

---

## TABLA DE CONTENIDO

3	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	6
3.1	LOCALIZACIÓN .....	7
3.2	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO .....	10
3.2.1	Infraestructura existente .....	10
3.2.2	Fases y actividades del proyecto .....	18
3.2.3	Características técnicas.....	20
3.2.4	Insumos del proyecto.....	87
3.2.5	Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición .....	89
3.2.6	Residuos peligrosos y no peligrosos.....	90
3.2.7	Costos del proyecto .....	93
3.2.8	Cronograma del proyecto .....	94
3.2.9	Organización del proyecto .....	101

## LISTA DE TABLAS

Tabla 3.1 Trazabilidad descripción del proyecto .....	6
Tabla 3.2 Barrios por donde cruza el proyecto.....	9
Tabla 3.3 Infraestructura social existente en el área por donde cruza el proyecto ..	15
Tabla 3.4 Fases y actividades del proyecto .....	19
Tabla 3.5 Aforo vehicular .....	21
Tabla 3.6 Condiciones de operación de los cables de las LT.....	40
Tabla 3.7 Características eléctricas de los cables.....	45
Tabla 3.8 Características mecánicas de los cables.....	46
Tabla 3.9 Volúmenes estimados de descapote, corte, relleno y excavación especificados por tipo de obra y/o actividad.....	54
Tabla 3.10 Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción .....	54
Tabla 3.11 Sitios autorizados para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD).....	55
Tabla 3.12 Volúmenes de excavación de las líneas .....	57
Tabla 3.13 Volúmenes de excavación de las subestaciones.....	57
Tabla 3.14 Listado de maquinaria, vehículos y equipos .....	58
Tabla 3.15 Estimación de los insumos y residuos reutilizable, no reutilizable y reciclable.....	59
Tabla 3.16 Depósitos de fuentes de materiales .....	80
Tabla 3.17 Plantas de proceso .....	81
Tabla 3.18 Capacidad admisible del suelo a distintas profundidades.....	85
La cimentación de los ductos en este sector se diseñará para una capacidad portante del suelo de 24.70 ton/m <sup>2</sup> . A la profundidad de desplante de 1.30 metros y para el tipo de cimentación recomendado se tiene un valor de módulo de reacción del suelo K <sub>s</sub> = 2.97 kg/cm <sup>3</sup> . Tabla 3.19 Capacidad admisible del suelo a distintas profundidades .....	85
Tabla 3.20 Infraestructura y redes de servicios.....	87
Tabla 3.21 Insumos preliminares para construcción del Proyecto UPME STR - 02	88
Tabla 3.22 Sitios autorizados para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD).....	90

---

Tabla 3.23 Localización georreferenciada de los gestores autorizados .....	90
Tabla 3.24 Clasificación de los residuos sólidos no peligrosos .....	91
Tabla 3.25 Clasificación de residuos sólidos más frecuentes.....	92
Tabla 3.26 Cronograma del proyecto.....	95

---

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 Localización general de las obras del proyecto .....	8
Figura 3.2 Infraestructura social del proyecto – tramo norte.....	16
Figura 3.3 Infraestructura social del proyecto – tramo sur.....	17
Figura 3.4 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional en el área de influencia del proyecto .....	18
Figura 3.5 Pendientes viales.....	22
Figura 3.6 Vías principales .....	23
Figura 3.7 Disposición de equipos GIS en subestación Estadio.....	25
Figura 3.8 Diagrama unifilar .....	27
Figura 3.9 Subestación GIS.....	33
Figura 3.10 Detalle de banco de ductos doble circuito 6"x8" .....	35
Figura 3.11 Burro o alza bobina hidráulica para carrete.....	38
Figura 3.12 Haladora de cable y malla de calcetín.....	39
Figura 3.13 Corte longitudinal de los cables aislados de potencia .....	41
Figura 3.14 Crossbonding continuo .....	44
Figura 3.15 Detalles de banco de ductos doble circuito 6x8" .....	83
Figura 3.16 Detalles de banco de ductos circuito sencillo 3x8" .....	84
Figura 3.17 Estructura organizacional del proyecto .....	102

---

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 3.1 Vías Línea Termoflores – Oasis.....	11
Fotografía 3.2 Vías Línea Oasis - Estadio.....	12
Fotografía 3.3 Línea Estadio - Centro .....	13
Fotografía 3.4 Línea El Rio - Magdalena.....	13
Fotografía 3.5 Línea Magdalena - Unión.....	14
Fotografía 3.6 Línea Magdalena - TEBSA .....	14

### 3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Para la elaboración de la descripción del proyecto UPME STR 02 – 2019, se siguieron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA de Proyectos de Sistemas de Transmisión de Energía Eléctrica (TdR – 17), asimismo, se tuvieron en cuenta los lineamientos planteados en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales ANLA 2018. En la Tabla 3.1 se desglosan los respectivos numerales para facilitar la trazabilidad de los documentos.

