1.00
Celda de remonte 15 kV		und	1.00	1.00
Montaje y conexión tren de celdas de 15 kV		Glb	1.00	2.00
Relé numérico de protección 50/50N/51/51N/50BF/74, con panel frontal .		und	1.00	3.00
Relé numérico de protección 67/67N/74/50BF, con panel frontal.		und	10.00	20.00
Equipo de medición				
Actividad	Unidad	Cantidad		
Medidor barras	und	2.00		
Medidor frontera de distribución	und	4.00		
Cableado de potencia				
Actividad	Unidad	Cantidad		
Cable subterráneo 15 KV XLPE	m	300.00		
Cables subterráneo 115 KV XLPE	m	250.00		
Apantallamiento e iluminación				
Actividad	Unidad	Cantidad		
Puntas captadoras	und	9.00		
Luminarias exteriores	und	22.00		

Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

▪ **Especificaciones generales de la subestación eléctrica**

A continuación, se presentan las especificaciones generales que aplican a todos los equipos y sistemas de la subestación eléctrica.

– **Parámetros eléctricos del sistema**

Los parámetros del sistema de la Subestación Eléctrica Guaymaral se presentan, a continuación, para cada uno de los niveles de tensión que se proyectan (115/ /11.4 kV) (Ver Tabla 3-27 a Tabla 3-28).

Tabla 3-27 Nivel de tensión: 115kV

Parámetros	Nivel de tensión
V _{máx} equipo (kV)	145
Voltaje soportado impulso (kV _{cresta})	650
Voltaje soportado frec. ind. 1 min (kV)	275
Frecuencia nominal (Hz)	60
I _{cc} (KA)	40

Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

Tabla 3-28 Nivel de tensión: 11,4kV

Parámetros	Nivel de tensión
V _{máx} servicio (kV)	12
V _{máx} equipo (kV)	17,5
Voltaje soportado impulso (kV _{cresta})	38
Voltaje soportado frec. ind. 1 min (kV)	95
Frecuencia nominal (Hz)	60
I _{cc} (KA)	25

Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

– Tensiones de Servicios Auxiliares

Las tensiones admisibles para las fuentes de los servicios auxiliares de las subestaciones son las siguientes: (Tabla 3-29).

Tabla 3-29 Tensiones de servicios auxiliares

ÍTEM	SISTEMA	TENSIÓN
1	Corriente continua para equipos electrónicos	125 +15% -15% V _{cc}
2	Corriente continua para otros equipos y sistemas	125 +10% -15% V _{cc}
3	Corriente alterna	208 +5% -10% V _{ca} 120 +5% -10% V _{ca}

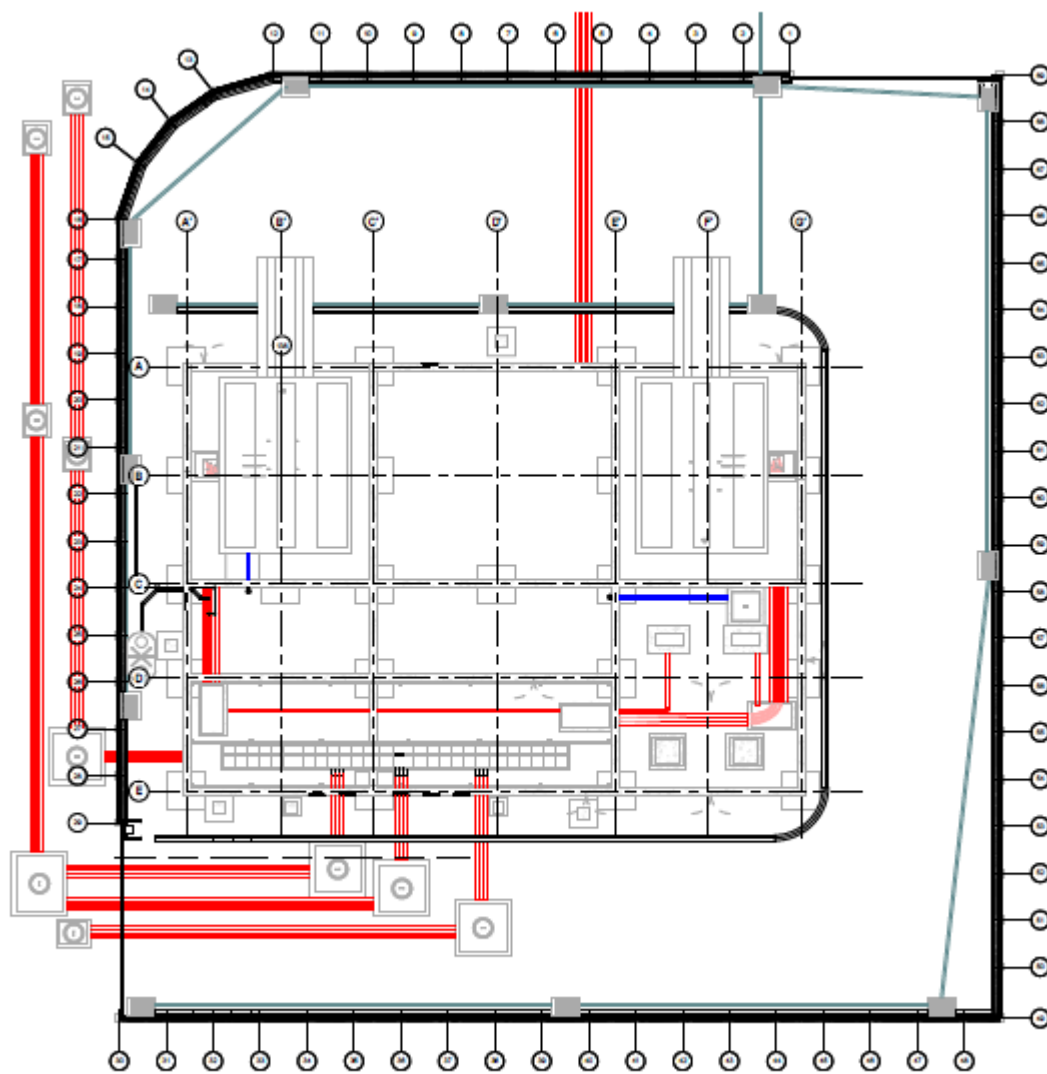
Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

– Disposición de los equipos de Alta Tensión

La disposición de equipos, estructuras, barrajes, conexiones y vías para los transformadores y la subestación cumplen con los niveles de tensión, distancias de seguridad, vías de circulación y áreas de mantenimiento, fueron diseñadas considerando lo estipulado en el RETIE¹⁰ (Figura 3-26).


¹⁰ Ministerio de Minas y Energía. Op.Cit.

Figura 3-26 Planta general Subestación Guaymaral



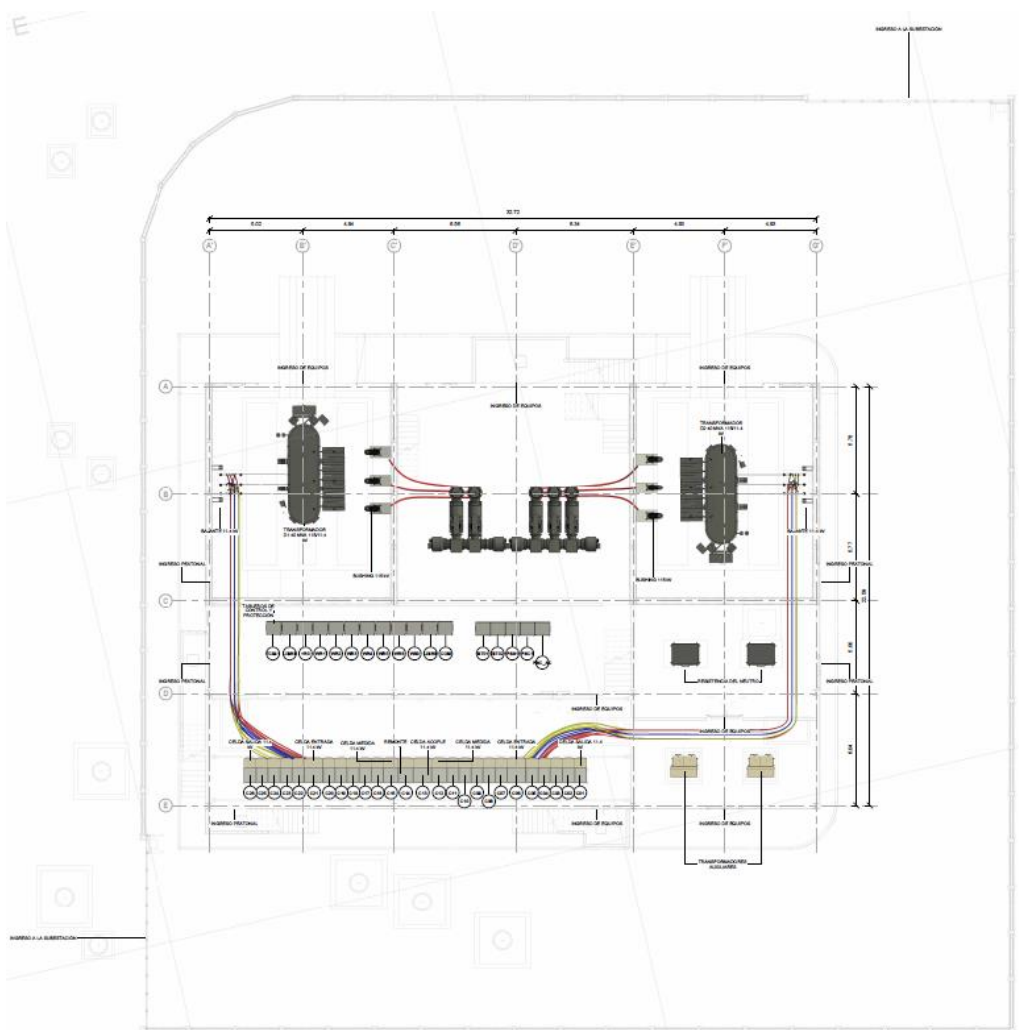
Planta General SE Guaymaral
 Escala: 1:150

Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 89

La vista de planta muestra las edificaciones y disposición de equipos de la subestación GIS, transformadores de potencia y celdas de media tensión, vale la pena destacar que el plano a detalle puede ser consultado en **Anexos, Cap_3, Subestacion** (Figura 3-27).

Figura 3-27 Vista con disposición física de equipos




Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

– Operación y Mantenimiento

A continuación, se relacionan las características de las instalaciones eléctricas a fin de facilitar los trabajos de mantenimiento y operación de la subestación:

- Dos carrileras y puente grúa con el fin de realizar mantenimiento y / o cambio de equipos.
- Área de ensamble e instalación de la subestación GIS en la casa de Alta Tensión.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 90

- c) Canalizaciones especiales para conductores de Alta Tensión para conexión de las líneas de transmisión y los transformadores de potencia mediante Bujes y aisladores de transición.
- d) Canalizaciones para tendidos de cables alimentadores a celdas de media tensión.
- e) Canalizaciones para salida de circuitos de 11.4 kV a las redes de distribución de la zona.
- f) Cajas de transición, cajas de llegada de la línea subterránea a la SE y Caja 1 - inicio línea de transición poste 11A

– **Compatibilidad electromagnética de los equipos electrónicos**

Todos los equipos electrónicos soportarán las perturbaciones electromagnéticas esperadas en una subestación de alta tensión, asegurando el cumplimiento de emisión de campos electromagnéticos por debajo de 200 μ T (Tabla 14.1 RETIE 2013¹¹).

Estos equipos se instalarán en las cercanías de los conductores de 115 kV, con múltiples acoples capacitivos e inductivos; sus conexiones a tierra se realizarán a la malla de tierra principal, la cual estará interconectada con los neutros de los transformadores y con los cables de guarda de las líneas de 115 kV.

– **Transformadores de Potencia**

En la Subestación Eléctrica Guaymaral se instalarán tres (2) bahías de transformación un a nivel de tensión 115/11,4 kV. Todos los transformadores serán de capacidad de 40 MVA, aislados en aceite (Libre de PCBs acorde con la norma XX), para una carga total de 80 MVA.

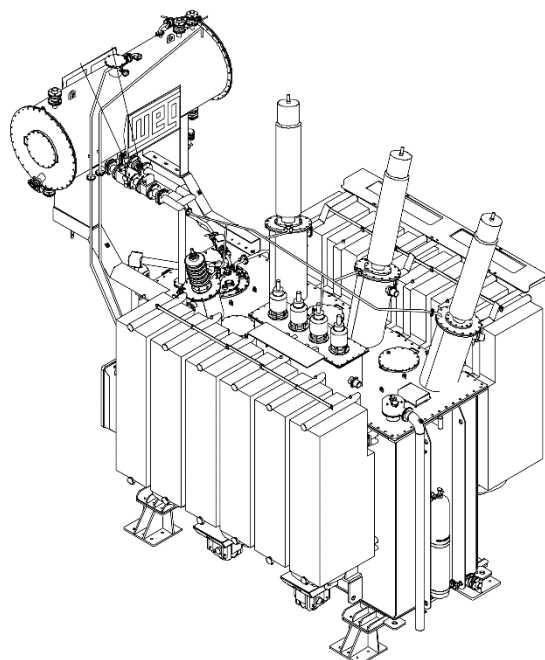
Cualquier transformador se podrá desplazar mediante dos carrileras, cama bajas y dos grúas para su izaje y posicionamiento en su sitio final, se cuenta con puente grúa instalado para el montaje de sus accesorios. Estos desplazamientos se harán en forma segura, sin obstáculos y con los demás transformadores en servicio entre los sitios de ubicación normal y una zona de descargue prevista en la subestación.

Cada transformador de AT/MT tendrá su respectivo tablero de bahía de transformador, tablero de regulación y tablero contador de energía.

En la Figura 3-28 se presenta un transformador de potencia de 115/11,4 kV, 40MVA.

¹¹ Ministerio de Minas y Energía. Op.Cit.

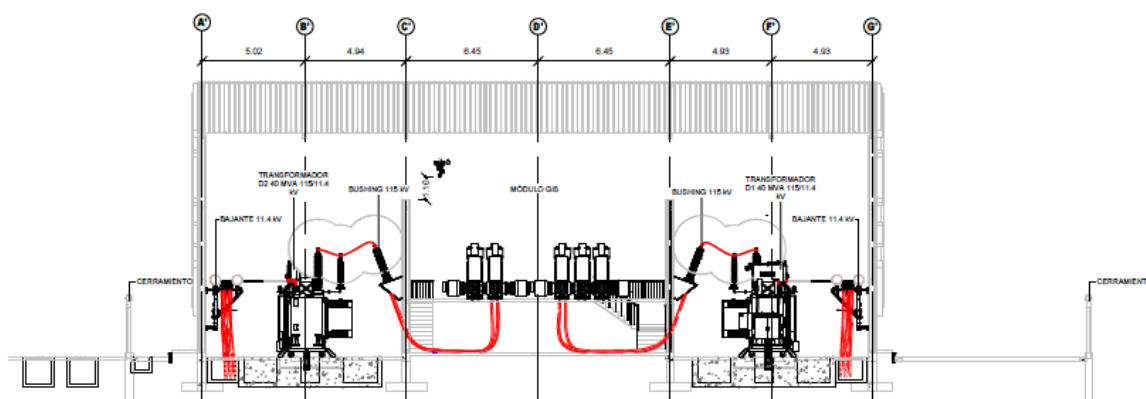
Figura 3-28 Transformador de potencia 115/11,4 kv




Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

En la Figura 3-29 se presenta la conexión conductores de Alta Tensión a subestación GIS.

Figura 3-29 Conexión conductores de alta tensión a subestación GIS



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 92

– **Sistema de prevención de incendios**

La subestación y sus componentes considerarán las precauciones recomendadas por las normas aplicables para minimizar los riesgos de inicio y propagación de incendios.

La construcción de la subestación y sus componentes estarán de acuerdo con la última edición de la norma IEEE Std 979 “IEEE Guide for Substation Fire Protection”.

i. Cables

Los aislamientos de los cables no propagarán el fuego, para lo cual contarán con los respectivos certificados de pruebas. Los ductos, canaletas y tuberías se construirán con materiales y barreras apropiadas para evitar la propagación de incendios.

ii. Puertas de salida

La ubicación y las cerraduras (antipático) de las puertas de salida permitirán una fácil evacuación y prevendrán que el personal quede atrapado en caso de incendio (apertura hacia afuera).

iii. Alarmas

Se preverá un sistema de detección de humo y activación de alarma local y remota.

iv. Diseño y construcción

En las paredes, techos, pisos, puertas, gabinetes, mesas, sillas y otros muebles se evitará el uso de materiales combustibles o con bajo punto de ignición.

Las paredes, puertas, pisos y techos de los diferentes espacios soportarán la máxima intensidad de fuego esperada.

Las tuberías, canaletas y ductos de cables tendrán sellos para evitar la transferencia de humo, gases o líquidos inflamables de un área a otra.


Se preverán sistemas de ventilación adecuados para evitar que la concentración de humo dificulte operar los dispositivos manuales contra incendios.

Se calculará la producción de hidrógeno en las baterías y se evitará una concentración que genere riesgo de explosión.

v. Fosos y tanques de aceite

Los transformadores tendrán fosos autocontenedores de aceite para controlar los efectos de un eventual derrame. El sistema de recolección de aceite se diseñará y construirá considerando la edificación indoor.

Los fosos se diseñarán de modo que extingan el fuego en caso de rotura del tanque del transformador y derrame de aceite inflamado.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 93

El sistema incluirá separadores agua-aceite y los drenajes o bombas necesarias para la evacuación del agua; el diseño debe prevenir la contaminación de los sistemas de agua externos (potable, lluvias, riego, negras) con el aceite de los transformadores.

Los fosos se diseñarán para recibir y evacuar en forma segura el aceite expulsado ante la operación de las válvulas de sobre presión de los transformadores de modo que no se produzcan salpicaduras o derrames que puedan causar un incendio o un accidente.

vi. Muros corta fuegos y ubicación de transformadores

Los transformadores estarán separados mediante muros corta fuegos. La ubicación de los transformadores y equipos adyacentes se escogerán de modo que se minimice la probabilidad de que el incendio de un transformador afecte otros equipos.

La altura de los muros corta fuegos deberá sobre pasar el nivel máximo de aceite existente en los transformadores, según establecido en la norma IEEE Std 979.

vii. Sistema de detección para interiores

Para los tableros y las áreas interiores se diseñará, especificará, suministrará, instalará, probará y pondrá en servicio un sistema de detección de humo e incendios con sus respectivas alarmas sonoras y visuales con señalización en el SDA (Sistema Digital de Automatización).

Los detectores solo actuarán con la presencia de humo, y no deberán activarse con la suciedad, polvo u otros contaminantes del ambiente; el sistema NO deberá emitir señales falsas, continuas o intermitentes, al SDA (Sistema Digital de Automatización) o al Centro de Control de ENEL COLOMBIA S.A E.S.P.

viii. Extintores portátiles


Se suministrará e instalarán puestos con extintores portátiles dentro de las edificaciones y en el patio de conexiones con características y ubicación adecuada para el tipo de riesgos presentes en la subestación.

Las sustancias utilizadas como medio de extinción no deberán deteriorar los componentes de los equipos sobre los cuales deben descargarse los extintores.

ix. Cableado exterior

Los aislamientos y chaquetas de los cables exteriores no deberán propagar el fuego para lo cual se contará con los respectivos certificados de pruebas.

Los ductos, canaletas y tuberías se construirán con los materiales y barreras apropiadas para evitar la propagación de incendios. Las barreras serán removibles para permitir labores de mantenimiento o ampliaciones futuras.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 94

Los ductos, canaletas y cajas de tiro se construirán de modo que se prevenga el ingreso de aceite u otros líquidos inflamables.

Los arreglos verticales de cables tendrán barreras que prevengan la propagación de incendios.

- **Actividades de construcción de la SE Guaymaral**
 - **Replanteo**

El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación. Consiste en la ubicación de puntos referenciales y ejes del proyecto, desde los cuales se tomarán las medidas y ubicarán de manera precisa las cimentaciones para los diferentes equipos y estructuras, y en general para todas las obras civiles a ser construidas. El equipo topográfico será el encargado de realizar estas mediciones y materialización con mojones y estacones en la etapa de construcción.

- **Adecuación del terreno de la subestación (Remoción, descapote, explanación, excavación y cimentación)**

- ✓ Adecuación del terreno

Con ayuda de maquinaria se llegará hasta los diferentes niveles de cada uno de los componentes que tiene la obra. En caso de que exista infraestructura existente esta será demolida y los residuos serán manejados adecuadamente a través de un gestor autorizado. Para garantizar que las aguas lluvias evacúen correctamente, la superficie del terreno adecuado tendrá pendientes hacia los filtros y cunetas del sistema de drenajes


- ✓ Excavaciones

Este trabajo comprende la excavación necesaria para alojar las estructuras que incluye el proyecto tales como: fundaciones para estructuras de casa subestación GIS, box coulvert para tendido de cable de Alta Tensión, fundaciones para equipos de transición para conexión de transformadores de potencia, fosos de transformadores, muros cortafuego, instalación de tuberías de alcantarillado y acueducto, filtros, andenes, cárcamos, cunetas, cimentación y puente grúa, malla de puesta a tierra, postes de iluminación y sistema de apantallamiento.

La actividad incluye el control y protección de las excavaciones por medio de desagües, bombeos, drenajes, entibados, apuntalamientos, cuando fueren necesarios. Así como, el suministro de los materiales para dichas construcciones y el subsiguiente retiro de estos.

- ✓ Retiro y disposición de materiales provenientes de excavaciones y Residuos de Construcción y Demolición -RCD

Incluye el retiro y disposición en forma satisfactoria de todo el material excavado sobrante. Cuando sea posible el material extraído de las excavaciones deberá ser empleado en labores de relleno.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 95

Cuando el aprovechamiento no es inmediato, deberá ubicarse en una zona conveniente para su utilización posterior. El material que no sea conveniente utilizar para otras obras, debe ser transportado a los puntos limpios de acuerdo con lo estipulado en la ficha de manejo MAB-02 Manejo integral de materiales de construcción -RCD y protección del suelo y en el numeral 3.2.5 Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición.