Tabla 3.1 Trazabilidad descripción del proyecto

Documento	TdR - 17	Metodología general para presentación de estudios ambientales ANLA 2018
3. Descripción del proyecto	3. Descripción del proyecto	1. Descripción del proyecto
3.1. Localización	3.1. Localización	
3.2. Características del proyecto	3.2. Características del proyecto	
3.2.1. Infraestructura existente	3.2.1. Infraestructura existente	
3.2.2. Fases y actividades del proyecto	3.2.2. Fases y actividades del proyecto	
3.2.3. Características técnicas	3.2.3. Características técnicas	
3.2.3.1. Adecuación y construcción	3.2.3.1. Adecuación y construcción	
3.2.3.2. Operación	3.2.3.2. Operación	
3.2.3.3. Infraestructura asociada al proyecto	3.2.3.3. Infraestructura asociada al proyecto	
3.2.3.4. Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto	3.2.3.4. Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto	
3.2.4. Insumos del proyecto	3.2.4. Insumos del proyecto	
3.2.5. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición	3.2.5. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción y demolición	
3.2.6. Residuos peligrosos y no peligrosos	3.2.6. Residuos peligrosos y no peligrosos	
3.2.7. Costos del proyecto	3.2.7. Costos del proyecto	
3.2.8. Cronograma del proyecto	3.2.8. Cronograma del proyecto	
3.2.9. Organización del proyecto	3.2.9. Organización del proyecto	

Fuente: Integral S.A., 2020

### 3.1 LOCALIZACIÓN

El proyecto denominado UPME STR 02 – 2019, se ubica en la Región Caribe de Colombia, en el departamento del Atlántico en el Distrito Especial Portuario e Industrial de Barranquilla y en una mínima proporción, en el municipio de Soledad. En esta zona se desarrollará la construcción y operación de la nueva Subestación Estadio 110kV, se ampliarán y modernizarán ocho (8) subestaciones y se instalarán cerca de veinticuatro (24) kilómetros de línea subterránea, de los cuales en el municipio de Soledad, se instalará 1,08 kilómetros, como se puede observar en la Figura 3.1. Ver mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-LGP-10 y plano I-P-10507UPMESTR02-EIA-LOP-20.