– **Construcción de la subestación**

✓ Obras en concreto

Comprende la ejecución de las obras de concreto reforzado, de limpieza o ciclópeo para la construcción de estructuras. Tales como: Columnas, vigas, muros, losas, fundaciones de soporte de equipo y de pórticos metálicos, fosos para transformadores, tanque de recolección de aceite, bases para transformadores de auxiliares, celdas para el sistema de 11,4kV, cárcamos, tapas para cárcamos, estructuras menores y elementos prefabricados de conformidad con las dimensiones indicadas en los planos estructurales, considerando los requisitos establecidos en la NSR-10.

✓ Colocación de malla de puesta a tierra

Como parte inicial de la construcción de la subestación, se debe instalar la malla de puesta a tierra, a fin de que todos los voltajes que se originen dentro de la subestación sean descargados a tierra.

La malla de puesta a tierra consiste en un tejido de cables de cobre unidos entre sí mediante procesos termo fundentes, mediante soldadura exotérmica enterrados a una profundidad aproximada de 50 cm aterrizado con varillas “copperweld” de 5/8” y 2,4 m de longitud que van hincadas en el terreno.


La separación entre los cables de cobre y la configuración de la malla de puesta a tierra, serán determinadas con base a la resistividad del suelo. Se dejarán cables dispuestos hacia la superficie a fin de conectarlos a todos los equipos y estructuras aéreas metálicas.

El diseño del sistema de puesta a tierra permite comprobar que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a las que puedan estar sometidos los seres humanos, no superen los umbrales de soportabilidad.

La cobertura de la malla se extiende a todas las áreas de construcción de la subestación, celdas, losas y estructuras de metal. La construcción se basará en diseños de malla de puesta a tierra y medidas de resistividad del terreno.

La resistencia máxima de la malla de la subestación será de 1 Ohm. La corriente de cortocircuito para la subestación cuyo límite de diseño de equipo de interrupción es de 40 kA, con un tiempo de duración de falla correspondiente a 0,5 segundos.

El diseño del sistema de puesta a tierra garantizará que los valores máximos de las tensiones de paso, de contacto y transferidas a las que puedan estar sometidos los seres

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 96

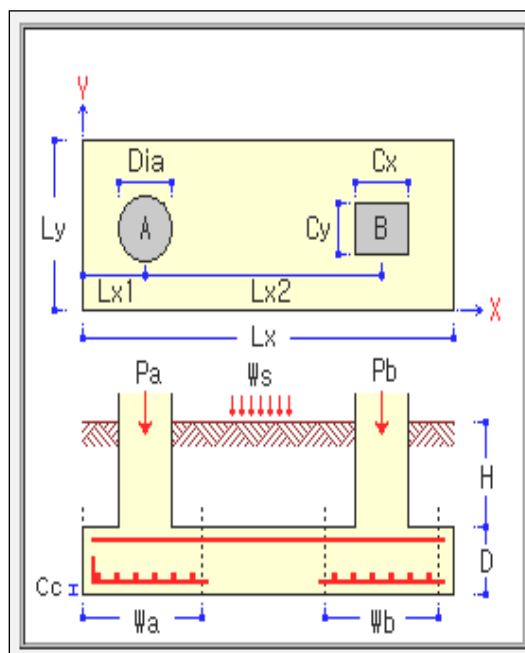
humanos que pueden transitar dentro y en los alrededores de la subestación no superen los umbrales de soportabilidad de tal manera que no se presentarán accidentes y daños a los mismos.

Los métodos por emplear para la medida de la resistividad será el Método de Wenner y Schlumberger Palmer, basados en las normas IEEE 80, IEEE 81, y RETIE.

✓ Construcción de cimentaciones

Se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, en forma manual o mediante el uso de excavadoras sobre orugas compactas o de largo alcance. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades mediante ensayos de suelo (Figura 3-30).

Figura 3-30 Geometría típica de las cimentaciones




Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

✓ Cimentación del transformador de potencia

La cimentación del transformador consistirá en una losa de fondo, que soportará unas vigas centrales de apoyo para el transformador donde la distancia entre ejes de dichas vigas corresponde a la separación entre ruedas del transformador. La losa también soportará vigas perimetrales formando un foso central y dos fosos laterales cuya capacidad de almacenamiento corresponde al volumen total del aceite del equipo.

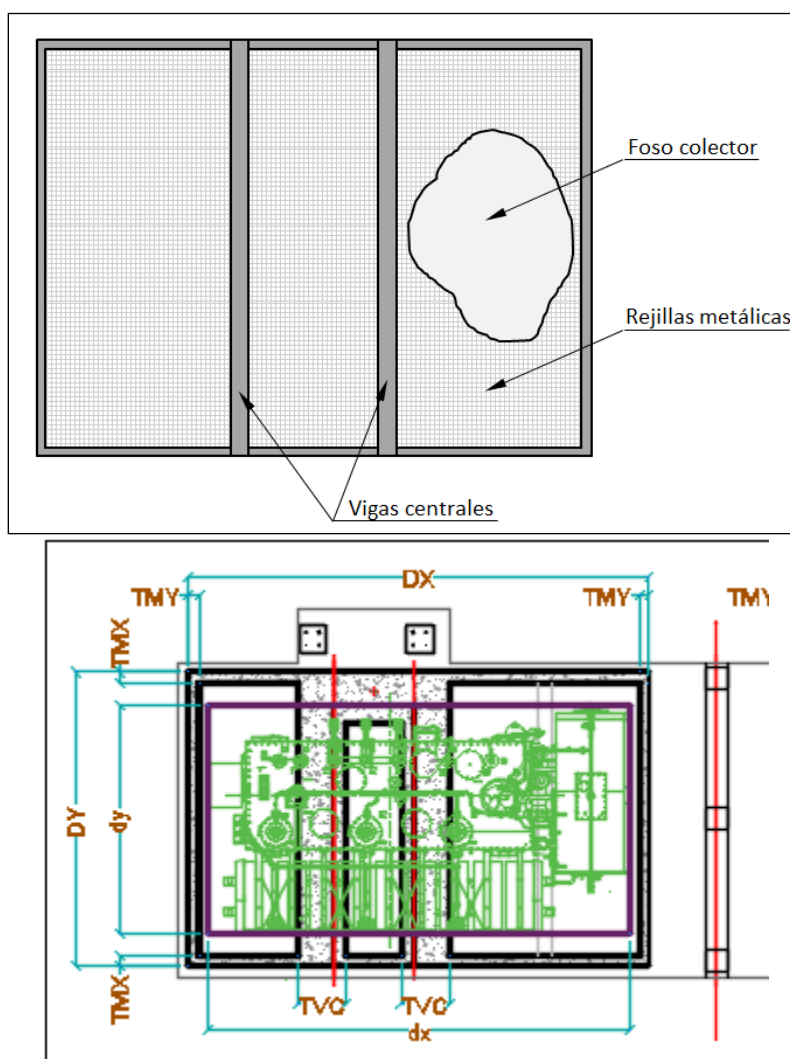
El área del foso se determinará de acuerdo con el tamaño del equipo seleccionado garantizando que cualquier fuga que se llegará a presentar, sea recogida dentro del foso. Las dimensiones del foso a diseñar cubrirán la proyección en planta de todo el equipo más

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 97

0,15 m libres en todas las direcciones. Para cubrir la eventualidad de un derrame de aceite hacia el sistema de aguas lluvias por daño en el transformador, se diseñará como estructura de cimentación para el equipo, una trampa de aceite.

En el foso se instalarán rejillas metálicas, para soportar una capa mínima de 0,10 m de material granular redondeado, uniforme, de diámetro entre cinco y ocho centímetros para ayudar a extinguir el fuego en el caso de que el aceite caiga inflamado (Figura 3-31).

Figura 3-31 Planta de cimentación transformadores

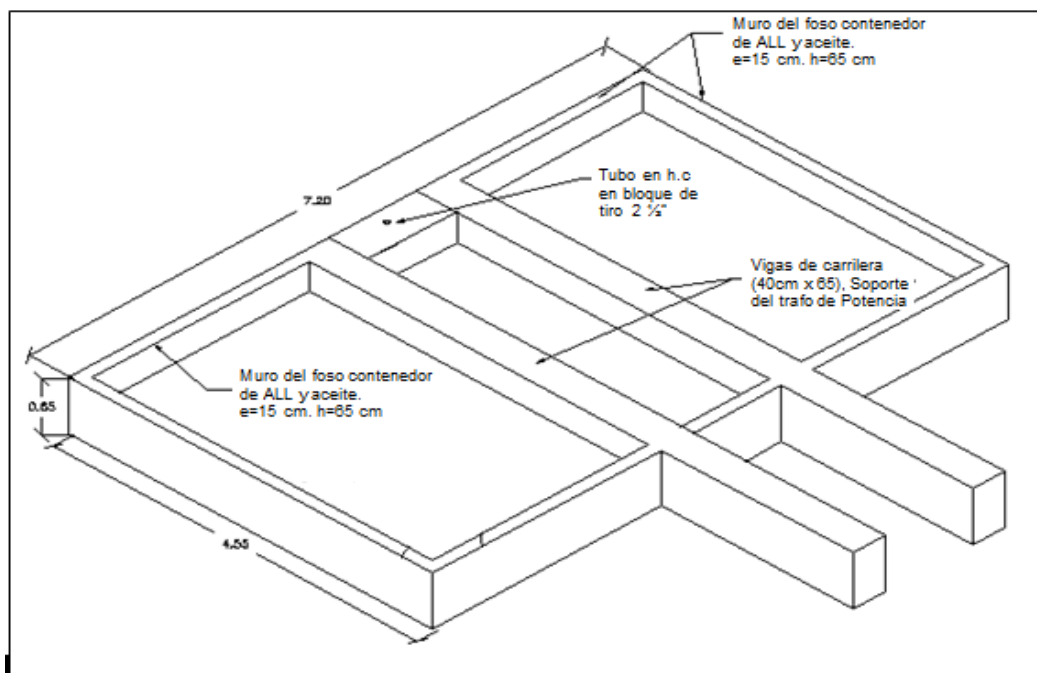


Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

La fosa contenedora está conformada por materiales impermeables, con volumen suficiente para contener todo el aceite que a un a futuro se pueda derramar, con una capacidad del 110%, (Figura 3-32). La trampa de aceite tendrá en la parte superior, exactamente al nivel superior calculado del volumen de aceite, un tubo en codo de diámetro suficiente, en el cual

su rama vertical llegará hasta unos 10 centímetros del fondo y servirá como única salida del agua, y la rama horizontal descargará el agua al drenaje.

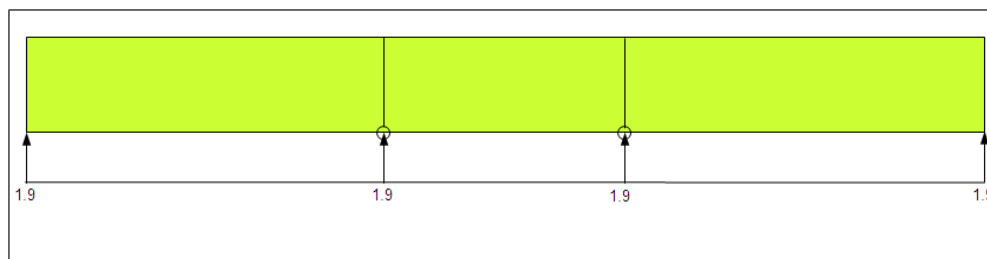
Figura 3-32 Cimentación foso de transformador



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

Las vigas de la carrilera tienen una longitud de 4.55 (en la zona del foso) y una sección de 0.4mx0.65m, de concreto reforzado $f'c=21$ Mpa. Considerando el peso total del transformador igual a 58.000 kg. Dada la capacidad portante del terreno, en el sentido longitudinal de las vigas se contempla una carga de reacción de 1.9 Ton/m en cada viga. Se tienen reacciones en los apoyos como se muestra a en la Figura 3-33 con el esquema de cargas y en la Figura 3-34 con el esquema de reacciones (unidades Ton, m):

Figura 3-33 Esquema de cargas



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 99

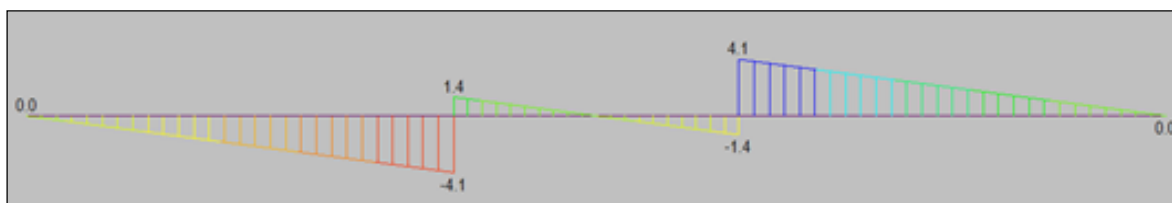
Figura 3-34 Esquema de reacciones



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

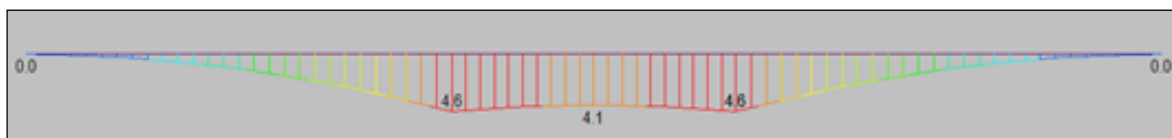
Teniendo en cuenta un suelo rígido y considerando las ruedas del transformador como apoyos simples de la viga se tienen los siguientes diagramas de corte (Figura 3-35) y momento (Figura 3-36) respectivamente.

Figura 3-35 Diagrama de cortante (Ton)



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

Figura 3-36 Diagrama de momento (Ton*m)



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

A partir del máximo momento se realiza el diseño de la viga de la carrilera para determinar la cuantía de acero requerida.

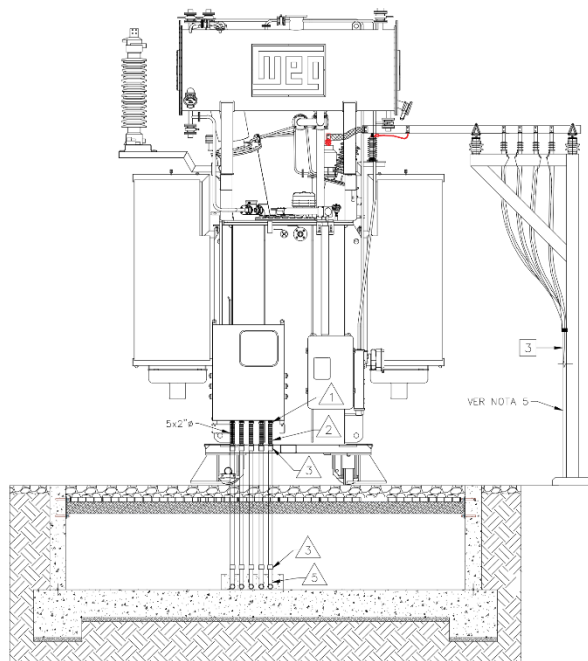
✓ Cimentación estructura soporte salida 11,4 KV en Transformadores de Potencia

Se plantea como estructura de cimentación un pedestal en concreto reforzado $f'c=21\text{ MPa}$ con dimensiones de 0.50 m x 0.50 m x 1.60 m, en cada uno estos pedestales se instalarán cuatro pernos de anclaje de diámetro de 1" y de 0.40 m de longitud, estos pedestales se apoyarán sobre una zapata en concreto reforzado $f'c= 21\text{ MPa}$.

La zapata mencionada anteriormente se construirá sobre una capa de concreto de limpieza de $f'c= 14\text{ MPa}$ con espesor de 0,05 m.

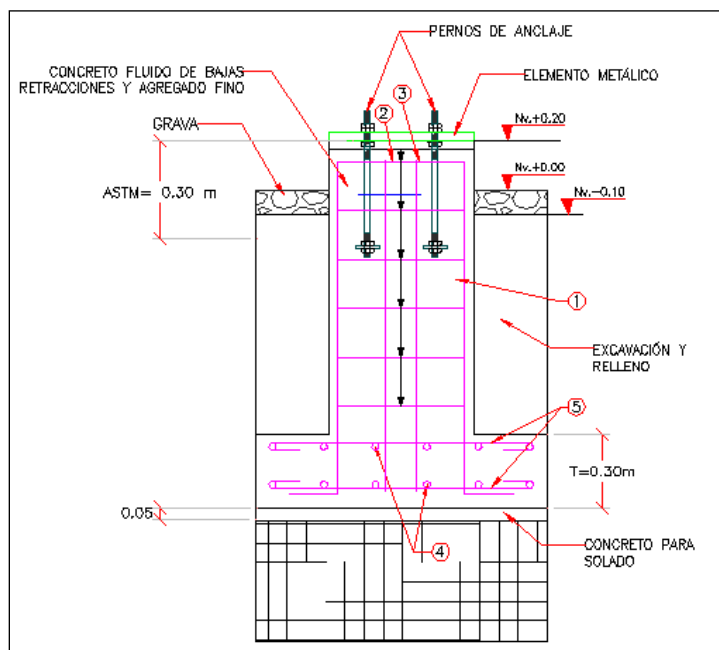
En la Figura 3-37 se muestra la vista de montaje del soporte para salida de cables MT y en la Figura 3-38 el detalle de la cimentación.

Figura 3-37 Soporte para salida de cables MT transformador de potencia




Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023

Figura 3-38 Cimentación soporte de cables mt vista en corte



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 101

✓ Construcción de obras civiles en general

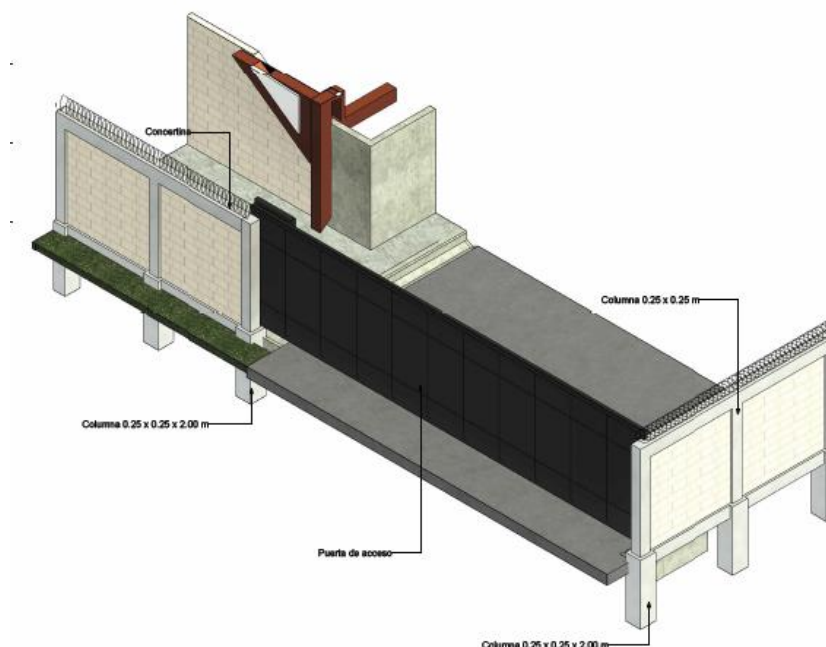
Para el funcionamiento de la subestación Guaymaral se requerirá la construcción de las siguientes obras civiles:

- Casa Subestación GIS.
- Cerramiento exterior
- Fundaciones para equipos
- Box Coulvert para canalización de cables de AT.
- Box Coulvert para canalización de cables MT salida Transformadores.
- Sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, independientes
- Sistema de canalizaciones: Cárcamos y canaletas para el paso de cables y conducciones eléctricas en general.
- Bordillos y cunetas
- Vías internas
- Sistema de abastecimiento de agua potable (cisterna y otros)
- Banco de ductos para cables circuitos de salida MT


✓ Cerramiento exterior

La subestación Guaymaral se debe aislar y cerrar para evitar el ingreso de personas que no autorizadas y delimitar el predio mediante la construcción de un muro de cerramiento. (Figura 3-39)

Figura 3-39 Detalle de cerramiento y puerta vehicular principal



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 102

✓ Sistema de alcantarillado pluvial y sanitario

Las edificaciones que hacen parte de la subestación tendrán una red de tubería en PVC para el sistema pluvial y otro independiente para el sanitario con el fin de no contaminar las afluentes cercanas al proyecto. Es importante resaltar que la subestación contará con un sistema integrado séptico fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), integrado con FAFA (filtro anaerobio de flujo ascendente) con la finalidad de darle tratamiento a las aguas residuales que se prevén generar durante la etapa operativa.

Las aguas lluvias que se recojan de las edificaciones serán transportadas a cajas sumidero de inspección para luego ser evacuadas hacia el sistema de aguas lluvias de la red de la zona. En todo caso se garantizará que las aguas lluvias no tengan contacto con aguas residuales.

✓ Manejo de aguas residuales

Durante la construcción, se contará con el servicio de baños portátiles según el número de trabajadores, los cuales contarán con el servicio de abastecimiento y mantenimiento mediante un tercero autorizado, por lo que el suministro de agua para el funcionamiento y aseo se realizará por el contratista, como se determina en el Capítulo 7. Demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y Capítulo 10.1.1 PMA del presente Estudio de Impacto Ambiental.