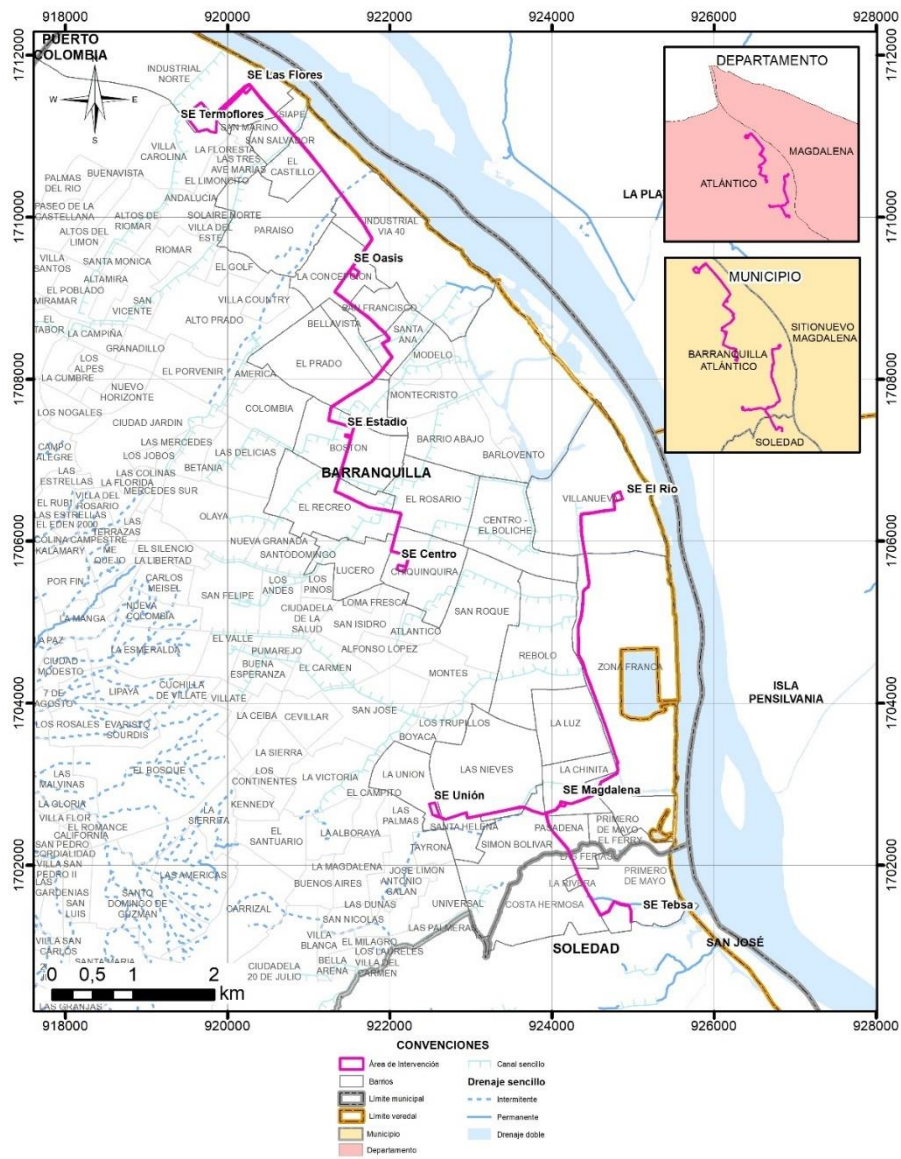


Figura 3.1 Localización general de las obras del proyecto

Fuente: Integral S.A., 2020



En la Tabla 3.2 se presentan los barrios por donde se desarrollará el proyecto UPME STR 02 – 2019.

Tabla 3.2 Barrios por donde cruza el proyecto

Municipio	Localidad	Barrios del AI
Barranquilla	RIOMAR	Barrio San Salvador
		Barrio Siape
		Zona Industrial Norte
	NORTE- CENTRO HISTÓRICO	Barrio Bellavista
		Barrio Boston
		Barrio El Boliche
		Barrio El Castillo
		Barrio El Prado
		Barrio El Recreo
		Barrio El Rosario
		Barrio La Concepción
		Barrio Paraíso
		Barrio San Francisco
		Barrio Santa Ana
		Barrio Villanueva
		Zona Industrial Vía 40
	SUROCCIDENTE	Barrio Lucero
	SURORIENTE	Barrio Chiquinquirá
		Barrio La Chinita
		Barrio La Luz
		Barrio La Unión
		Barrio Las Nieves
		Barrio Pasadena
Barrio Primero de Mayo - El Ferry		
Barrio Rebolo		
Barrio Santa Helena		
Barrio Simón Bolívar		
Zona Franca (hacer referencia en AI que esta zona franca también se localiza en Norte-centro histórico)		
Soledad	No aplica	Barrio Costa Hermosa
		Barrio La Rivera
		Barrio Las Ferias
		Barrio Primero de Mayo

Fuente: Integral S.A., 2020

## 3.2 CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 3.2.1 Infraestructura existente

Como se mencionó en el numeral anterior, el proyecto UPME STR 02 – 2019, se desarrollará en el área metropolitana de Barranquilla, por lo que a continuación, se realizará un balance del tipo, clasificación y estado de las vías existentes, además de incluir la infraestructura social presente en los barrios y la infraestructura del Sistema Interconectado Nacional. Ver mapa I-P-10507UPMESTR02-EIA-INF-10

#### 3.2.1.1 Tipo y Clasificación de Vías e infraestructura asociada

De acuerdo con el Título 3, Capítulo X, clasificación y uso de las vías, de la Ley 769 del 6 de agosto de 2002, por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones; establece que dentro del perímetro urbano las vías se clasifican en: Vías de metro o metro vía, vías troncales, vías férreas, vías autopistas, vías arterias, vías principales, vías secundarias, vías colectoras, vías ordinarias, vías locales, vías privadas, vía ciclo ruta, vía peatonal. Ver mapa: I-P-10507UPMESTR02-EIA-VAC-20

Además, se incluye en el análisis del Decreto 0949 de 2013 “Por medio del cual se clasifican las vías en el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla”, las cuales tienen una distribución en categorías como se describe a continuación:

**Categoría I:** Son las vías que comunican al Distrito de Barranquilla con otros centros urbanos, caracterizadas por la circulación de alto volumen vehicular, tráfico pesado y altas velocidades.

**Categoría II:** Grupo de vías que comunican sectores importantes de la ciudad con prelación de circulación de tránsito sobre vías de las categorías III y IV. Pueden tener continuidad dentro del área metropolitana y su función principal es la movilidad de larga distancia con altos volúmenes.

**Categoría III:** Son vías cuya función principal es la distribución vehicular entre las zonas residenciales y las vías de la categoría II y entre éstas y las zonas de actividad urbana, caracterizadas por presentar volúmenes moderados.