✓ Muro cortafuegos

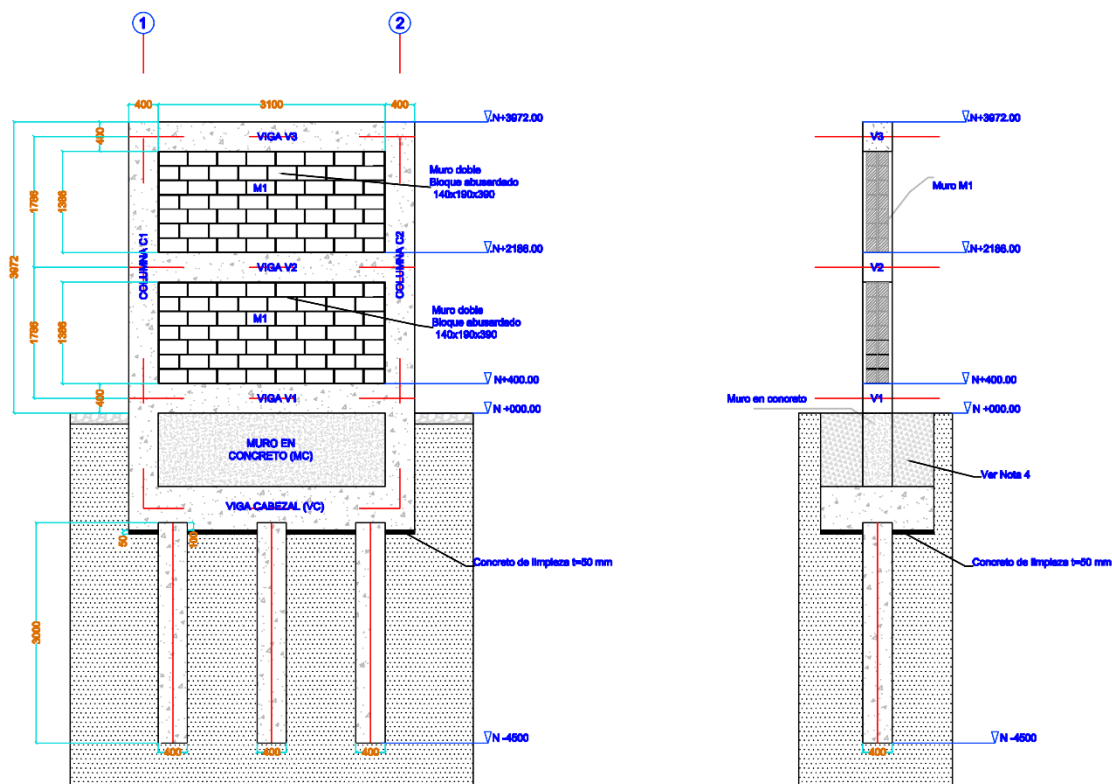
El muro cortafuegos es una estructura que permite controlar el fuego en caso de incendio aislando de manera adecuada los transformadores de potencia. Vale la pena destacar que los materiales pueden estar sujetos a los resultados asociados a la ingeniería de detalle.

El muro cortafuegos consiste en un pórtico de concreto compuesto de columnas de sección 30 x 30 cm, y vigas de 30 x 40 cm. Adicionalmente tiene módulos de muro en bloque de concreto abuzardado de espesor 30 cm.

El concreto para zapata, columnas y vigas $f'c$ 21 Mpa, el concreto para solado $f'c$ 14 Mpa, el acero para barras mayores o iguales a la no. 3 $f_y=420$ Mpa. El recubrimiento del acero de refuerzo en zapata 7,5 cm y en los demás elementos 5,0 cm, mínimo.

El material de relleno será recebo B-200 y se compactará en capas de 10cm hasta alcanzar el 90% del proctor modificado. En la **Figura 3-40** se muestra una imagen con vista de planta, frontal y lateral del muro contrafuego.

Figura 3-40 Muro cortafuegos



Fuente: Enel Colombia S.A E.S.P, 2023


✓ Manejo de aceite de los transformadores

Para cada uno de los transformadores se construirá un foso de recolección para captar derrames o fugas del aceite dieléctrico. Este foso tendrá la capacidad de almacenar hasta el 110% del volumen de aceite del transformador de Potencia.

El foso de recolección se diseñará y construirá como una trampa de aceites que separa el aceite del agua. El agua se conectará al sistema FAFA. Para el retiro del aceite que se almacena en el foso, se deberá disponer en su momento de un vehículo carrozanque apropiado.

- ✓ Montaje electromecánico
- ✓ Montaje de estructuras metálicas

El armado de las estructuras metálicas estará acorde a los planos proporcionados por el fabricante y la memoria de diseño. Se iniciará con el ordenamiento y clasificación de piezas para luego proceder con el armado de estas sin ajustar completamente los pernos, utilizando herramientas como plumas, grilletes, poleas y materiales como cabos de nylon o de otro material no metálico; sin que se permita la utilización de cuerdas metálicas, alambres desnudos o cadenas de acero que puedan dañar el galvanizado. El montaje de estructuras corresponde a las estructuras de soporte de los bujes de transición para

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 104

conexión de los cables de AT y de las estructuras de soporte para conexión de cable de Media Tensión que conectan al transformador de Potencia, este proceso se realizará haciendo uso de puente grúa.

Una vez montadas las estructuras, se procederá a verificar la verticalidad, para finalmente proceder al ajuste definitivo de los pernos con el torque que corresponda a cada diámetro.

✓ **Instalación de barras y accesorios**

Los barrajes rígidos empleados se instalarán en la estructura de salida de Media Tensión de los transformadores de Potencia los cuales se constituyen por platinas con capacidad de 2500 A.

✓ **Montaje de equipos**

Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos, tableros eléctricos y de comunicaciones y estructuras previstas, incluyendo actividades de cableado y conexión hasta la casa de la subestación GIS.

Una parte de los equipos se montan sobre las estructuras metálicas, tales como pararrayos y bujes de transición, en tanto que otros se colocan directamente sobre las bases de hormigón armado construidas para el efecto, tales como Transformadores de auxiliares, Tableros, celdas y Subestación GIS 115kV.

▪ **Energización**

Una vez concluido el montaje de equipos y el cableado de estos, se procederá con la ejecución de todos los protocolos de pruebas eléctricas de estos, a fin de verificar el correcto funcionamiento de los equipos, así como de los circuitos de control y protección. Estas pruebas se realizan sin energizar la subestación, utilizando los equipos y procedimientos normados para el efecto. Una vez que el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se procede a la energización de la subestación.


Las pruebas de puesta en servicio que se efectuaran en la Subestación Guaymaral son las siguientes:

– **Pruebas Funcionales**

Se realizarán a los equipos del nivel I y pruebas a los equipos de nivel II.

– **Pruebas de integración con Centro de Control ENEL COLOMBIA S.A. E.S.P.**

Pruebas con equipo simulador, simulaciones desde el sitio y pruebas en vivo para todas las señales e informaciones intercambiadas con el Centro de Control.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 105

– Pruebas de comunicaciones con el Centro de Control

Ejecutar los protocolos de comunicación de la subestación a través de un el equipo concentrador y convertidor de comunicaciones que cumple la función de Gateway.

Estas pruebas se refieren a la forma como se recibe la información en el SCADA del Centro de Control una vez se ha interpretado y convertido el protocolo.

– Prueba de estabilidad y confiabilidad

Una vez la subestación esté en servicio se debe probar el funcionamiento ininterrumpido y normal del sistema de control y protecciones durante cuatro meses. En este período solo se aceptan ajustes menores para corregir eventuales deficiencias no detectadas durante las pruebas de puesta en servicio.

– Filosofía general de las pruebas

La filosofía general de las pruebas de puesta en servicio de los sistemas de protecciones, control, alarmas y supervisión es que cada elemento, lógica, ajuste, programación, circuito o conexión debe demostrar, mediante una prueba verificable por el cliente, que cumple la función para la cual fue previsto cuando se dan las condiciones que habilitan dicha función; así mismo debe demostrar que cuando no se dan las condiciones o estas son parecidas pero no suficientes, no realiza una función errónea. Las partes probadas con éxito no deben intervenir para evitar que se modifiquen inadvertidamente.

– Inspecciones


Las inspecciones se llevarán a cabo durante todo el proceso de construcción y montaje de la subestación.

Las inspecciones se deben realizar a todas las actividades de obra civil, montaje de estructuras metálicas, montaje de equipos de potencia, tendido y cableado, conexión y pruebas de equipos.

Durante este proceso se debe verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, los procesos constructivos, el personal empleado deberá estar debidamente capacitado y que la obra sea ejecutada de acuerdo con la ingeniería desarrollada. Durante esta etapa se debe verificar la calidad y resistencia del hormigón en base a pruebas de resistencia.

• Infraestructura preexistente y su relación con las obras propuestas

En el área prevista para la localización del proyecto, se identifica infraestructura asociada a proyectos de infraestructura férrea, eléctrica, de hidrocarburos y vial, tal como se indicó en el numeral 3.2.1. El proyecto guarda relación directa con el proyecto la ampliación de la autopista norte Concesionada por Accenorte, el cual se encuentra en proceso de licenciamiento, y como se puede consultar a detalle en **Anexos, Cap. 2, Superposición**

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 106

▪ **Redes Eléctricas**

Dentro del área del proyecto, se encuentran diferentes cruces con infraestructura eléctrica siendo la de mayor relevancia el cruce con la línea de alta tensión Torca – Noreste a 220kV propiedad de ISA Intercolombia, las descripciones técnicas de los diferentes cruces con líneas de alta, media y baja tensión son relatados en el capítulo 3.2.1.2.

▪ **Vías interceptadas**

A lo largo de los 4.78 m de la línea de transmisión que forma parte del proyecto, se presentan 5 cruces viales en la línea aérea relatados en el capítulo 3.2.1.1.1, adicionalmente se presentan los diferentes usos de diferentes vías para los accesos del proyecto relatados en el capítulo 3.2.3.1.1.

▪ **Redes de acueducto**

Durante los trabajos del diseño detallado, se identifica el cruce de una red matriz de acueducto de 72” del acueducto de Bogotá EAAB dentro del separador de la autopista norte, dichos cruces fueron tenidos en cuenta en el diseño presentando, con el fin de buscar la coexistencia de los dos proyectos, procurando a través de un análisis geotécnico de las cimentaciones que el tubo del acueducto no presente deformaciones. Adicionalmente, se identifican redes de agua potable de menor tamaño en el tramo subterráneo sobre la calle 222, pertenecientes a COJARDIN, para la cual se asegura que la excavación con zanja abierta respetar estas redes, vale la pena destacar que se han realizado espacios de acercamiento con estas entidades con la finalidad de garantizar dicha coexistencia con los diferentes cruces identificados (ver), así las cosas, es importante resaltar que se tuvo en cuenta la red principal de Cojardín, aledaña a la subestación, la cual está conformada por tuberías de: Ø110mm, Ø160mm y válvulas de corte (3). De igual forma se realizó la verificación del punto de conexión con la red principal de acueducto de Cojardín, el cual no está dentro del área destinada para la Subestación Guaymaral. (ver **Anexos, Cap 2, Superposición** , Figura 3-41, Figura 3-42 y Figura 3-43)




	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 107

Tabla 3-30 Cruces con acueductos

ID	Cruce	Sección del cruce	Nomenclatura	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
				Este	Norte	Este	Norte
1	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja de dirección 2_1	ATC_CCD2_1	4884560,84	2088298,128	1004004,78	1022352,94
2	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja dirección 3_1	ATC_CCD3_1	4884081,718	2088429,912	1003525,15	1022484,05
3	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja dirección 3_2	ATC_CCD3_2	4884069,735	2088432,71	1003513,15	1022486,83
4	Tuberías Cojardin	Caja cambio de dirección 2	CCD2	4884558,143	2088299,442	1004002,08	1022354,25
5	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja de dirección 2_1	ATC_CCD2_1	4884558,143	2088299,442	1004002,08	1022354,25
6	Tuberías Cojardin	Caja cambio de dirección 2	CCD2	4884552,839	2088302,027	1003996,77	1022356,83
7	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja de dirección 2_2	ATC_CCD2_2	4884552,839	2088302,027	1003996,77	1022356,83
8	Tuberías Cojardin	Zanja_5	ZJ_5	4884074,691	2088431,553	1003518,11	1022485,68
9	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja dirección 3_1	ATC_CCD3_1	4884074,691	2088431,553	1003518,11	1022485,68
10	Tuberías Cojardin	Zanja_5	ZJ_5	4884073,449	2088431,843	1003516,87	1022485,97
11	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja dirección 3_2	ATC_CCD3_2	4884073,449	2088431,843	1003516,87	1022485,97
12	Tuberías Cojardin	Área trabajo caja de dirección 2_2	ATC_CCD2_2	4884546,097	2088305,312	1003990,02	1022360,11
13	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884546,097	2088305,312	1003990,02	1022360,11
14	Tuberías Cojardin	Subestación	SE	4884030,154	2088441,062	1003473,53	1022495,13
15	Tuberías Cojardin	Subestación	SE	4884033,238	2088440,646	1003476,62	1022494,72
16	Red matriz	Sitio de poste5	SP5	4884571,528	2086569,071	1004018,19	1020622,8

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 108

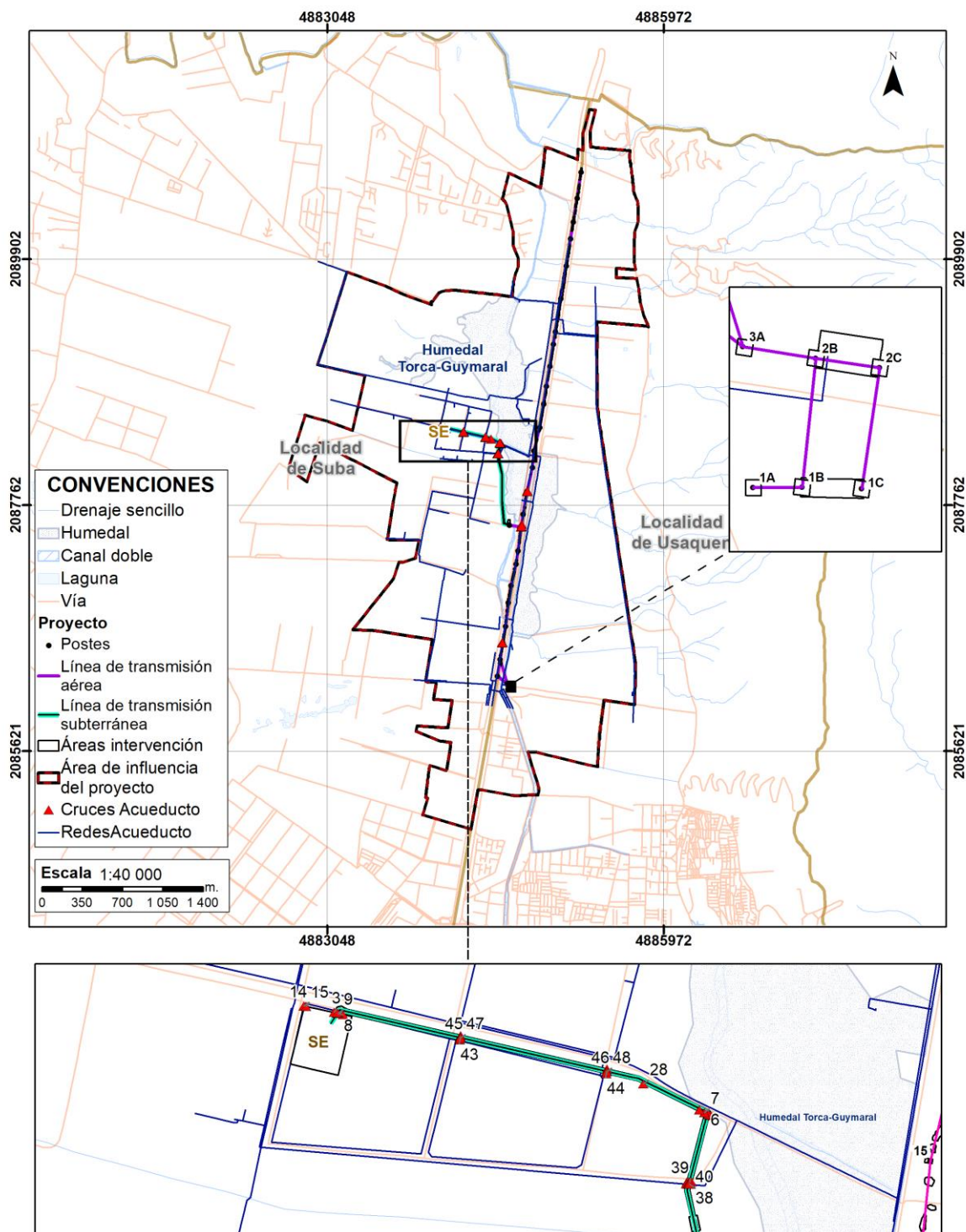
ID	Cruce	Sección del cruce	Nomenclatura	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
				Este	Norte	Este	Norte
17	Red matriz	Sitio de poste5	SP5	4884570,707	2086564,142	1004017,38	1020617,87
18	Red matriz	Sitio de poste11	SP11	4884736,581	2087577,879	1004181,77	1021632,51
19	Red matriz	Sitio de poste11	SP11	4884735,714	2087572,752	1004180,91	1021627,38
20	Red matriz	Sitio de poste13	SP13	4884788,993	2087887,546	1004233,72	1021942,46
21	Red matriz	Sitio de poste13	SP13	4884787,965	2087881,635	1004232,7	1021936,54
22	Red matriz	Plaza tendido P11	P,Tend_P11	4884739,957	2087597,834	1004185,11	1021652,48
23	Red matriz	Plaza tendido P11	P,Tend_P11	4884736,621	2087578,114	1004181,8	1021632,75
24	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_1	SERV_S4_1	4884235,089	2088402,659	1003678,66	1022457,02
25	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_1	SERV_S4_1	4884426,154	2088358,681	1003869,91	1022413,32
26	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884233,748	2088396,811	1003677,32	1022451,17
27	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884424,724	2088352,853	1003868,49	1022407,49
28	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884473,39	2088339,575	1003917,21	1022394,28
29	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_2	SERV_S3_2	4884530,026	2088211,704	1003974,08	1022266,41
30	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_2	SERV_S3_2	4884529,255	2088208,755	1003973,32	1022263,46
31	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_1	SERV_S3_1	4884536,102	2088211,228	1003980,16	1022265,95
32	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_1	SERV_S3_1	4884535,359	2088208,382	1003979,42	1022263,1
33	Tuberías Cojardin	Zanja_3	ZJ_3	4884532,456	2088211,514	1003976,51	1022266,23
34	Tuberías Cojardin	Zanja_3	ZJ_3	4884531,697	2088208,606	1003975,76	1022263,32

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 109

ID	Cruce	Sección del cruce	Nomenclatura	Coordenadas CTM-12		Coordenadas Magna Bogotá	
				Este	Norte	Este	Norte
35	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_2	SERV_S3_2	4884532,456	2088211,514	1003976,51	1022266,23
36	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_2	SERV_S3_2	4884531,697	2088208,606	1003975,76	1022263,32
37	Tuberías Cojardin	Zanja_3	ZJ_3	4884533,734	2088211,414	1003977,79	1022266,13
38	Tuberías Cojardin	Zanja_3	ZJ_3	4884532,963	2088208,528	1003977,03	1022263,24
39	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_1	SERV_S3_1	4884533,734	2088211,414	1003977,79	1022266,13
40	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 3_1	SERV_S3_1	4884532,963	2088208,528	1003977,03	1022263,24
41	Tuberías Cojardin	Zanja_4	ZJ_4	4884234,552	2088400,32	1003678,12	1022454,68
42	Tuberías Cojardin	Zanja_4	ZJ_4	4884425,582	2088356,35	1003869,34	1022410,99
43	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_1	SERV_S4_1	4884234,552	2088400,32	1003678,12	1022454,68
44	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_1	SERV_S4_1	4884425,582	2088356,35	1003869,34	1022410,99
45	Tuberías Cojardin	Zanja_4	ZJ_4	4884234,284	2088399,15	1003677,86	1022453,51
46	Tuberías Cojardin	Zanja_4	ZJ_4	4884425,296	2088355,184	1003869,06	1022409,82
47	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884234,284	2088399,15	1003677,86	1022453,51
48	Tuberías Cojardin	Servidumbre subterránea 4_2	SERV_S4_2	4884425,296	2088355,184	1003869,06	1022409,82

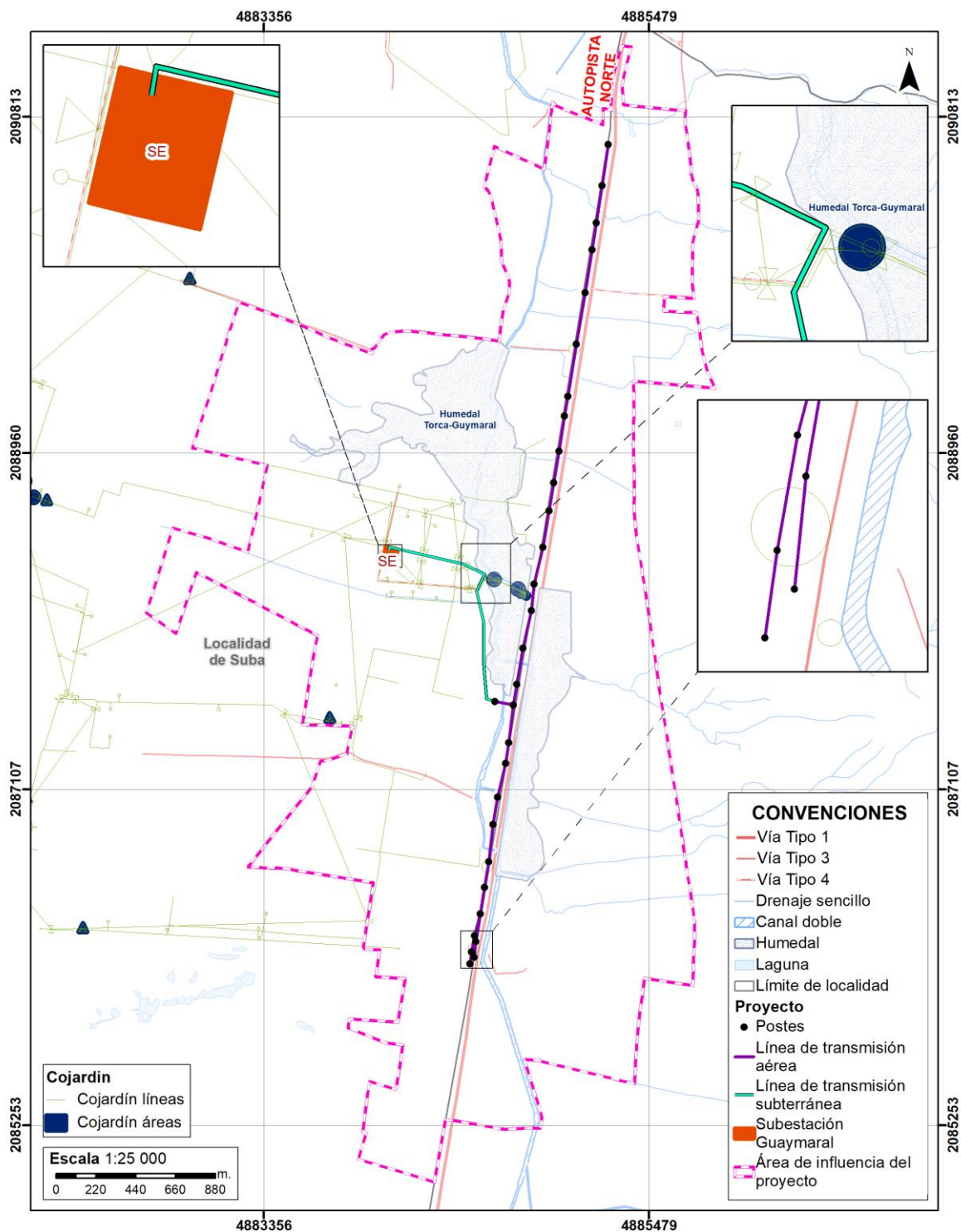
Fuente: a partir de EAAB y Cojardin, adaptado por INGEDISA S.A ,2023

Figura 3-41 Redes de acueducto EAAB presentes en el área de influencia del proyecto



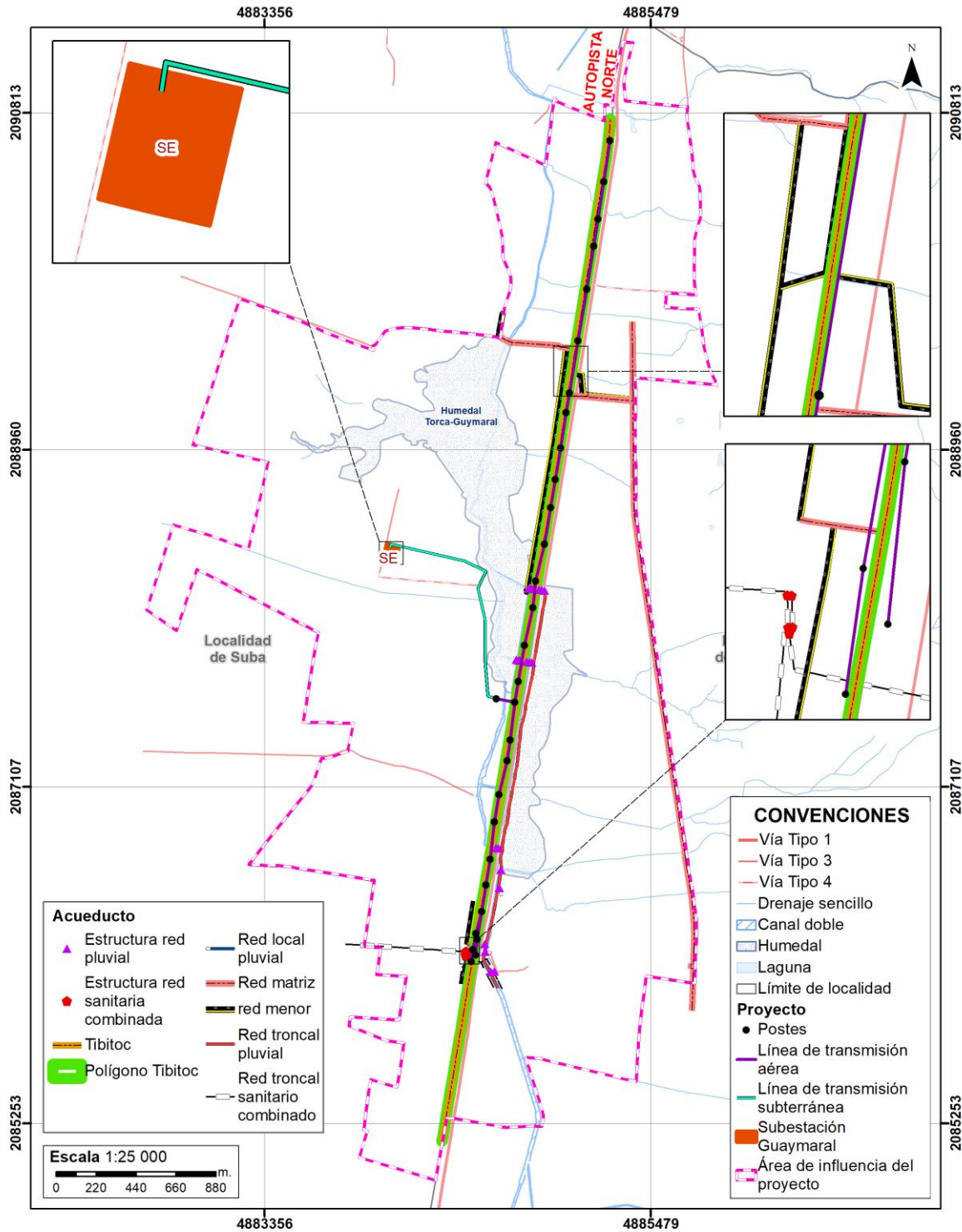
Fuente: a partir de EAAB y Cojardín, adaptado por INGEDISA S.A ,2023

Figura 3-42 Redes de acueducto Cojardín presentes en el área de influencia del proyecto




Fuente: a partir de Cojardín, adaptado por INGEDISA S.A ,2023

Figura 3-43 Red de Tibitoc presentes en el área de influencia del proyecto



Fuente: a partir de EAAB, adaptado por INGEDISA S.A ,2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 113

▪ **Redes de gasoductos**

Dentro del área donde se localiza el proyecto, se encuentra la red de distribución de gas natural de Vanti S.A E.S.P. sobre el tramo subterráneo, por lo cual, fue tomada en cuenta en el diseño presentando, con el fin de buscar la coexistencia de los dos proyectos, como se observa en el ítem 3.2.1.3 Infraestructura lineal de hidrocarburos del presente documento.

• **Obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos**

Como se muestra en el numeral 3.1 Localización, la totalidad del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” se desarrollará en el área urbana de la ciudad de Bogotá D.C, específicamente entre las localidades de Suba y Usaquén.

• **Descripción general de las redes de servicios interceptadas por el proyecto**


La información asociada a las redes de servicios interceptadas por el proyecto puede ser consultada a detalle en el ítem “Infraestructura preexistente y su relación con las obras propuestas”, el cual se encuentra en el numeral 3.2.3.1.2 del presente capítulo.

• **Volúmenes estimados de descapote, corte, relleno y excavación**

En el proceso constructivo de las cimentaciones para las líneas de construcción los volúmenes de material sobrante son mínimos, por lo tanto, no se requiere selección ni adecuación de puntos limpios. El material proveniente de excavaciones es seleccionado y empleado para rellenos en el sitio cuando sus condiciones técnicas lo permiten. Por otra parte, el material sobrante o de desecho, por lo general se esparce uniformemente alrededor del sitio de poste y/o en la forma en que se apruebe, sin que obstruya el drenaje natural ni se afecten las áreas adyacentes por causa de su mala disposición. De igual forma, el material del descapote se podrá utilizar cubriendo adecuadamente el área intervenida para facilitar el proceso de revegetalización en este sitio.

Tabla 3-31 Volúmenes estimados de descapote, relleno, excavación

construcción de cimentaciones autopista – Torca - Guaymaral		
Cimentaciones Tipo Pila		
Excavación	<i>m³</i>	462,9
Cimentaciones Tipo especial		
Excavación	<i>m³</i>	480,5
Construcción de cimentaciones fase 2 conexión futura		
Cimentaciones Tipo Pila		
Excavación	<i>m³</i>	256,3
Cimentaciones Tipo especial		
Excavación	<i>m³</i>	857,8
Construcción línea subterránea autopista – Torca - Guaymaral		
Excavación cajas	<i>m³</i>	730,0
Excavación canalización	<i>m³</i>	5765,9

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 114

Subestación Guaymaral		
Transformador servicios auxiliares	m ³	7,12
Cimentación neutro	m ³	2,76
Transformador D1	m ³	61,85
Transformador D2	m ³	61,18
Carrilera	m ³	15,6
Cerramiento	m ³	27,60
Obra civil	m ³	4787,57
Casa Indoor	m ³	1280,64
Muro cortafuego	m ³	190,26

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- **Volumen estimado de materiales reutilizables**

Come se mencionó anteriormente el volumen de excavación es empleado y seleccionado para la reutilización en la reconfiguración del terreno, según la selección de cimentación del sitio.

Tabla 3-32 Volumen estimado de materiales reutilizables

Volumen	Unidad	Cantidad
Material Reutilizable de Excavación	m ³	5588,10

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- **Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción**

El material sobrante de excavación es mínimo, para el proyecto se estima una generación del 20% del material total generado, esto debido a lo mencionado anteriormente, el material excavado es seleccionado y empleado para rellenos en el sitio cuando sus condiciones técnicas lo permiten.

Tabla 3-33 Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción

Infraestructura	Volumen	Unidad	Cantidad
Líneas de transmisión	Material Sobrante de Excavación	m ³	2394,90
Subestación			1647,01

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- **Volumen estimado de rellenos para préstamo**

Debido a las características mecánicas que presentan los suelos circundantes al proyecto se ve necesario hacer uso de material para relleno de préstamo con mejores características mecánicas.

Tabla 3-34 Volumen estimado de materiales reutilizables

Infraestructura	Volumen	Unidad	Cantidad
Líneas de transmisión	Material de relleno de préstamo	m ³	5097,0
Subestación			2393,78

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

- Volumen de materiales requeridos por la obra**


A continuación, en la Tabla 3-35, se presentan los volúmenes de materiales requeridos para la construcción de las líneas de transmisión aérea y subterránea y en la subestación eléctrica.

Tabla 3-35 Volumen de materiales requeridos para la obra


Construcción de cimentaciones autopista – Torca - Guaymaral		
Cimentaciones tipo pilas		
Volumen concreto tipo f'c =31mpa (m3)	m ³	476,7
Acero de refuerzo fy = 420MPa	Kg	38965,9
Solado f'c=14MPa	m ³	1,9
Cimentaciones tipo especial		
Concreto tipo f'c =31mpa (m3)	m ³	552,6
Acero de refuerzo fy = 420MPa para pilas	Kg	80664,0
Solado f'c=14MPa	m ³	5,7
Tramo subterráneo		
Concreto tipo f'c =35mpa	m ³	247,0
Concreto tipo f'c=20MPa	m ³	950,8
Concreto ciclopeo	m ³	52,04
Volumen de Relleno	m ³	4942,5
Acero de refuerzo fy = 420MPa para pilas	Kg	45277
Solado f'c=14MPa	m ³	10,3
Cimentaciones tramo 2 m2conexión futura		
Cimentaciones tipo pilas		
Concreto tipo f'c =31MPa	m ³	279,5
Acero de refuerzo fy = 420MPa	Kg	28330,4
Solado f'c=14MPa	m ³	1,2
Cimentaciones tipo especial		

Cimentaciones tramo 2 m2conexión futura		
Concreto tipo f'c =31mpa (m3)	m ³	908,7
Acero de refuerzo fy = 420MPa para pilas	Kg	91740,8
Solado f'c=14MPa	m ³	7,3
Subestación Guaymaral		
Obras generales		
Concreto 3000 PSI Cajas de inspección s = 3,00x3,10x1,60 e = 0,25 m	m ³	6,11
concreto 3000 PSI Cajas de inspección s = 3,00x3,00x1,75 e = 0,25 m	m ³	25,50
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Cajas de inspección s = 3,00x3,00x1,75 e = 0,25 m	kg	2295,00
Instalación concreto 3000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,80x1,35m e = 0,15 m	m ³	13,37
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,80x1,35m e = 0,15 m	m ³	1202,85
concreto 3000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,50x1,35m e = 0,15 m	m ³	1,31
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,50x1,35m e = 0,15 m	m ³	117,86
concreto 3000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,60x1,35m e = 0,15 m	m ³	2,74
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Cajas de inspección s = 1,50x1,60x1,35m e = 0,15 m	kg	246,24
concreto 3000 PSI Cajas de drenaje s = 1,50m*1,10m*0,80 m e = 0,15 m	m ³	7,66
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Cajas de drenaje s = 1,50m*1,10m*0,80 m e = 0,15 m	kg	689,04
concreto 3000 PSI andén con 3000 PSI	m ³	20,086
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI Andén	kg	1406,02
Instalación concreto 3000 PSI andén con 3000 PSI	m ³	20,086
Instalación acero figurado de refuerzo 60000 PSI Andén	kg	1406,02
Instalación tapas en concreto 3000 PSI s = 2,90x2,50x0,08 m	m ³	0,58

Cimentaciones tramo 2 m2conexión futura		
Instalación tapas en concreto 3000 PSI s = 2,50x2,50x0,08 m	m^3	2
Instalación tapas en concreto 3000 PSI s = 1,50x1,20x0,08 m	m^3	1,3
Instalación tapas en concreto 3000 PSI s = 1,20x1,30x0,08 m	m^3	0,12
Bordillo A80 0,15X0,30X1,00m	Und	153,00
Cañuela A120	Un	660,95
Banco de ductos 2X2 Ø4"	MI	209,60
Banco de ductos 4X4 Ø6"	MI	1618,90
Casa Indoor		
Concreto 3000 PSI	m^3	148,67
Acero figurado de refuerzo 60000PSI	kg	13380,3
estructura metálica	Kg	17423,70
Platinas, anclajes y herrajes	Kg	3484,74
teja termoacústica	M2	773,98
puerta enrollable 5,2X7,0 m y 5,00X5,2 m	M2	98,80
puerta resistente al fuego	Und	6,00
cerradura antipánico puerta sencilla	Und	10,00
panel tipo sándwich	M2	55,96
Transformador servicios auxiliares		
Concreto 2500 PSI	m^3	2,10
Concreto 4000 PSI	m^3	2,59
Acero figurado de refuerzo 60000PSI	kg	233,05
Grava Ø 2 1/2" e=1,00m	M3	0,98
Muro cortafuego		
Panel tipo sándwich	M2	55,96
Estructuras metálicas para edificaciones	kg	487,40
Cerramiento		
Concreto 3000 PSI	m^3	27,60
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI	kg	2208,00
Muro en bloque de concreto	M2	425,00
Concertina doble	MI	170,00
Puerta corrediza 9,50m*2,70m y 10,00m*2,70m	M2	52,65
Cimentación neutro		
Concreto 2500 PSI	m^3	0,35
Concreto 3000 PSI	m^3	2,76
Acero figurado de refuerzo 60000 PSI	m^3	220,8

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO "SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV"	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 118

Cimentaciones tramo 2 m2conexión futura		
Transformador D1		
Concreto 2500 PSI	<i>m³</i>	3,26
Concreto 4000 PSI	<i>m³</i>	43,86
Acero figurado de refuerzo 60000PSI	<i>kg</i>	3947,55
Grava Ø 2 1/2" e=1,00m	<i>M3</i>	51,20
Transformador D2		
Concreto 2500 PSI	<i>m³</i>	3,22
Concreto 4000 PSI	<i>m³</i>	43,86
Acero figurado de refuerzo 60000PSI	<i>kg</i>	3947,55
Grava Ø 2 1/2" e=1,00m	<i>M3</i>	51,20
Carrilera		
Concreto 2500 PSI	<i>m³</i>	1,95
Concreto 4000 PSI	<i>m³</i>	2,76
Acero figurado de refuerzo 60000PSI	<i>kg</i>	220,8
Rieles de 50 a 60 lb/yd	<i>m</i>	13,00
Fachada flotante aluminio		
Malla microperforada Cal 20	<i>M2</i>	613,49
Lamina CR Calibre 16 Aluminio (15 mm)	<i>M2</i>	209,36
Perfil Soporte Fachada Rec 100x40 2,0 mm	<i>MI</i>	490,28
Perfil Soporte Fachada Cuadrado 40x40 1,5 mm	<i>kg</i>	337,90
Panel de cubierta teja		
Tornillo autoperforante con capuchón 12-14 x 4"	<i>Und</i>	2310,00
Capuchón	<i>Und</i>	2310,00
Perfil soporte cubierta PTE Tipo C 100x50x1,2	<i>MI</i>	866,82
Teja DURAROOF TEXx4C100x5 Clase 10	<i>M2</i>	390,66
Tejaluz TEX4C100x4,2 FirEX (Frxtrem) C7 Ice	<i>M2</i>	367,68
Fachaleta exterior		
Vigueta 1-1/2 x 3/4" Galvanizado	<i>MI</i>	650,00
Lamina Superboard 10 mm	<i>Und</i>	154,00
Pegacor Corona Flex Exteriores	<i>Und</i>	1078,00 \$
Fachaleta Tungurahua 10x50 Gris Decorceramica	<i>M2</i>	154,06
Puerta enrollable rejilla		
Persiana 2"x1/8"	<i>MI</i>	432,40
Puerta Enrollable Rejilla 5m x 5m	<i>Und</i>	1,00

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 119

Cimentaciones tramo 2 m2conexión futura		
Puerta Enrollable Rejilla 5,2m x 6,8m	Und	2,00
PTE 100x100 2mm	M2	53,40
Panel tipo sándwich hipertec wall-metecno		
Perf Cuadrado 50x50 1,5 mm	Ml	911,54
Panel Tipo Sándwich Hipertec Wall - Metecno	M2	511,14


Fuente: INGEDISA S.A,2023

3.2.3.1.3 Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos

La maquinaria y equipos principales necesarios para las actividades constructivas del proyecto se indican en la Tabla 3-36, los cuales podrán presentar cambios dependiendo de las actividades o eventualidades que se presenten durante la ejecución del proyecto.

Tabla 3-36 Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos principales

Maquinaria	Cantidad
Línea aérea	
Apisonadora Tipo Canguro	1
Compresor hidráulico	1
Motobomba	2
Sierra circular	1
Mezcladora trompo o Volqueta mixer	1
Volqueta doble troque	3
Vibrocompactador de cilindro	1
Finisher	1
Retroexcavadora	1
Camioneta	2
Generador eléctrico de gasolina	1
Malacate para tendido	1
Freno para tendido	1
Pluma grúa	1
Línea subterránea	
Apisonadora Tipo Canguro	1
Martillo hidráulico manual	1
Minicargador	1
Motobomba	1
Generador eléctrico de gasolina	1
Mezcladora trompo o Volqueta mixer	1
Volqueta sencilla	1
Camioneta	1
Minicargador	1
Winche	1
Generador eléctrico de gasolina	1
Camioneta	1

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 120

Malacate para tendido	1
Generador eléctrico de gasolina	1
Minicargador	1
Camioneta	1
Subestación Guaymaral	
Retroexcavadora	1
Camión Cama Baja	1
Cargador	1
Minicargador	1
Grúa	1
Bulldócer	2
Vibro compactador tipo rana	3
Vibro compactador mono cilíndrico	1
Terminadora de asfalto	1
Volquetas	3

Fuente: ENEL COLOMBIA., 2023


3.2.3.1.4 Contratación de mano de obra

De acuerdo con el plan de trabajo del proyecto en la etapa constructiva, se establece la cantidad de mano de obra calificada y no calificada que se requiere para la etapa de obra. Cabe resaltar, que se propenderá por vincular la mayor cantidad de habitantes de la zona de trabajo con la que cuenten los municipios de Bogotá, los cuales están dentro del área de influencia.

En las siguientes tablas, se presenta el personal estimado para la ejecución de la construcción y tendido del proyecto Construcción de la Subestación Guaymaral 115 kV sus Líneas 115 kV. Donde se puede apreciar a detalle la distribución del personal requerido para la construcción de los dos tramos de la línea de transmisión y para la subestación.

Tabla 3-37 Personal por cuadrilla requerido en la etapa de construcción

Personal	Cantidad	Tipo
Ingeniero director de proyecto	1	Personal permanente
Ingeniero gestor del contrato	1	Personal permanente
Ingeniero residente Montaje Línea de transmisión	3	Personal permanente
Ingeniero residente Obra civil	3	Personal permanente
Encargado Sistema Gestión Integral HSEQ	1	Personal permanente
Preventivista Salud y Seguridad ocupacional	11	Personal permanente
Supervisor de montaje electromecánico	3	Personal permanente
Supervisor de obra civil	3	Personal permanente
Maestro obra civil	3	Personal permanente
Oficiales obra civil	24	Personal permanente
Oficiales linieros	30	Personal permanente
Ayudantes rasos (obra civil)	15	Personal permanente
Ayudante de Montaje electromecánico	30	Personal permanente


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 121

Personal	Cantidad	Tipo
Operador de Maquinaria Obra civil	4	Personal permanente
Operador vehículos de carga Obra civil	6	Personal permanente
Operador de grúa y malacate	4	Personal permanente
Conductor	6	Personal permanente
Operador de equipo de tendido	6	Personal permanente
Almacenistas y logísticos	8	Personal permanente
Gestor social	1	Personal permanente
TOTAL	163	

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

Tabla 3-38 Personal requerido para la ejecución de obras en Subestación

Personal requerido para la ejecución de obras en subestación				
Ítem	Cargo	Cant.	Tipo	Observaciones
1	Ingeniero director de Proyecto	1	Personal de dirección	Personal Permanente
2	Ingeniero gestor Contrato	1	Personal de dirección	Personal Permanente
3	Ingeniero Residente Montaje Electromecánico	1	Personal de dirección	Personal Permanente
4	Ingeniero Residente Obra Civil	1	Personal de dirección	Personal Permanente
5	Ingeniero auxiliar	1	Personal de dirección	Personal Permanente
6	Encargado Sistema Gestión Integral HSEQ	1	Personal de apoyo	Personal Permanente
7	Preventivista Salud y seguridad ocupacional	2	Personal de apoyo	Personal Permanente
8	Ingeniero Especialista en Protecciones Eléctricas	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas y puesta en servicio
9	Ingeniero Especialista en Comunicaciones	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas y puesta en servicio
10	Supervisor de Montaje Electromecánico	1	Personal Operativo	Personal Permanente
11	Supervisor Control y protecciones	1	Personal Operativo	Personal Permanente
12	Supervisor de Obra civil (capataz)	2	Personal Operativo	Personal Permanente
13	Maestro de obra civil	4	Personal Operativo	Personal Permanente
14	Oficiales Obra civil	8	Personal Operativo	Personal Permanente
15	Oficiales Linieros	4	Personal Operativo	Personal Permanente
16	Ayudantes rasos (obra Civil)	15	Personal Operativo	Personal Permanente
17	Técnico montaje Electromecánico	7	Personal Operativo	Personal Permanente
18	Técnico Conexionista tableros de control y protecciones	5	Personal Operativo	Personal Permanente
19	Ayudante de Montaje electromecánico	5	Personal Operativo	Personal Permanente
20	Operador de Maquinaria Obra civil	2	Personal Operativo	Personal Permanente
21	Operador de Maquinaria y vehículos de carga Obra civil	4	Personal Operativo	Personal Permanente
22	Conductor	4	Personal Operativo	Personal Permanente
23	Personal de apoyo Externo _ Fabricante de Transformadores	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 122

Personal requerido para la ejecución de obras en subestación				
Ítem	Cargo	Cant.	Tipo	Observaciones
24	Personal de apoyo Externo _ Fabricante equipos de Potencia	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
25	Personal de apoyo Externo _ Equipos de control y Protección	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
26	Personal de apoyo Externo _ Comunicaciones	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
27	Personal de apoyo Externo _ Certificación RETIE	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
28	Personal de apoyo Externo _ Interventoría	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
Cantidad total		86		

Fuente: Enel Colombia, 2023

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


- **Demanda de agua**

Considerando que las actividades para la construcción y operación del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV”, **no requieren** del aprovechamiento de fuentes de aguas superficiales; lo anterior, considerando que el agua para consumo, demandado por el personal a cargo del proyecto, se obtendrá por medio de compra de botellón o en bolsa, en establecimientos comerciales del sector, y que cuenten con el respectivo registro sanitario, del mismo modo, en caso de requerir agua para actividades de obra civil como preparación de concretos y demás elementos necesarios, se contará con el abastecimiento del recurso hídrico por medio de la compra a un gestor externo autorizado, como se observa a detalle en el Capítulo 7. Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Vale la pena destacar que los gestores externos deberán contar con todos los permisos pertinentes para prestar este servicio, además deben contar con la autorización, disponibilidad y capacidad de abastecimiento para suplir la demanda que implica la ejecución del proyecto. El agua será transportada y dispensada en las áreas del área de influencia del proyecto donde se requiera.

- **Uso industrial**

La demanda hídrica para el proyecto se suple mediante la compra de agua en bloque para uso doméstico e industrial y para el riego de las vías carreteables en época seca en el caso de ser necesario, corroborando que las empresas que presten este servicio cuenten con los respectivos permisos y/o autorizaciones ambientales para su venta, así como la disponibilidad. Por consiguiente, no es requerido solicitar permiso de concesión de agua.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 123

El agua será transportada en carrotanques en el caso del agua industrial, y en botellones, para el caso del agua de consumo a medida que avance la construcción de la obra desde las empresas autorizadas. El proyecto no realizará aprovechamiento de agua subterránea tanto para la etapa de construcción como para la de operación y mantenimiento. Y como se evidencia en el programa de manejo del recurso hídrico en el Capítulo 10.1.1 MMA Medio Abiótico el agua será adquirida a la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la cual se encuentra autorizada para la venta de agua de acuerdo con lo establecido por El Decreto 229 de 2002¹², que modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000 reglamentario de la Ley 142 de 1994 con relación a la facultad para vender bajo la modalidad “venta de agua en bloque”:

*“La Ley 142 de 1994, en su artículo primero, señala de manera taxativa que dicha Ley se aplicará a los servicios públicos domiciliarios de **acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica, distribución de gas combustible, telefonía fija pública básica conmutada y la telefonía local móvil en el sector rural y además a las actividades complementarias definidas en el Capítulo II de la norma en mención.***

Los servicios complementarios a los cuales se les aplica la Ley 142 de 1994 están igualmente definidos en el capítulo II de la citada norma.

*Ahora bien, es respecto de dichas actividades que esta Superintendencia ejerce sus funciones, pues como lo señala el numeral 1 del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, es función de esta entidad Vigilar y controlar el cumplimiento de las leyes y actos administrativos a los que estén sujetos **quienes presten servicios públicos....***

*Como consecuencia de lo anterior, a las personas prestadoras de servicios descritas en el artículo 15 de la ley 142 de 1994, se les **aplica la Ley 142 de 1994 y tienen la calidad de ser sujetos de inspección, vigilancia y control por parte de esta Superintendencia.** De lo anterior, que quien desee prestar el servicio de acueducto deberá constituirse bajo una de las modalidades que describe el artículo 15 de la Ley 142 de 1994, y que son las siguientes:*

1. *Las empresas de servicios públicos.*
2. *Las personas naturales o jurídicas que produzcan para ellas mismas, o como consecuencia o complemento de su actividad principal, los bienes y servicios propios del objeto de las empresas de servicios públicos.*
3. *Los municipios, cuando asumen la prestación en forma directa.*
4. *Las organizaciones solidarias.”*

La Tabla 3-39 y la Tabla 3-40 muestra el requerimiento de agua para el proyecto.

¹² PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA. Decreto 229. Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000. 2002


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 124

Tabla 3-39 Volumen de agua requerido para el concreto

Fuente	Total, concreto	Volumen de agua
Compra de agua por carro tanque	572.13	m ³

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A ESP, 2023

Tabla 3-40 Volumen de agua requerido para el concreto

Necesidades de agua	Fuente	Volumen de agua
Agua utilizada en toda construcción de la subestación	Compra de agua por carro tanque	3.262,80m ³
Agua para el consumo del personal en la construcción de la subestación	Compra de agua por botellones	1.352,59 m ³

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A ESP, 2023

▪ Consumo humano y doméstico

El agua requerida para uso doméstico corresponderá para el funcionamiento de las unidades sanitarias portátiles que se dispondrán para un estimado promedio de 20 personas que corresponden a mano de obra calificada y no calificada; el servicio de abastecimiento de agua y mantenimiento de dichas unidades se realizará mediante un tercero autorizado.

Para la estimación de consumo del recurso en uso doméstico, se adoptó la dotación neta máxima establecida en el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico- RAS¹³. Para la estimación del volumen de consumo mes se toma la dotación neta establecidos por la Comisión de Regulación de Agua y Saneamiento Básico – CRA¹⁴, y las actividades domésticas que se llevarán a cabo durante la construcción y operación del proyecto, en la Tabla 3-41 se presenta la dotación establecida por actividad.

Tabla 3-41 Dotación neta de agua para consumo doméstico de acuerdo con la CRA

Uso	Límite (l/persona/día)	
	Inferior	Superior
Sanitario	31,46	35,64
Consumo propio	4,72	6,00
Lavado manos	3,58	6,02
Total	39,76	47,66

Fuente: Revista Regulación No. 7, Comisión de Regulación de Agua y Saneamiento Básico (CRA).

Se definió la dotación de 47,66 litros/persona al día, que consideran los valores máximos de dotación en el promedio Nacional, en la Tabla 3-42 se relacionan los volúmenes proyectados de consumo humano durante la construcción del proyecto (14 meses).

¹³ Minvivienda. Resolución 0330. Bogotá.(2017).

¹⁴ CRA, C. D. Estimación del consumo basico de agua potable en Colombia. Revista N° 7. Consumo Básico - Metodología por procesos en la CRA. Plan Quinquenal, 15-42.(2001).


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 125

Tabla 3-42 Volumen de agua requerida para uso doméstico

Fases	Cantidad promedio de trabajadores	Días a laborar	Dotación (litros/persona al día)	Dotación total
Construcción línea de transmisión	163	420	47.66	3.262.803,6
construcción de subestación	86	330	47.66	1.352.590,8
Volumen de agua requerido para el proyecto (Litros - L)				4.615.394,4
Volumen de agua requerido para el proyecto (m³)				4.615,39

No se contempla la adecuación de campamentos para pernoctar que impliquen un consumo de agua adicional para labores de aseo personal, cocina, descarga sanitaria, lavado de ropa y lavado de pisos u otros, considerando la localización del proyecto.

El abastecimiento de agua para consumo humano se hará la compra por botellones de 20L con un proveedor legalmente autorizado que suministre el agua apta para consumo humano según la legislación vigente (Ver programa de manejo del recurso hídrico en el Capítulo 10.1.1 MMA Medio Abiótico del presente Estudio de Impacto Ambiental-EIA).

- **Vertimientos**


Durante el desarrollo de la etapa de construcción del proyecto “Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV” no se generarán vertimientos, debido a que las aguas residuales domésticas generadas durante la construcción del proyecto provienen del frente de obra, para lo cual se tiene previsto la instalación de baños portátiles, cuyo proveedor deberá estar legalmente autorizado para que realice el retiro, transporte, tratamiento y disposición final de estas unidades. En tal sentido, la cantidad de unidades portátiles fue determinada en función de los frentes de trabajo y teniendo en cuenta que la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social¹⁵, exige una (1) por cada 15 personas diferenciado por género, como se observa en la Tabla 3-43 el proyecto requerirá como mínimo un total de 17 unidades sanitarias, no obstante este valor se podrá ver incrementado o reducido según las labores de contratación en cada uno de los frentes de obra.

Tabla 3-43 Unidades sanitarias requeridas

Ejecución de obras	Cantidad de personal requerido para la ejecución de actividades	Unidades sanitarias mínimas requeridas aproximadamente
Línea de transmisión	163	11
Subestación	86	6
Total		17

Fuente: INGEDISA S.A,2023

¹⁵ Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución 2400 de 1979. Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 126

Es por lo anterior que el proyecto, no requiere tramitar permiso de vertimiento, ya que no se generarán aguas residuales. Por lo anterior no requerirá generar vertimientos sobre fuentes naturales de agua o suelo; vale la pena destacar que tanto el mantenimiento como la operación de las unidades sanitarias serán contratados de manera integral con los proveedores del servicio que cuenten con la documentación vigente para su gestión, serán estos los encargados de la disposición final de los residuos líquidos domésticos generados, según lo establece el Decreto 3930 de 2010¹⁶, y las condiciones expresadas en el Capítulo IV del decreto 1594 de 1984¹⁷ o cualquier norma que los sustituya.

La recolección de aguas residuales se realizará en tanques de depósito (o bolsillos) con capacidades entre 60 y 80 galones, a los cuales se le debe realizar succión y mantenimiento como mínimo una vez a la semana o según sea necesario.

- **Emisiones atmosféricas**

Durante la construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión, y la subestación las únicas emisiones asociadas corresponderán a fuentes móviles no permanentes y eventuales, generadas por movilización de maquinaria y equipos, principalmente, y las emisiones asociadas a las actividades constructivas. Con base en lo anterior, se establece que el proyecto no requiere permiso de emisiones atmosféricas, lo anterior considerando que las actividades a ejecutar durante la etapa de construcción no se encuentran establecidas dentro del Decreto 948 de 1995¹⁸, compilado en la Resolución 1076 de 2015 “*Por medio de la cual se expide el Decreto Único Reglamentario*” conforme a su artículo 2.2.5.1.7.2. *Casos que requieren permiso de emisión atmosférica*, donde se establecen las actividades susceptibles a contar con este requerimiento.


- **Permisos de ocupación de cauce**

Teniendo en cuenta que el ocupación de ocupación de cauce, playas y lechos está definido por la Secretaría distrital de ambiente como “*el permiso de ocupación de cauce se tramita por entidades públicas o privadas para la ejecución de obras de infraestructura que requieran ocupar de manera temporal o permanente un cauce de una corriente o depósito de agua, ubicado dentro del perímetro urbano de la ciudad, de acuerdo a las condiciones que establezca la autoridad ambiental competente.*”; vale la pena resaltar que, los cruces a los cuerpos de agua interceptados, **asociados a la línea de transmisión aérea**, se encuentran proyectados a través de vanos. Por lo tanto, no se llevará a cabo intervención directa sobre las corrientes superficiales o sus respectivas rondas y no se requerirá la construcción de estructuras adicionales para este fin.

¹⁶ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA.DECRETO. DECRETO 3930 DE 2010. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.

¹⁷ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA.DECRETO 1594 DE 1984 “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.”

¹⁸ MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. DECRETO 948 DE 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73,74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención ycontrol de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 127

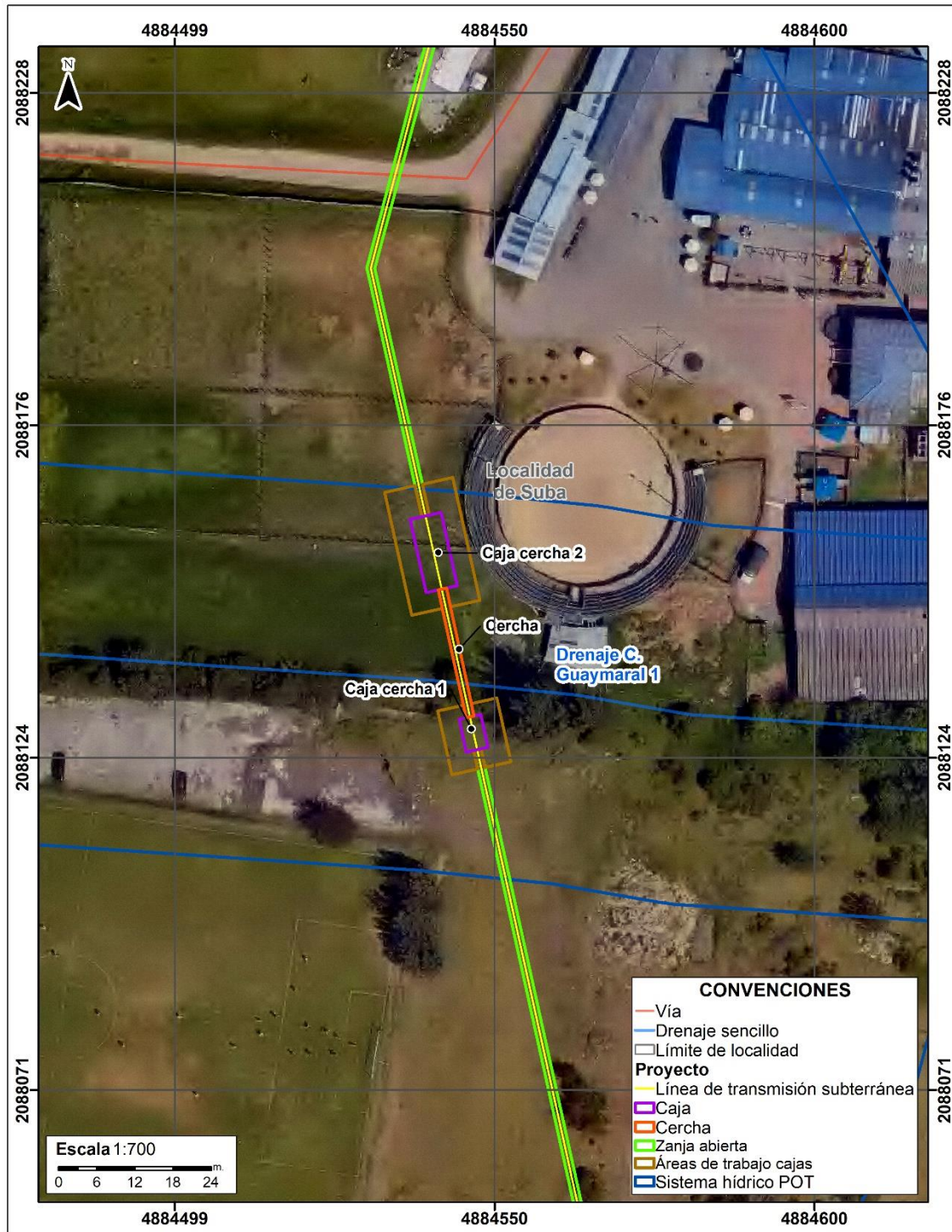
Por su parte, en el caso de la línea de transmisión subterránea, se ha identificado el cruce con el canal artificial denominado “Drenaje Canal Guaymaral”, para el cual se proyecta la construcción o emplazamiento de una cercha, caja cercha 1 y 2, áreas de trabajo caja cercha y la zanja, de acuerdo con lo indicado en el numeral 3.2.3.1.2 Infraestructura de transmisión de energía eléctrica, puntualmente en los títulos Cajas / Cercha (página 79).

En términos generales, y tal como se detallará en el capítulo 7 Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales del presente EIA, El Plan de Ordenamiento Territorial - POT de Bogotá, Decreto 555 del 2021, establece que el Drenaje Canal Guaymaral, corresponde en su clasificación normativa a un cuerpo totalmente artificial el cual hace parte del sistema hídrico de la ciudad perteneciente a las áreas de Especial Importancia Ecosistémica.


Este cuerpo de agua artificial experimenta un flujo o lámina de agua principalmente durante eventos de precipitación; en temporada seca, el drenaje presenta aguas estancadas o empozadas. Así mismo, se observa la presencia de vertimientos de agua provenientes de la zona urbana circundante, que incluye zonas de pastos, zona industrial, Restaurante La Margarita y el colegio Australiano.

En virtud de lo anterior, y con el fin de dar cumplimiento al Requerimiento 1 de la solicitud de información adicional, se solicita el permiso de ocupación de cauce para el cruce aéreo, a través de la construcción de una cercha, en el Drenaje Canal Guaymaral.

Figura 3-44 Cruce aéreo del Drenaje Canal Guaymaral



Fuente: Andina de Energía S.A.S, 2024

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 129

Fotografía 3-3 Drenaje Canal Guaymaral



E: 4884544,99; N: 2088138,46



E: 4884545,63; N: 2088134,43

Fuente: Andina de Energía S.A.S, 2024

Para la fabricación e instalación de la cercha se realiza en primera instancia la fabricación, corte y galvanizado de las piezas en taller, correspondientes a platinas, perfiles, tornillería, etc., para su posterior transporte al sitio. Una vez se tiene el material en campo y los apoyos construidos (correspondientes a una caja de concreto con pedestales a cada lado de la cercha), con la ayuda de dos plumas livianas de montaje con sus correspondientes cables de acero, se realiza el armado de la cercha aprovechando que toda la estructura está formada por elementos livianos conectados por pernos, ensamblado desde cualquiera de los dos apoyos (o los dos en simultáneo si es deseo del constructor para disminuir tiempos) armando pieza por pieza la estructura o armando en piso tramos de la misma y ubicándolos según lo plasmado en los planos. El procedimiento exacto deberá ser ajustado por el constructor teniendo en cuenta las condiciones climáticas reinantes al momento del montaje.


Una vez finalizado el armado de la estructura, se procede a desmontar las plumas e instalar el resto de los elementos misceláneos de la cercha (bandejas, tubería, platinas, etc.) para dejar completamente armada la infraestructura.

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

La estimación del volumen de residuos domésticos y peligrosos a generar es presentada en el numeral 3.2.6 peligrosos del presente capítulo, del cual se destaca que la producción diaria estimada asciende a 0,75 Kg, lo que equivale a una producción total calculada en 64.890 Kg.

- **Materiales de construcción**

Los materiales de construcción se obtendrán en sitios autorizados para su explotación y distribución. En la Tabla 3-44, se presentan las canteras autorizadas en las inmediaciones del proyecto de acuerdo con lo referenciado por la CAR en el Radicado No.20232038087 del 29 de mayo del 2023 Cabe resaltar que, estas canteras son de referencia y que las

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 130

fuentes finales de materiales durante la construcción deberán ser validadas nuevamente dado que el estado de operación y permisos puede presentar modificaciones.

Tabla 3-44 Canteras autorizadas

Expediente	Título minero	Titular	Área título minero(m2)	Instrumento ambiental	Resolución de otorgamiento	Material explotado	Fiscalización
7411	Contrato de concesión 17415	Gildardo Rodríguez	2.184.190	Plan de Manejo Ambiental	Rsl 0407 del 02/04/2002	Materiales de construcción	Agencia Nacional de Minería
7778	Contrato de concesión 16432	MINER GROUP SAS Ricardo Matallana Andrade	247.592	Plan de Manejo Ambiental	Rsl 1334 del 12/11/2002	Materiales de construcción	Agencia Nacional de Minería
31422	Contrato de concesión FLH-154	COMPANÍA MINERA LA SACAN SAS	135.077	Licencia Ambiental	Rsl2221 del 07/07/2010	Materiales de construcción	Agencia Nacional de Minería

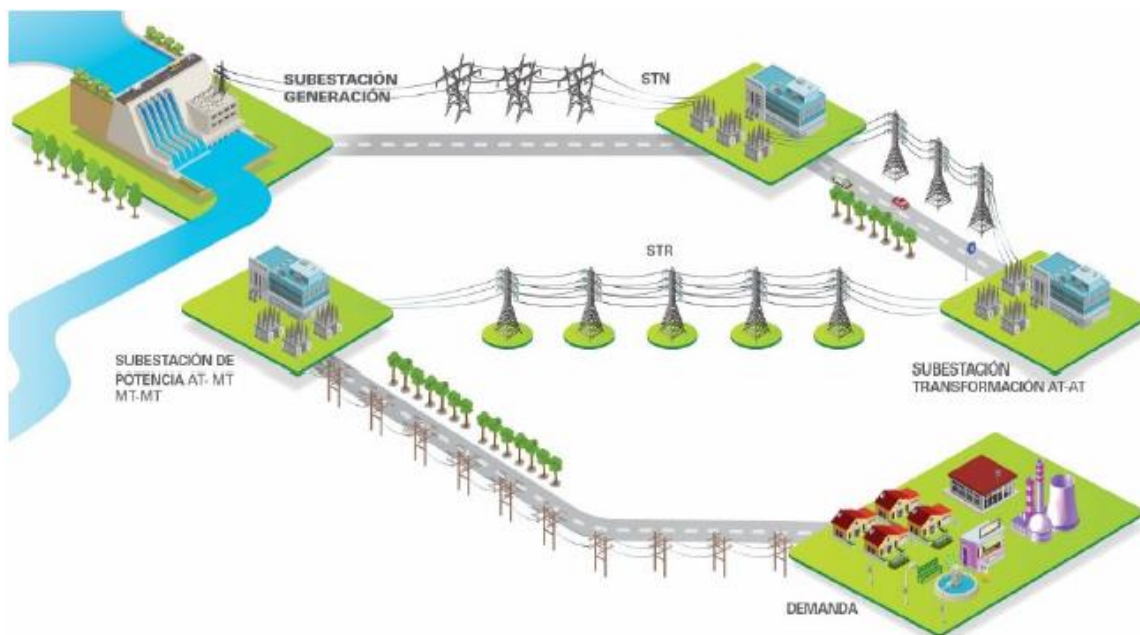
Fuente: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca-CAR, modificado por INGEDISA S.A., 2023

- **Sistemas y fuentes de generación de energía en las diferentes fases del proyecto. (leer revisa)**

La subestación se cataloga eléctricamente como una subestación de transformación de potencia (AT/MT, AT/AT, MT/MT); la cual recibe la energía a un nivel de tensión elevado para luego ser transformada a un nivel inferior que facilite la distribución para el uso industrial y residencial.

El nivel de tensión se transformará de 115 kV a 11,4 kV. El nivel de media tensión se realizará mediante conexión a través de celdas a instalar en la casa de control de la subestación para conectar con las redes de distribución existentes en la zona y poder enviar la potencia a los clientes finales. A continuación, se muestra el esquema del sistema.

Figura 3-45 Cadena de Energía



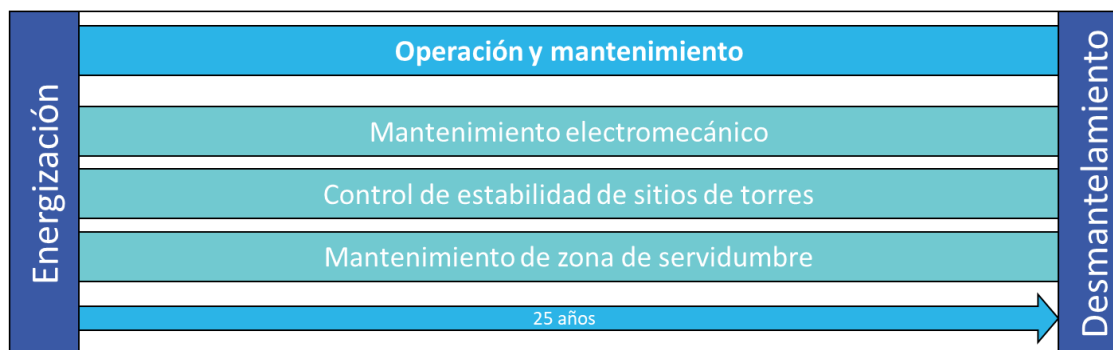
Fuente: INGEDISA S.A, 2023

3.2.3.2 Operación


3.2.3.2.1 Esquema de operación del proyecto

La etapa de operación del proyecto inicia a partir de la energización y puesta en servicio de la línea de transmisión, cuya proyección de servicio se estima en 25 años. En la Figura 3-46 se indica un esquema general de operación del proyecto y en la Tabla 3-45 se indica la potencia de transporte y nivel de tensión del proyecto.

Figura 3-46 Esquema general de operación



Fuente: INGEDISA S.A., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 132

3.2.3.2.2 Potencia de transporte y nivel de tensión a instalar

Como se ha mencionado a lo largo del capítulo y en aras de resumir los aspectos técnicos asociados a la potencia de transporte y nivel de tensión a continuación se presentan un breve resumen de dichos aspectos.

Tabla 3-45 Potencia de transporte y nivel de tensión del proyecto

Nivel de tensión de la línea	115 kV
Intensidad de corriente nominal	800 A

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

3.2.3.2.3 Actividades y procesos a ejecutar

Para asegurar la operación de la infraestructura a construir y conforme se señaló en el numeral 3.2.2 Fases y actividades del proyecto, se ejecutarán durante esta fase las actividades que se indican a continuación:

- **Control de estabilidad:**

Incluye la revisión e identificación de los puntos y/o áreas que puedan presentar procesos erosivos o de inestabilidad y según los requerimientos geotécnicos que necesiten algún tipo de intervención; así mismo, incluye la identificación de posibles mantenimientos o reparaciones de las obras de estabilidad hechas en la fase de construcción del proyecto. Una vez realizada la identificación, se llevan a cabo los mantenimientos, reparaciones o adecuaciones de las obras de protección y estabilización geotécnica, con el fin de mantener y/o mejorar la estabilidad de los sitios de poste o de las zonas circundantes.

3.2.3.2.4 Mantenimiento electromecánico:


Los mantenimientos comprenden el cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos, pintura, señalización de estructuras, cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores, cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra y mediciones de resistencia de las puestas a tierra.

- **Mantenimiento preventivo**

En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de las redes de distribución que puedan afectar la continuidad del servicio.

- **Mantenimiento de la servidumbre**

Se llevará a cabo la revisión y seguimiento periódico en la servidumbre, con el fin de detectar si existe interferencia con la vegetación o cualquier tipo de edificaciones; si tal situación se evidencia, se realizará la tala y/o poda de esta vegetación y/o acciones necesarias para retirar la infraestructura que allí se instaló, en la medida que las condiciones sociales y políticas lo permitan.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 133

- **Mantenimiento correctivo**

En esta fase se repararán los daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados.

Respecto a las rutas de mayor tránsito durante la operación del proyecto, en general, se considera el uso de los accesos descritos en el numeral 3.2.3.1.1 Vías de acceso, dado que permitirán el ingreso de personal, materiales y equipos para el desarrollo de las actividades de mantenimiento, de acuerdo con la programación establecida para ello.

3.2.3.2.5 Características de la infraestructura, equipos, vehículos, maquinaria e insumos a utilizar

La herramienta básica que utiliza el personal de líneas en Operación y Mantenimiento es la siguiente:

Tabla 3-46 Herramientas en la etapa de operación

Cantidades por técnico	Descripción
1	Binóculos
1	Cámara Fotográfica
1	Equipos de comunicación
1	Medidor de distancia tipo telémetro
1	GPS
1	Cinta Métrica
1	Machete y limas

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

No se utiliza maquinaria en las actividades rutinarias de mantenimiento. Se podrían utilizar en algunos mantenimientos correctivos plantas eléctricas, plumas, agarradoras, poleas, entre otros, pero dependerá de la actividad.

3.2.3.2.6 Rutas más transitadas durante la operación del proyecto


Con la finalidad de realizar los mantenimientos y las inspecciones periódicas, durante la etapa operativa se utilizarán los mismos accesos mencionados en el ítem 3.2.3.1.1 del presente documento.

3.2.3.3 Infraestructura asociada al proyecto

A continuación, se presenta la infraestructura asociada al proyecto, con su correspondiente localización y descripción.

3.2.3.3.1 Campamentos

No se tiene previsto construir o instalar campamentos para el proyecto. En los sitios de poste se tendrán adecuaciones provisionales las cuales contarán con baterías sanitarias, sitios adecuados para el consumo de alimentos, y punto ambiental. En caso de que en el

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 134

desarrollo de las actividades se supere el cuórum de 15 personas para el desarrollo de actividades, deberá contemplarse el uso de baterías sanitarias de acuerdo con lo contemplado en la Ficha de manejo de Residuos Líquidos.

3.2.3.3.2 Sitios de acopio y almacenamiento de materiales

La descripción y localización de los patios de almacenamiento puede ser consultada a detalle en el ítem 3.2.3.1.2 , del presente documento.

3.2.3.3.3 Plazas de tendido

La descripción y localización de las plazas de tendido puede ser consultada a detalle en el ítem 3.2.3.1.2 , del presente documento.

3.2.3.3.4 Oficina

Durante las actividades constructivas se podrá disponer por parte del contratista de una oficina base en el área de influencia del proyecto, sin embargo, su localización final dependerá de la disponibilidad de espacios al momento de iniciar la etapa y estrategia constructiva a implementar.

3.2.3.3.5 Fuentes de materiales

Como se presenta en el ítem 3.2.3.1.5 de este documento, específicamente en materiales construcción el proyecto no requiere de la extracción de materiales, de igual forma se describen los proveedores para satisfacer la demanda de materiales de construcción que requiere el proyecto.

3.2.3.3.6 Plantas de procesos


Considerando que el proyecto no requiere de la extracción de materiales, y que la demanda de materiales de construcción que requiere el proyecto será satisfecha a través de terceros, no se requiere de plantas de procesos para la ejecución del proyecto.

3.2.3.3.7 Infraestructura de drenaje

Considerando que el proyecto no prevé el permiso de vertimientos, no se considera infraestructura de drenaje puntual para este fin. Adicionalmente, la subestación cuenta con diferentes canales para darle un correcto manejo a las aguas lluvias y las aguas residuales domésticas. Vale la pena resaltar que el detalle de cada estructura puede ser consultado en **Anexos, Cap. 3, Subestación** del presente Estudio de Impacto Ambiental.

3.2.3.3.8 Infraestructura de geotecnia

Considerando las condiciones de estabilidad geotécnica de la zona (ver Capítulo 5.1.10 Geotecnia) el proyecto no requiere de la instalación de obras de geotecnia.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 135

3.2.3.3.9 Infraestructura de suministro de energía

Durante la fase de construcción, el suministro de energía se realizará mediante plantas eléctricas alimentadas mediante gasolina o ACPM, las cuales permiten el trabajo en cada uno de los sitios de torre sin la necesidad de conexión a alguna red domiciliaria o de transmisión. Es posible que se instale una acometida para suministro de energía provisional, la cual estará a cargo de Enel Colombia S.A. ESP.

3.2.3.3.10 Infraestructura de suministro de agua


Conforme se indicó en el ítem de Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables para cada una de las actividades asociadas al proyecto, el suministro de agua se realizará mediante compra a terceros que cuenten con las autorizaciones ambientales correspondientes, por lo anterior, no se contempla la adecuación de infraestructura para el suministro de agua, salvo la instalación de tanques de almacenamiento en los frentes de obra con la capacidad suficiente para almacenarla de acuerdo a las necesidades constructivas, principalmente para el mezclado del concreto en sitio.

3.2.3.4 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

En el ítem 3.2.1 Infraestructura existente, la Tabla 3-47 y con más detalle en **Anexos, Cap. 2, Superposición** se presenta la información de proyectos existentes que se interceptarían con el proyecto Subestación eléctrica Guaymaral y sus líneas de transmisión a 115 kV para los cuales se describen uno a uno los cruces identificados y se justifica la coexistencia con los mismos.

Tabla 3-47 Resumen infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Característica	Descripción	Resumen
Servicios públicos	Redes de acueducto y alcantarillado	Se identifica cruce de una red matriz de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, de igual forma existen redes distribución asociadas al acueducto de Cojardín en la localidad de Suba.
	Redes de oleoductos, poliductos y gas	No se presentan oleoductos y/o poliductos, no obstante, se identificó la red de distribución de Vanti S.A ESP en la localidad de Suba
	Redes eléctricas	Dentro del área del proyecto, se identificaron 10 cruces con infraestructura eléctrica siendo la de mayor relevancia el cruce con la línea de alta tensión Torca – Noreste a 220kV propiedad de ISA Intercolombia, las descripciones técnicas de los diferentes cruces con líneas de alta, media y baja tensión son relatados en el ítem 3.2.1.2.
	Redes de tecnologías de la información y las comunicaciones	Acorde con la consulta a autoridades, entidades y las visitas en campo. No fueron identificadas redes de tecnologías de información y las comunicaciones dentro del área de influencia

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 136

Característica	Descripción	Resumen
Otros	Distritos de riego	Acorde con la consulta a autoridades, entidades y las visitas en campo No fueron identificados distritos de riego dentro del área de influencia
	Vía (Red Vial Nacional, secundarias y terciarias)	Se identificó la troncal central 45A04 de primer orden de igual forma diferentes proyectos pertenecientes al IDU, fueron identificados cruces y/o paralelismos con la Avenida el Polo, Autopista Norte, Calle 221, carrera 52 y Carrera 53
	Predios (Describir su uso: dotacional educativo, vivienda, etc.)	Se cruzan 3 predios privados: -Un predio del Colegio Australiano- Uso educativo -Dos predios del Restaurante mi Margarita – Uso comercial
	Vías férreas	Pese a que se identificaron redes férreas dentro del área de influencia el proyecto no presenta cruces. No obstante como se observa en Anexos, Cap. 2, Superposición se realizaron acercamientos con los operadores de dichas líneas para garantizar la coexistencia.
	Demás infraestructura y redes	Acorde con la consulta a autoridades, entidades y las visitas en campo no fueron identificados otras redes y/o infraestructura interceptada por el proyecto.
	Usos asociados al recurso (p.e usos recreativos)	Como se observa a detalle en el capítulo 5.1.7 Usos del agua, no existen usos del agua interceptados por el proyecto

Fuente: INGEDISA S.A ,2023

3.2.4 Insumos del proyecto

Como insumos requeridos para el desarrollo del proyecto se incluye el concreto, acero, y cubiertas entre otros cuya estimación se indicó en el numeral 3.2.3.1.2 ,específicamente en el numeral volumen de materiales requeridos por la obra.

Para su abastecimiento se considera la obtención con terceros que cuenten con las autorizaciones respectivas de las autoridades ambientales y mineras, en la Tabla 3-44 del numeral 3.2.3.1.5 Estimativo de uso y aprovechamiento de recursos naturales renovables para cada una de las actividades asociadas al proyecto. se presentó la información de las posibles fuentes de materiales para el proyecto, cabe resaltar que el constructor debe verificar la información en etapa de obra de tal forma que los sitios de obtención de materiales cuenten con las licencias ambientales respectivas.

En cuanto al material de excavación y de relleno, los estimativos fueron presentados en el numeral 3.2.3.1.2 del ítem *Volúmenes estimados de descapote, relleno, excavación y otros*, de estos volúmenes se destaca que en general los volúmenes de excavación son mayores a los requerido para relleno o para el caso de las cimentaciones estos volúmenes son similares por lo que el material excavado puede ser reutilizado para la construcción del proyecto y se identificará por parte del constructor en la zona, sitios que cuenten con las autorizaciones ambientales correspondientes para la disposición de materiales sobrantes.


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 137

Tabla 3-48 Insumos requeridos por el proyecto

Insumo	Cantidad requerida			Unidad de medida
	Subestación	Línea tramo 1	Línea tramo 2	
Concreto	383,84	1029,3	1188,3	m³
Material de relleno cantera	2393,78	5001,9	95,0	m³
Acero	19.421,42	119629,9	120071,2	kg

*Los valores presentados son aproximados.

Fuente: a partir de ENEL COLOMBIA S.A E.S.P., adaptado por INGEDISA S.A, 2023

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

La disposición de materiales sobrantes se hará de acuerdo con la Resolución 0472 de 2017 “Por la que se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición – RCD y se dictan otras disposiciones” y la Resolución 1257 de 2021 “Por la cual se modifica la Resolución 0472 de 2017 sobre la gestión integral de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) y se adoptan otras disposiciones. Adicional deberán ser considerados los lineamientos expuestos en la Resolución 1115 de 2012 de la SDA

En tal sentido, una vez consultada la información publicada por la Secretaría Distrital de Ambiente -SDA¹⁹ a continuación, en la Tabla 3-49 se muestran los sitios de disposición final autorizados, de igual forma en la Tabla 3-50 se muestran los Centros de Tratamiento y Aprovechamiento- CTA que se encuentran autorizados en las inmediaciones del proyecto, de igual forma en **Anexos, Cap.3 , Proveedores** se muestran los soportes asociados a los mismos.

¹⁹ SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE-SDA. Subdirección de Control Ambiental al Sector Público. Directorio Ambiental de RCD. https://oab2.ambientebogota.gov.co/documents/10184/1032703/DIRECTORIO+AMBIENTAL+RCD_+%28SDA-CAR%29+--+21+septiembre.pdf/cd005435-951a-4b21-9e78-b6399bb1c1e8.2023

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 138

Tabla 3-49 Sitios de disposición final autorizados

Nombre	Municipio	Resolución de aprobación	Entidad que autoriza	Radicado oficial (Donde se establece la aprobación)	Fecha de Radicado	Tipo de material autorizado para disponer en el sitio
PMRRA Central de Mezclas S.A.	BOGOTÁ	Resolución SDA No. 01280 de 2017	SDA	Radicado SDA: 2017EE111539	15/06/2017	En los predios del Registro Minero de Cantera No. 056 de Central de Mezclas S.A. no se desarrollan actividades de extracción, beneficio y transformación de materiales de construcción, no obstante se ejecutaron actividades de disposición de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), dando cumplimiento al Artículo 2 de la Resolución 4626 del 3 de junio de 2010.
SAN ANTONIO-REX INGENIERIA	BOGOTÁ	RESOLUCION 836 DE JULIO DE 2015	ANLA	RADICADO SDA: 2016ER198164	10/11/2016	Disposición final de RCD, ESCOMBROS, EXCAVACIÓN, Y MATERIALES ESTERILES.
SOCIEDAD UNICONIC S.A.	Municipios de Subachoque y Madrid	Resolución No. 1299 del 21 de agosto de 1997, declaró ambientalmente viable y aprobar el Plan de Manejo Ambiental presentado por la sociedad UNICONIC S.A., que establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, corregir y compensar los posibles efectos o impactos negativos causados en desarrollo del proyecto de minería localizado en la jurisdicción de los municipios de Subachoque y Madrid y cuyo trámite se adelanta en el Ministerio de Minas bajo la Licencia No. 17694.	CAR	Radicado SDA No. 2020ER151996 y 2021ER166380	8/09/2020	Autorizado para recibir: Productos de excavación de vías, construcciones y obras civiles, productos de demoliciones que <u>no contengan materiales como hierro, tubos, plásticos, entre otros</u> y material orgánico producto de descapote No se admite ningún tipo de material que contenga residuos orgánicos, basuras, plásticos, llantas, materiales metálicos, lodos o residuos de procesos industriales

Fuente: A partir de SDA, adaptador por INGEDISA S.A, 2023


 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 139

Tabla 3-50 Centros de Tratamiento y Aprovechamiento -CTA autorizados

Nombre	Municipio	Localización	Entidad que autoriza	Resolución de aprobación	año	Materiales a disponer	Contacto
C&D GREEN INVESTMENT SAS	CALLE 71 B 75 - 70- Bogotá D.C.	N/A	SDA	RADICADO SDA: 2018EE272676	22/11/2018	Transformación de residuos de instalación de Drywall (placa-yeso).	Cel: 310 3091568
MAQUINAS AMARILLAS SAS	Avenida Calle 71 Sur No. 12 – 20 (Nomenclatura Actual) o Avenida Boyacá No. 76 – 08 Sur	N/A	SDA	RADICADO SDA: 2019EE100840	3/04/2019	Aprovechamiento y Tratamiento de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD).	Cel 321 4690709 Tel: 702 3060
AMCON COLOMBIA S.A.S.	Calle 23 No 116 – 31	N/A	SDA	Informe Técnico 789 de 2020 Rad. 2020IE81051 Radicado SDA 2020EE84482	11/05/2020	Tratamiento y aprovechamiento de residuos de origen pétreo (concreto, arcilla, asfalto, piedra, sobrante de mortero), de manera in situ, para transformarlos en (concreto, mortero, relleno, drenante, bases /sub – bases).	Cel 317 359 5840 Tel: 746 00 35
Ecoplanet Soluciones AR SAS	Calle 63C No. 113 – 24	N/A	SDA	RADICADO SDA No. 2019EE301364 - 2020IE46738	24/12/2019	Acopio y transformación de Drywall.	Cel: 310 8852812
GRANULADOS RECICLADOS DE COLOMBIA GRECO S.A.S.	Av. Carrera 1 No. 56 - 55 SUR	N/A	SDA	RADICADO SDA No. 2020IE223591	10/12/2020	Residuos de construcción y demolición pétreos, arenas, gravas, gravillas, rocas de excavación,	Cel: 315 8729749

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”					CÓDIGO: Cap. 3
						VERSIÓN: 00
						PÁG. 140

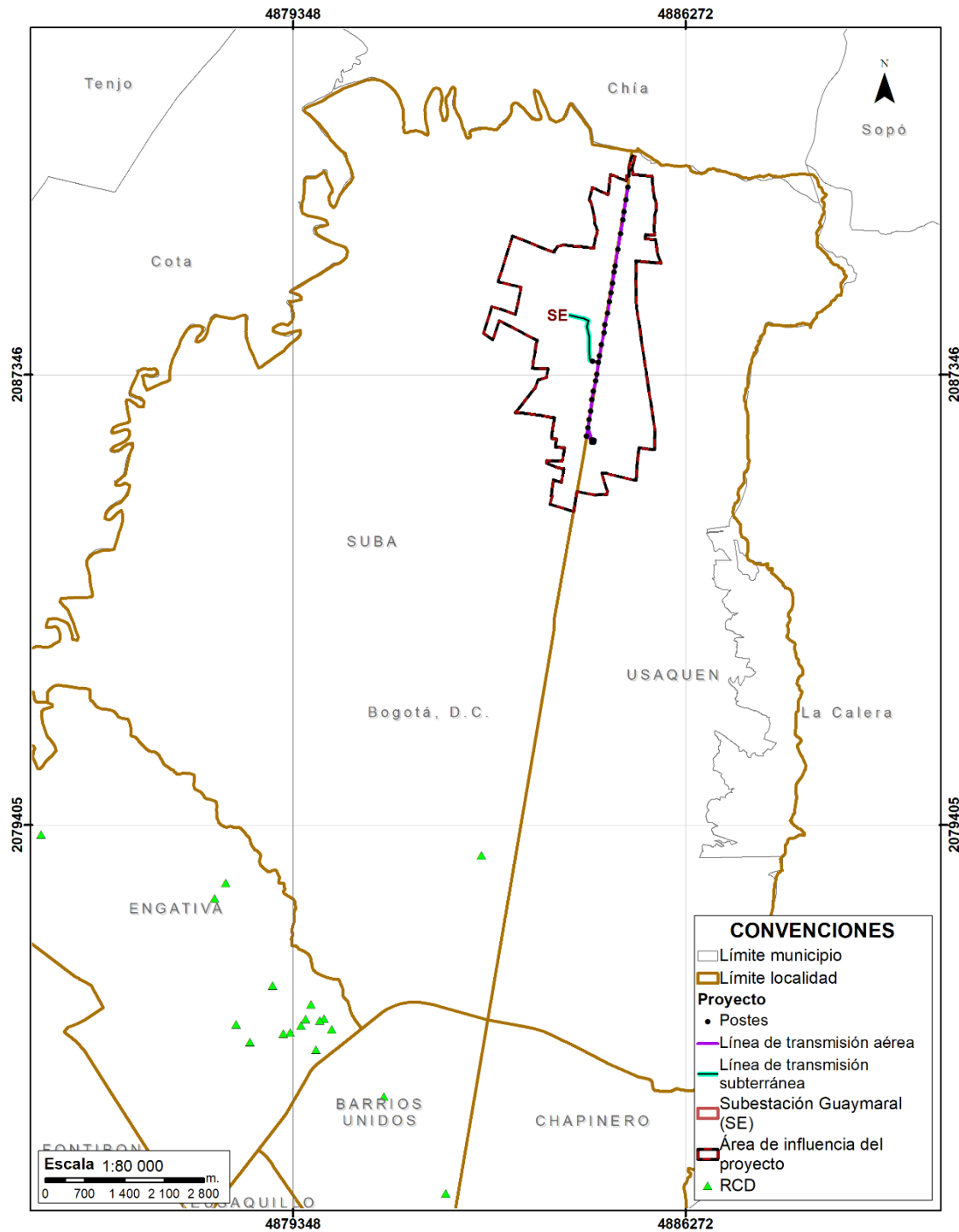
Nombre	Municipio	Localización	Entidad que autoriza	Resolución de aprobación	año	Materiales a disponer	Contacto
						mampostería estructural, no estructural, cerámicas, sobrantes de mezclas de cementos, concretos y mezclas asfálticas	
SECAM JR	BOGOTÁ	Predio Nueva Esperanza Lote 4, Barrio Uval, Localidad de Usme. D.C. Carrera 7 D Este Calle 115 Sur	CAR	RADICADO SDA No. 2021ER188722 RADICADO CAR: 20212076865 Registro 001	6/09/2021	RCD APROVECHABLES	Cel.: 3002414969 e-mail: j.panqueva@secamjr.com
CICLOMAT	COTA	Autopista Medellín Kilómetro 1.2 vía Siberia - Bogotá entrada Parque Industrial La Florida 600 metros al sur de la calle 80	CAR	RADICADO SDA: 2018ER186266 - RADICADO CAR 09181103501 Registro 004	22/08/2018	RCD APROVECHABLES	Tel.: 487 4315
CICLOMAT - CODEOBRAS	COTA	Autopista Medellín Kilómetro 1.2 vía Siberia - Bogotá entrada Parque Industrial La Florida 800 metros al sur de la calle 80	CAR	RADICADO SDA: 2018ER186266 - RADICADO CAR 09181103501 Registro 005	22/08/2018	RCD APROVECHABLES	Tel.: 487 4315
RECICLADOS INDUSTRIALES	COTA	Km 1.5 Costado sur Vía Bogotá - Siberia	CAR	RADICADO SDA: 2017ER166535 - Registro 015	29/08/2017	RCD APROVECHABLES	Cel: 3102925151

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 141


Nombre	Municipio	Localización	Entidad que autoriza	Resolución de aprobación	año	Materiales a disponer	Contacto
SECAM JR EU	SOACHA	Planta en el predio denominado El Tesoro, Lote No. 1, localizado en la vereda Panamá	CAR	RADICADO SDA No. 2021ER188722 RADICADO CAR: 20202175533 Registro 030	6/09/2021	RCD APROVECHABLES	Cel.: 3002414969 e-mail: j.panqueva@secamjr.com

Fuente: A partir de SDA, adaptador por INGEDISA S.A, 2023

Figura 3-47 Localización RCD



Fuente: A partir de SDA, adaptador por INGEDISA S.A, 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 143

El almacenamiento temporal se realizará en espacios identificados y delimitados dentro de las áreas de trabajo, este espacio se adecuará acorde con las medidas que sean establecidas en el capítulo 10.1.1. Programas de Manejo Ambiental del presente estudio.

3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos

El desarrollo del proyecto implica la generación de residuos peligrosos y no peligrosos provenientes de las distintas actividades constructivas, operación y desarrollo de las actividades de mantenimiento.


En este contexto en el presente numeral se describen las características de los residuos sólidos y se propone el modelo de gestión a implementar, ciñéndose a los lineamientos y requisitos establecidos en la normatividad nacional vigente, con base en los principios de prevención y reducción en la fuente en aras de minimizar y controlar los potenciales impactos que se producen sobre el ambiente.

En términos generales en el proyecto se pueden llegar a generar residuos que se clasificaran en tres grandes categorías: Residuos de construcción, residuos domésticos (convencionales) y residuos industriales el manejo de estos residuos se detalla en el Capítulo 10. Planes y programas, subcapítulo 10.1. Plan de manejo ambiental, acápite 10.1.1. Programas de manejo ambiental, Ficha de manejo MAB-03. Manejo residuos sólidos peligrosos, especiales y no peligrosos (Programa para el manejo del suelo).

3.2.6.1 Residuos sólidos no peligrosos

Durante el desarrollo del proyecto se generarán diversos tipos de residuos domésticos u ordinarios, los cuales se reducirán considerablemente en la etapa de operación frente a la etapa de construcción, teniendo en cuenta la disminución en el número de personas. Se realizará una gestión integral de residuos sólidos, para la cual es necesario identificar y clasificar los residuos domésticos e industriales según sus características:

- i. Tipo 1. Residuos reciclables y/o reutilizables: corresponden a envolturas y envases limpios de vidrio, plástico, cartón, madera, papel o PET (envases de gaseosas); periódicos, revistas, folletos, catálogos, cuadernos, hojas de papel, fotocopias, sobres, tarjetas, cartón, bolsas de papel, cajas, cartulinas y cartones, latas vacías y aplastadas; todos en buen estado, que no estén húmedos o sucios, ni con restos de alimentos.
- ii. Tipo 2. Residuos orgánicos: todos los desperdicios orgánicos (restos de alimentos, cáscaras de frutas y verduras, alimentos descompuestos etc.) que pueden ser transformados en suelo orgánico o abono a través del proceso de compostaje, o aprovechados para alimento de especies domésticas.
- iii. Tipo 3. Residuos no aprovechables: como su nombre lo indica son residuos que no tienen ningún valor para el reciclaje y van normalmente a los rellenos sanitarios; en general los que estén sucios, con restos de comida, o mojados, como empaques o envases de papel, cartón, plástico o caucho, bolsas de mecato, icopor, tetra pack, papel carbón, servilletas y papel higiénico, barrido y colillas de cigarrillo.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 144

La estimación del volumen de residuos sólidos domésticos a generar durante la construcción del proyecto se calculó utilizando el valor promedio de producción de residuos sólidos per cápita establecido por la CEPAL²⁰, que para Bogotá se produce un promedio correspondiente a 0,75 kg (hab/día), en tal sentido en la Tabla 3-51 se presenta la producción estimada para la totalidad del proyecto.

Tabla 3-51 Estimación residuos sólidos no peligrosos

Infraestructura	Cantidad de trabajadores	Días laborados	Total, de residuos (kg)
Líneas de transmisión	163	420	51.345
Subestación	86	210	13.545
Total			64.890

Fuente: INGEDISA S.A., 2023

3.2.6.2 Residuos sólidos peligrosos

La generación de residuos peligrosos es inherente a la necesidad del uso, manejo y mantenimiento de los equipos utilizados para la construcción y operación, los cuales serán dispuestos mediante un tercero autorizado. En la Tabla 3-52 se presentan los residuos peligrosos que se pueden llegar a generar durante la implementación del proyecto.

Tabla 3-52 Listado de residuos peligrosos

Residuos*	Estado Físico
Aceite dieléctrico	Líquido
Baterías ácido-plomo	Sólido
Contenedores impregnados de sustancias químicas	Sólido
Filtros de automotores	Sólido
Residuos de pinturas	Sólido
Residuos sólidos impregnados en solventes y limpiadores para el tratamiento de superficies (Thinner, Gasolina)	Sólido
Residuos electrónicos	Sólido
Tóner y cartuchos, Tubos fluorescentes	Sólido
Cilindros SF6	Sólido
Acelerante para concreto	Líquido

Fuente: INGEDISA S.A., 2023.

Estos residuos serán almacenados y tratados de acuerdo con lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental propuesto en el Capítulo 10.1.1. La recolección y transporte de residuos sólidos será ejecutada a través de empresas autorizadas por la autoridad competente, para la recolección y transporte de residuos y de sustancias peligrosas.

A continuación, se presenta la fuente generadora de los residuos peligrosos y el peso potencial generado, estimado a partir de proyectos similares.

²⁰ CEPAL. Encuesta a municipios sobre gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios.2019


	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 145

Tabla 3-53 Peso potencial de residuos peligrosos

Clasificación de la fuente generadora	Peso*
Emergencia o Incidente	9,9 kg
Mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos asignados a las actividades contratadas	
Obras Civiles	
Mantenimientos electromecánicos de redes y subestaciones	
Otros	

*El valor presentado es estimado a partir de información disponible de estudios similares que podrá presentar variación de acuerdo con la estrategia constructiva y equipos empleados, entre otros.

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A E.S.P., 2023.

En tal sentido, a continuación, en la Tabla 3-54 se presentan los diferentes gestores de residuos peligrosos autorizados por la Secretaría Distrital de Ambiente- SDA y que se encuentran cerca al área de influencia del proyecto.

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 146

Tabla 3-54 Empresas gestoras de residuos peligrosos autorizadas por la SDA

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
ASOCIACIÓN DE RECICLADORES PUERTA DE ORO	CLL 42F SUR N 84 - 10	5793487 310 3164651	RESOLUCIÓN No 3920 DEL 26/10/2021	SDA-07-2021-694	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	PILAS, BATERÍAS RECARGABLES Y ACUMULADOR ES CON CONTENIDO DE MERCURIO, CADMIO, PLOMO, U OTRA SUSTANCIA PELIGROSA, PANTALLAS DE CRISTAL LÍQUIDO (LCD), CARTUCHOS DE TÓNER O TINTA LÍQUIDA, VIDRIOS CON CONTENIDO DE PLOMO DE TUBOS DE RAYOS CATÓDICOS, LUMINARIAS, RESIDUOS RESULTANTES DE LAS OPERACIONES DE ELIMINACIÓN DE DESECHOS INDUSTRIALES EPP'S
BOGOTANA DE MANGUERAS	KR 33 N 8 - 07/27	3609931 3703557 2012539	RESOLUCIÓN No 1326 DEL 07/06/2005 MODIFICADA RESOLUCIÓN No 3995 DEL 11/05/2010	DM-07-2004-295	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	ACEITE USADO
CLARIOS ANDINA S.A.S. - ANTES MAC JHONSON CONTROLS DE COLOMBIA SAS	CLL 17 N 69 - 34	4052520	RESOLUCIÓN NO 1297 DEL 23/08/2013 MODIFICADA POR RESOLUCIÓN 00448 DEL 19/03/2019	SDA-07-11-1992	ALMACENAMIENTO	BATERIAS USADAS ACIDO Y PLOMO
CLICK ON GREEN	KR 132 N 22A - 57 BG 5	4775944	RESOLUCIÓN No 1265 DEL 15/08/2013	SDA-07-2012-1195	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	RAEE ÚNICAMENTE:
						EQUIPOS DE TELECOMUNICACIONES EN DESUSO
						COMPUTADORES Y EQUIPOS PERIFÉRICOS

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”				CÓDIGO: Cap. 3
					VERSIÓN: 00
					PÁG. 147

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						ESCANERES, FAXES, SERVIDORES, COPIADORAS Y PROYECTORES
COMPUTADORES PARA EDUCAR	CLL 17 A N 69 F-49	3442258 2921032	RESOLUCIÓN No 7253 DEL 25/11/2010	SDA-07-2009-325	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	RAEE UNICAMENTE COMPUTADORES
					DISPOSICION FINAL A TERCEROS	
E WASTE SOLUTIONS S.A.S.	KR 33 N 12 B - 89	2478161	RESOLUCIÓN No 02092 DEL 25/10/2015	SDA-07-2014-5107	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS – RAEE, ESPECIFICAMENTE: GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS (QUE NO CONTENGAN SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO – SAO), PEQUEÑOS ELECTRODOMÉSTICOS, EQUIPOS INFORMÁTICOS Y DE TELECOMUNICACIÓN, APARATOS ELÉCTRICOS DE CONSUMO, HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS, JUGUETES EQUIPOS DEPORTIVOS Y DE TIEMPO LIBRE, EQUIPOS MÉDICOS NO CLASIFICADOS COMO RESIDUOS INFECCIOSOS, INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y DE CONTROL Y MÁQUINAS EXPENDEDORAS DE BEBIDAS Y COMIDAS

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 148

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
ECOLCIN	KR 43 N 11 - 27	3689066	RESOLUCIÓN NO 1316 DEL 07/06/2005 RESOLUCIÓN NO 2792 DEL 2006 MODIFICADA RESOLUCIÓN NO 0011 DEL 06/01/2011	DM-07-2006- 1355 DM-07-2005- 279	ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO APROVECHAMIENTO	ACEITE USADO BORRAS HIDROCARBURADAS
ECOSISTEMA SAS	KR 31 N 9 55	6016060	RESOLUCIÓN No 00208 del 27/01/2020	SDA-07-2020- 25	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	A1180 • GRANDES ELECTRODOMÉSTICOS: FOTOCOPIADORAS, CALENTADORES, VENTILADORES, AIRES ACONDICIONADOS, MICROONDAS, LAVADORAS, EQUIPOS DE SONIDO, HORNOS ELÉCTRICOS.
						A1180 • PEQUEÑOS ELECTRODOMÉSTICOS: PLANCHAS, TOSTADORAS, CAFETERAS, MÁQUINAS DE AFEITAR, CELULARES, SECADORES, SÁNDWICHES, TELÉFONOS, LICUADORAS, ASPIRADORAS.
						A1180 • EQUIPOS ELECTRÓNICOS: RADIOS, CÁMARAS FOTOGRÁFICAS Y DE VIDEO, REPRODUCTORES DE SONIDO, CONTESTADORES TELEFÓNICOS, 3 CALCULADORAS.
						A1180 • EQUIPOS DE INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES: COMPUTADORES DE MESA, COMPUTADORES PORTÁTILES, TELEVISORES, IMPRESORAS, TELEFAX, UPS, TARJETAS DE CIRCUITO IMPRESO TCI

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 149

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						A1180 • EQUIPOS DEPORTIVOS Y DE DISTRACCIÓN: CONSOLAS DE JUEGO, MÁQUINAS TRAGAMONEDAS, JUGUETES ELECTRÓNICOS.
						A1180 • EQUIPOS ELÉCTRICOS: EQUIPOS DE SOLDADURA, HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS, ESTUFA ELÉCTRICA.
						A1180 • INSTRUMENTOS DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO: TUBOS FLUORESCENTES, TUBOS COMPACTOS, BOMBILLAS.
						A1180 • ELEMENTOS DE IMPRESIÓN: TÓNER, CARTUCHOS.
					ALMACENAMIENTO	ACUMULADORES DE ENERGÍA: BATERÍAS PLOMO ÁCIDO, BATERÍAS RECARGABLES, BATERÍAS NI-CD, PILAS ALCALINAS
ELINTE S.A.	CLL 8 N 33 - 11	2374126 5657991	RESOLUCIÓN No 11 de 1999 RESOLUCIÓN No 1492 DEL 14/07/2000	DM-07-1999-11	ALMACENAMIENTO DISPOSICIÓN FINAL (INCINERACIÓN)	RESIDUOS ALTAMENTE COMBUSTIBLE Y COMBUSTIBLES DE ORIGEN DOMÉSTICO Y COMERCIAL, ACEITES USADOS. AUTORIZADOS: TIPO 0, 1, 2 Y 3 DE LA CLASIFICACIÓN NFPA.
ESAPETROL	CLL 59 A BIS SUR N 81 D 45	7750882 7751200	RESOLUCIÓN NO 2890 DEL 29/12/2000 RESOLUCIÓN NO 0367 DEL 04/04/2006 MODIFICADA RESOLUCIÓN NO 0461 DEL 2007	DM-07-2055-286 DM-06-2006-1090 DM-07-2000-2340	ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO	ACEITE USADO AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES, AGUAS HIDROCARBURADAS, AGUAS DE ALTA CONDUCTIVIDAD AGUAS CON ALTA DQO Y DBO, AGUAS RESIDUALES DE PROCESOS PRODUCTIVOS DE DIFERENTES SECTORES E INDUSTRIAS QUE REQUIERAN DEL SERVICIOEX SITU.
					ALMACENAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL	LÓDOS Y BORRAS HIDROCARBURADAS, PIEZAS IMPREGNADAS DE HIDROCARBUROS

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 150

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						COMO FILTROS, EMPAQUES, CANECAS PIEZAS MECÁNICAS, FILTROS DE ACEITE, RECIPIENTES PLÁSTICOS Y METÁLICOS DE LUBRICANTES, GRASAS E HIDROCARBUROS. MATERIAL HIDROCARBURADO INCINERABLE COMO ESTOPAS GUANTES TRAPOS MATERIAL OLEOFILICO ASERRIN. RESIDUOS LIQUIDOS PELIGROSOS DE HIDROCARBUROS, LO QUE INVOLUCRA LOS DIFERENTES HIDROCARBUROS CONTAMINADOS O RESIDUALES. RESIDUOS DE CAUCHO Y HULE PRINCIPALMENTE LLANTAS Y MANGUERAS. ELECTRICOS COMO BATERIAS Y PILAS, MATERIALES QUE SERAN ENTREGADOS PARA SU DISPOSICIÓN FINAL
INGENIERIA Y RECICLAJE SAS	KR 80 N 16 D - 11	4128607	RESOLUCIÓN NO 2847 DEL 16/12/2015 (CESIÓN RESOLUCIÓN NO 2699 DEL 11/10/2005 Y RESOLUCIÓN NO 3075 DEL 12/04/2010 DE DOMINGUEZ SANCHEZ S.A.)	DM-07-2005-1393	ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO	ACEITES USADO
LASEA SOLUCIONES EU	KR 80 N 16 D - 11	2929329	RESOLUCIÓN NO 3010 DEL 28/12/2005 MODIFICACIÓN	DM-07-04-1223	ALMACENAMIENTO DISPOSICIÓN FINAL	RESIDUOS PLÁSTICOS Y FILTROS PARA ACEITE PROVENIENTES PRINCIPALMENTE DE LAS ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN AUTOMOTRIZ

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 151

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
			RESOLUCIÓN NO 933 DEL 2008			DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCIÓN Y REPARACIÓN DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS.
						MEZCLAS Y EMULSIONES DE DESECHOS DE ACEITE Y AGUA O DE HIDROCARBUROS Y AGUA CON EXCEPCIÓN DE LODOS CON COMPONENTES ORGANICOS.
						DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCIÓN, PREPARACIÓN Y UTILIZACIÓN DE TINTAS, COLORANTES, PIGMENTOS, PINTURAS, LACAS O BARNICES.
						DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCION, PREPARACION Y UTILIZACIÓN DE RESINAS, LATES, PLASTIFICANTES O COLAS Y ADHESIVOS.
						RESIDUOS ELECTRICOS, ELECTRÓNICOS Y DE TELECOMUNICACIONES
						ACUMULADORES
LITO LTDA	CLL 12 B N 36 - 81	4057373	RESOLUCIÓN NO 056 DEL 29/01/2004	DM-07-2003-655	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	BATERIAS NIQUEL-CADMIO Y/O BATERIAS SECAS
						TUBOS FLUORESCENTES Y LAMPARAS DE MERCURIO
						DESCARGA, ALMACENAMIENTO, MUESTREO,

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 152

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
			MODIFICACIÓN RESOLUCIÓN NO 4179 DEL 27/12/2007		DISPOSICIÓN FINAL A TRAVES DE TERCEROS	ANALISIS DE PCBS (EN ACEITE DIELECTRICO Y EQUIPOS ELECTRICOS EN DESUSO), MARCACION Y REPARACION DE EQUIPOS CONTAMINADOS, REEMBALAJE, ALMACENAMIENTO TEMPORAL (EN EL DEPOSITO DE SEGURIDAD HASTA LA ELIMINACIÓN POR PARTE DEL PROPIETARIO DEL RESIDUO), SEPARACIÓN Y DESHUESE DE MATERIALES LIBRES DE PCBS Y APROVECHAMIENTO DE MATERIAL EN BOMBILLAS DE MERCURIO, LOS RESIDUOS DE BATERIAS, PILAS Y ELEMENTOS DE CADMIO, NIQUEL, LITIO, PLOMO, PILAS ALCALINAS, RESIDUOS ELECTRÓNICOS Y SAOS.
PLANETA VERDE LTDA	CR 65 A N 4 G - 59	2606062	RESOLUCIÓN NO 6491 DEL 03/09/2010 MODIFICACIÓN RESOLUCIÓN NO 1782 DEL 30/09/2015	SDA-07-2008-3121 SDA-08-2008-3971 SDA-08-2015-3252	1. ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICO Y ELECTRÓNICOS - RAEE QUE NO CONTENGAN NINGUNA DE LAS SIGUIENTES SUSTANCIAS: POLICLOROBIFENILOS (PCB), SUSTANCIAS
						AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO (SAO) Y CLOROFLUOROCARBUIROS (CFC)
					2. ALMACENAMIENTO	Y6. RESIDUOS LIQUIDOS Y SOLIDOS IMPREGNADOS CON DISOLVENTES (VARSOL, THINER, CETONAS, KEROSENE, GASOLINA, ALCOHOLES)
						Y12. RESIDUOS DE PINTURAS, RESINAS Y TINTAS Y8-Y9. RESIDUOS LIQUIDOS Y SOLIDOS IMPREGNADOS CON

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 153

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						LUBRICANTES A BASE DE HIDROCARBUROS Y31/Y22/Y20/A1180. RESIDUOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS DE EQUIPOS DE COMUNICACIÓN Y COMPUTADORES: CIRCUITOS IMPRESOS, MONITORES, BATERIAS Y29. LAMPARAS FLUORESCENTES A1170/Y26/Y29. PILAS Y31. BATERIAS PLOMO ÁCIDO
PROCESOS INDUSTRIALES REUTILIZABLES LTDA - PROUTILES LTDA	KR 92 N 64 C - 65 BG 25	4812321 2600084	RESOLUCIÓN NO 0025 DEL 16/01/2013	SDA-07-11-2111	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO	RAEE
RECICLAJES RQJ	CLL 57 U SUR N 76 A - 70	7772021 3158526655	RESOLUCIÓN NO 00547 DEL 02/03/2018	SDA-07-2015-7922	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO Y TRATAMIENTO	ENVASES PLÁSTICOS (ISOTANQUES, IBC'S, GARRAFAS, CANECAS, GALONES, ECT) Y METÁLICOS IMPREGNADOS CON LOS SIGUIENTES RESPEL: Y41. SOLVENTES ORGÁNICOS HALOGENADOS Y42. DISOLVENTES ORGANICOS CON EXCLUSIÓN DE DISOLVENTES HALOGENADOS A4060. DESECHOS DE MEZCLAS Y EMULSIONES DE ACEITE Y AGUA O DE HIDROCARBUROS Y AGUA A3170. DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCION DE HIDROCARBUROS HALOGENADOS ALIFATICOS (CLOROMETANO, CLORURO DE VINILO, CLORURODE ALILO Y EPICLORIDINA)

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 154

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						Y12. DESECHOS DE LA PRODUCCION, PREPARACIÓN Y UTILIZACIÓN DE TINTAS, COLORANTES, PIGMENTOS, PINTURAS, LACAS O BARINCES.
						Y13. DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCIÓN PREPARACION Y UTILIZACIÓN DE RESINAS, LÁTEX, PLASTIFICANTES O COLAS Y ADHESIVOS.
						A4030. DESECHOS RESULTANTES DE LA PRODUCCION PREPARACION Y UTILIZACION DE BIOCIDAS Y PRODUCTOS FARMACEUTICOS CON INCLUSIÓN DE LOS DESECHOS DE PLAGUICIDAS Y HERBICIDAS.
RECIPROIL	TV124 N 26 - 76/78	3403083 3403071	RESOLUCIÓN NO 1825 DEL 15/10/2006 MODIFICACIÓN RESOLUCIÓN NO 190 DEL 18/01/2011	DM-07-2005- 1112	ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO	ACEITES USADOS
					ALMACENAMIENTO	SOLIDOS IMPREGNADOS CON HIDROCARBUROS
					ALMACENAMIENTO TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL A TRAVES DE TERCEROS	FILTROS USADOS
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA	KR 89 a No.64C-45	5960050	RESOLUCIÓN NO 3565 DEL 13/11/2018	SDA-07-2014- 1384	ALMACENAMIENTO, TRATAMIENTO, APROVECHAMIENTO (RECUPERACION)	GASES REFRIGERANTES TIPO CFC R12, R22, R- 134A, R-401A, R-401B, R-402A, R-402B, R-404A, R-407C, R-408A, R-409A, R-410A, R-410B, R-411A, R-411B, R-412A, R-414A, R-414B, R-416A, R-500, R-502.


 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		CÓDIGO: Cap. 3
			VERSIÓN: 00
			PÁG. 155

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
TRATAR AMBIENTAL SAS	KR 80 N 16 D - 11	4383403	RESOLUCIÓN NO 2848 DEL 16/12/2015 CESIÓN RESOLUCIÓN NO 8650 DEL 03/12/2009 DE DOMINGUEZ SANCHEZ S.A.	SDA-07-2003-2006	ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO	LODOS HIDROCARBURADOS - BORRAS- AGUAS HIDROCARBURADAS
WESTECH RECYCLERS OF LATIN AMERICA SAS	ACL 6 N 47 - 58 INT 1 PISO 1	7590770	RESOLUCIÓN NO 1705 DEL 30/09/2013	SDA-07-2013-35	ALMACENAMIENTO APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL A TRAVES DE TERCEROS	RESIDUOS DE APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRÓNICOS - RAEE:
						PEQUEÑOS ELECTRODOMESTICOS, EQUIPOS INFORMÁTICOS Y DE TELECOMUNICACIONES, APARATOS ELECTRICOS DE CONSUMO, HERRAMIENTAS ELECTRICAS Y ELECTRÓNICAS, JUGUETES, EQUIPOS DEPORTIVOS Y DE TIEMPO LIBRE.
						METALICOS, OXIDOS E HIDROXIDOS DE ZINC, MANGANESO, CROMO III, COBRE Y OTROS METALES PESADOS, SALES Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DEL PROCESO DE CURTIDO DE PIELES, SALES DE IMPREGNADO DE LA MADERA, SALES PARA ENDURECIMIENTO DEL ACERO, CLORUROS Y SULFUROS CON METALES PESADOS, SALES CON CONTENIDO NOCIVO DE CIANURO, CAL CON CONTENIDO DE ARSENICO, HIDROFLORURO DE AMONIO, RESIDUOS DE PLAGUICIDAS, RESIDUOS DE DESINFECTANTES, RESIDUOS DE LA INDUSTRIA FARMACEUTICA., PRODUCTOS

 	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 156

Empresa	Dirección	Teléfono	Acto administrativo	Expediente	Actividad aprobada	Tipo de residuo aprobado
						FARMACEUTICOS CADUCOS, DETERGENTES, TENSOACTIVOS, RESIDUOS QUÍMICOS DE LABORATORIOS, GRASAS Y CERAS, RESIDUOS SÓLIDOS EMPAPADOS DE ACEITE Y GRASA, EMULSIONES BILUMINOSAS, LODOS CON COMBUSTIBLE, LODOS CON LUBRICANTES, RESIDUOS DE LA REFINACIÓN DE ACEITES USADOS, RESIDUOS DEL ALQUITRAN, LODOS CON SOLVENTES ORGANICOS HALOGENADOS, PINTURAS Y BARNICO RESIDUALES, LODOS DE PINTURAS Y BARNICES, RESIDUOS PLASTICOS NO ENDURECIDOS, ABLANDADORES HALOGENADOS, ABLANDADORES NO HALOGENADOS

Fuente: a partir de Secretaría Distrital de Ambiente- SDA, adaptado por INGEDISA S.A., 2023.

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 157

3.2.6.3 Disposición final de residuos generados

Tanto en la fase de construcción como en la fase de operación, se generarán residuos sólidos domésticos e industriales; estos últimos de tipo peligroso como no peligroso, sin embargo, la mayor generación de residuos está asociada a la fase de construcción.

Durante la fase de construcción se generarán residuos domésticos asociados con el consumo de alimentos y bebidas, el uso de unidades sanitarias y la preparación de alimentos. Para el manejo de estos residuos se implementará un sistema que permita la separación de los materiales reciclables, los orgánicos y los residuos ordinarios (para disposición en el relleno sanitario).

Se instalarán en los diferentes frentes de obra, puntos ecológicos teniendo en cuenta la codificación básica de colores, en donde el personal de obra podrá depositar los residuos generados, sin tener que hacer grandes desplazamientos.

La información detallada de manejo para la disposición final de residuos generados se indica en el capítulo 10 – Plan de Manejo Ambiental Por otro lado, la disposición de los residuos sólidos domésticos generados en la construcción de la línea de transmisión será posible disponerlos en estaciones de clasificación y aprovechamiento – ECA como otra alternativa en el aprovechamiento de residuos sólidos de acuerdo a lo regulado por el Decreto 1077 de 2015, adicionado mediante el Decreto 596 de 2016 y en particular para el distrito capital el Decreto 203 de 2022 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, asimismo determina los requisitos mínimos que deben cumplir. En la Tabla 3-55 se relacionan los ECA, cercanos al perímetro urbano del proyecto.

Tabla 3-55 Estaciones de clasificación y aprovechamiento - ECA

Nombre de la bodega	Localidad	Dirección
Usaquén I	Usaquén	Carrera 21 Número 164-82
Usaquén II	Usaquén	Carrera 18 Número 164-32


Fuente: A partir de SDA, adaptado por INGEDISA S.A, 2023

3.2.7 Costos del proyecto

A partir de la preingeniería realizada, fue posible realizar la estimación aproximada del costo del proyecto, en tal sentido, a continuación, en la Tabla 3-56 y la Tabla 3-57

Tabla 3-56 Costos asociados a la subestación eléctrica Guaymaral

ítem	Costo
Estudio de Impacto Ambiental	\$ 812.062.211,69
Casa de control cualquier nivel de tensión (\$/m2)	\$ 2.203.707.156,22
Digitalización Primaria subestaciones Tipo 3 (5-8Bahías)	\$ 320.131.946,07
Control subestación Tipo 3 (5-8Bahías) (\$/bahía)	\$ 139.980.658,14

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 158


ítem	Costo
UNIDAD DE CALIDAD DE POTENCIA (PQ) CREG 024 DE 2005	\$ 79.066.665,83
TRANSFORMADOR DE PUESTA A TIERRA	\$ 464.063.835,60
Canalización urbana 6x4" y 3x6"	\$ 547.311.197,20
Celda de llegada de transformador - barra sencilla - subestación tipo interior-aire	\$ 332.206.804,32
Celda de interconexión o de acople - barra sencilla - subestación tipo interior-aire	\$ 166.103.402,16
Celda de medida o auxiliares - barra sencilla - subestación tipo interior-aire	\$ 163.872.707,06
Cables llegada transformador - subestación tipo interior-aire	\$ 282.708.819,35
Módulo común/bahía - tipo 4 - tipo interior	\$ 66.892.783,54
Celda de salida de circuito - subestación tipo interior	\$ 3.322.068.043,18
Transformador de tensión - N4	\$ 671.328.598,33
UNIDAD DE CALIDAD DE POTENCIA (PQ) CREG 024 DE 2005	\$ 79.066.665,83
Control y protección Bahía de Línea - N4	\$ 440.026.486,03
Control y protección Bahía de Transformador - N4	\$ 912.739.012,18
Control y protección Bahía de Transf, Acople, Corte Central - N4	\$ 166.775.417,63
Protección Diferencial de Barras Tipo 1,2 - N4	\$ 166.976.857,16
Bahía de línea - configuración barra sencilla - tipo encapsulada (SF6)	\$ 4.745.287.841,83
Bahía de transformador - configuración barra sencilla - tipo encapsulada (SF6)	\$ 4.613.741.225,57
Bahía de maniobra - tipo encapsulada (SF6)	\$ 1.869.850.859,37
Módulo común/bahía tipo 2 (5 a 8bahías) - tipo encapsulada - cualquier configuración	\$ 373.160.120,79
Transformador trifásico (OLTC) lado de alta en el nivel 4 capacidad final de 31 a 40 MVA	\$ 8.203.555.424,15
TOTAL	\$ 31.142.684.739,23

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A E.S.P, 2023

Tabla 3-57 Costos asociados a las líneas de transmisión

Ítem	Costo
Poste metálico de 29 m- línea aérea compacta - circuito doble - suspensión	\$ 541.814.539,92
Poste metálico de 29 m- línea aérea compacta - circuito doble- retención	\$ 873.686.162 07
BANCO DE DUCTOS - LÍNEA SUBTERRÁNEA - CIRCUITO DOBLE	\$ 4.930.231.123,51
km de conductor {3 fases) desnudo ACSR 605 kcmil	\$ 408.376.703,69
CABLE PARA RED COMPACTA XLPE 1200 MM2	\$ 27.982.653.342 22
Sistema de puesta a tierra diseño típico para poste	\$ 24.800.177,94
Total	\$ 34.761.562.049,35

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A E.S.P., 2023

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		CÓDIGO: Cap. 3
	PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA		VERSIÓN: 00
	GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”		PÁG. 159

3.2.8 Cronograma del proyecto

A continuación, en la **Tabla 3-58**, se presenta el cronograma estimado para la construcción de la línea, con respecto al cronograma asociado a la subestación eléctrica, este puede ser consultado a detalle en **Anexos, Cap.3, Subestación, cronograma**


Tabla 3-58 Cronograma del proyecto[illegible]

[illegible]

CRONOGRAMA DEL PROYECTO																										
ETAPA DEL PROYECTO	ACTIVIDAD	TRANSVERSAL		CONSTRUCCIÓN											OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*					DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO*						
		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	AÑO 1	AÑO 10	AÑO 15	AÑO 20	AÑO 25	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
	Construcción de obras de protección y estabilización																									
	Reconformación de las áreas intervenidas por el proyecto en fase constructiva																									
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Energización																									
	Operación de la línea y Subestación																									
	Control de estabilidad																									
	Mantenimiento electromecánico																									
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desenergización																									
	Desmantelamiento, demolición y cierre de infraestructura de la subestación y línea de transmisión																									
	Reconformación de las áreas intervenidas																									

*La etapa de desmantelamiento y abandono solo se ejecutará en los casos en que el propietario de la línea decida suspender la explotación comercial debido a terminación del ciclo de vida, la relación costo – beneficio de una línea existente justifique su desmantelamiento, la modernización, repotencialización y/o ampliación sea menos favorable que la construcción de una nueva. No es común que se ejecute esta etapa de abandono de infraestructura, considerando las condiciones económicas del país y el hecho de establecer una franja de servidumbre definida por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. El proyecto contempla durante su etapa de operación, un programa de mantenimiento y modernización de infraestructura y equipos que permita alargar su vida útil, estimada en por lo menos 25 años de acuerdo con la Resolución CREG 097 de 2008.

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A E.S.P., 2024

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 163

3.2.9 Organización del proyecto

La ejecución del proyecto implica el establecimiento de un esquema organizacional específico constituido en términos generales por profesionales de distintas áreas que aseguran un adecuado diseño y cumplimiento a términos de referencia en la elaboración de estudios ambientales. A continuación, la relación de profesionales de Enel Colombia S.A. E.S.P.

Tabla 3-59 Profesionales del proyecto

Nombre	Cargo
Luis Alejandro Rincón Silva	Subgerente
Rodrigo Villamil García	Jefe de División Permisos & Diseño Detallado Colombia
María del Pilar Carreño Cure	Líder División de Construction Primary Substations and HV lines
Cristhian Camilo Pachón Bueno	PM Construction primary substation and HV Line
Gina Zambrano González	Funcional Civil Construction primary substation and HV Line
Cristian Dimas	Funcional Eléctrico Construction primary substation and HV Line
Rosa Liseth Angulo Abreo	Permitting ambiental
Andrea Catalina Castilla	Permitting legal ambiental
Mónica Castillo	Sostenibilidad
Liliam Rojas	Profesional sostenibilidad
Lizeth Pinzón	Permitting predial
Luz Miriam Moreno	Soporte de Operaciones
Jorge Andrés Patarroyo	Permitting and Detailed Design – HV

Fuente: ENEL COLOMBIA S.A E.S.P., 2023

3.2.9.1 Estructura organizacional del proyecto

A continuación, en la Figura 3-48 se presenta la estructura organizacional del proyecto.


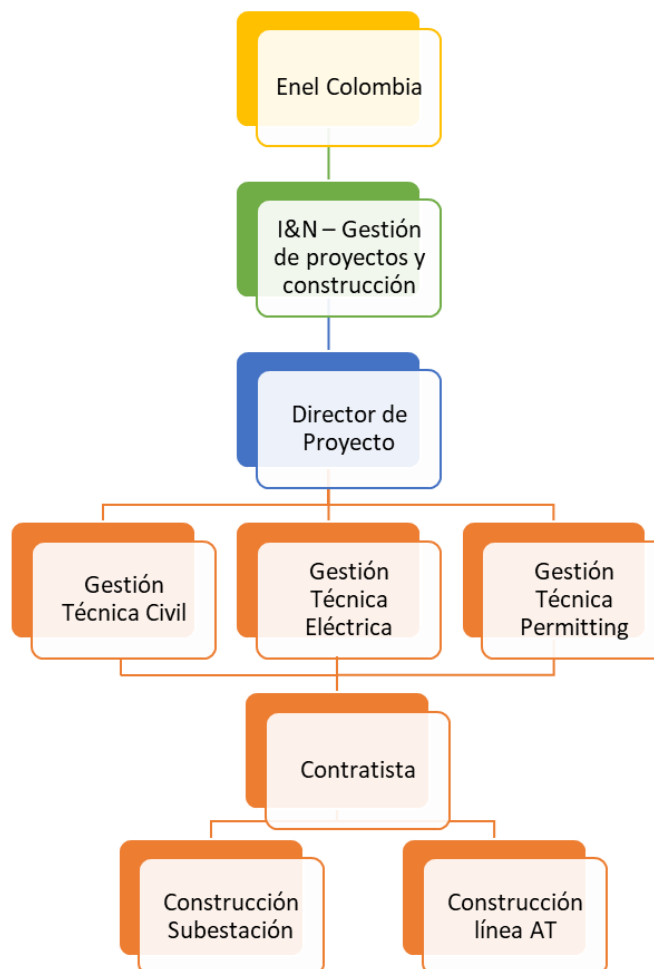
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 164

Figura 3-48 Estructura organizacional del proyecto




Fuente: INGEDISA S.A., 2023


3.2.9.2 Gestión ambiental etapa constructiva

Las funciones del personal ambiental frente al Proyecto son las siguientes:

- I. Dirigir la gestión ambiental relacionada con el proyecto.
- II. Apoyar la gestión al proceso de licenciamiento ambiental y disponer de recursos para el seguimiento a los estudios y planes de manejo ambiental.
- III. Coordinar la interventoría de estudios ambientales en etapa de diseño y de ejecución del PMA en construcción.
- IV. Elaboración de los Informes de Cumplimiento Ambiental
- V. Coordinar la gestión social requerida para el desarrollo satisfactorio de las etapas del proyecto, contemplando las siguientes actividades:

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 165

- a. Llevar a cabo el relacionamiento interinstitucional, visitas personalizadas con pares del consultor y de autoridades y realizar comunicaciones oficiales para gestión ante autoridades ambientales y administrativas.
- b. Asegurar el desarrollo del Programa de Información y Participación Comunitaria

	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO “SUBESTACIÓN ELÉCTRICA GUAYMARAL Y SUS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN A 115 kV”	CÓDIGO: Cap. 3
		VERSIÓN: 00
		PÁG. 166

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. 2021

AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA. ANISCOPIO.
<https://sig.ani.gov.co/mapas/.2023>

AGENCIA NACIONAL DE MINERÍA. ANNA MINERÍA.
[https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-](https://annamineria.anm.gov.co/Html5Viewer/index.html?viewer=SIGMExt&locale=es-CO&appAcronym=sigm.)
CO&appAcronym=sigm. 2023

Alcaldía Mayor de Bogotá. Decreto 555. Por el cual se adopta la revisión general del Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C. 2021

CEPAL. Encuesta a municipios sobre gestión de Residuos Sólidos Domiciliarios.2019
INSTITUTO NACIONAL DE VIAS. Sistema de Información Vial.
https://hermes2.invias.gov.co/Sistema_de_Informacion_Vial/.2023

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. Términos de Referencia para la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental-EIA. Proyectos de sistemas de transmisión de energía eléctrica TdR-17.2018

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 90708. Reglamento Técnico de instalaciones Eléctricas-RETIE.2013

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. DECRETO 948 DE 1995. Por el cual se reglamentan, parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73,74, 75 y 76 del Decreto - Ley 2811 de 1974; los artículos 41, 42, 43, 44, 45, 48 y49 de la Ley 9 de 1979; y la Ley 99 de 1993, en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Visor geográfico ambiental.
<https://visorgeo.ambientebogota.gov.co/?lon=-74.088180&lat=4.661370&z=11&l=5:1.2023>
SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE-SDA. Subdirección de Control Ambiental al

Sector Público. Directorio Ambiental de RCD.
<https://oab2.ambientebogota.gov.co/documents/10184/1032703/DIRECTORIO+AMBIENTAL+RCD+%28SDA-CAR%29+-+21+septiembre.pdf/cd005435-951a-4b21-9e78-b6399bb1c1e8.2023>

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA COLOMBIA -SIAC. Visor SIAC.
<https://mads.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=027a9ff6df9248a9b7fca8515ea46c14.2023>