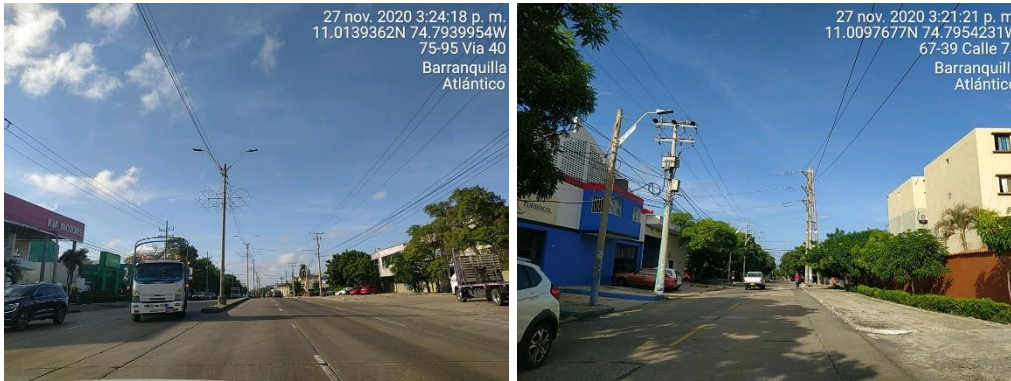
**Categoría IV:** Conjunto de vías que permiten la movilidad interna de los barrios y urbanizaciones y el acceso a cada uno de los predios. Se caracterizan por presentar bajos volúmenes vehiculares.

Con la siguiente información se realiza un análisis vial de acuerdo con el trazado de las líneas de transmisión de 110kV.

#### 3.2.1.1.1 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Termoflores – Oasis y subestaciones asociadas

La línea de transmisión Termoflores – Oasis inicia en la subestación Termoflores, cruzando las vías internas de la Planta Térmica Las Flores hasta llegar a la vía 40 (con categoría I), desde donde continua hasta el cruce con la calle 75 (vía colectora encargada de conducir el flujo vehicular desde la red local hacia la red secundaria y principal. Categoría II), allí

sigue por esta vía hasta la subestación Oasis, entre carrera 68 y carrera 70. El inventario de ruta asociado a este tramo de línea se presenta en el 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INVENTARIOS\_RUTA (Hoja Inv\_Termoflores\_Oasis).



Fotografía 3.1 Vías Línea Termoflores – Oasis

Fuente: Integral S.A., 2020

#### 3.2.1.1.2 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Oasis – Estadio y subestaciones asociadas

Esta línea de transmisión sale de la subestación Oasis por la calle 75 (vía colectora encargada de conducir el flujo vehicular desde la red local hacia la red secundaria y principal. Categoría II), hasta la carrera 65 (vía de carácter secundario que atienden volúmenes moderados de tráfico); el trazado continúa por la carrera 65 hasta la calle 68, Parque Cisneros (vía de categoría II y de carácter secundario que atiende volúmenes moderados de tráfico). se gira a la derecha y se continua por la calle 68 hasta la carrera 64 y giro y tomamos la calle 65 y vamos hasta la carrera 50 donde se gira y se va hasta la calle 60 (vía colectora, encargada de conducir el flujo vehicular desde la red local hacia la red secundaria y principal) y se gira hacia la carrera 46 - Avenida Olaya Herrera (Esta vía hace parte de los corredores viales de mayor jerarquía que actúan como soporte a la movilidad, accesibilidad y conexión del ámbito urbano con los corredores viales regionales y nacionales) (Avenida Olaya) esquina donde se ingresa a la subestación estadio

El inventario de ruta asociado a la línea de transmisión de 110kV Oasis – Estadio se el 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INV\_RUTA (Hoja Inv\_Oasis\_Estadio).



Fotografía 3.2 Vías Línea Oasis - Estadio

Fuente: Integral S.A., 2020

### 3.2.1.1.3 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Estadio – Centro y subestaciones asociadas

La línea sale de la subestación Estadio por la calle 60 hasta la carrera 41 – Progreso (vía de carácter secundario que atiende volúmenes moderados de tráfico) hasta la calle 50 (vía colectora encargada de conducir el flujo vehicular desde la red local hacia la red secundaria y principal, está clasificada como vía categoría tipo II); el trazado continua por la calle 50 hasta la carrera 35, la cual también es una vía colectora, toma la carrera 35 hasta la calle 47 (según el Plan de Ordenamiento Territorial de Barranquilla este es un corredor de importancia, que se encuentra pendiente de jerarquizar y categorizar) y gira en carrera 33 hasta puerta de entrada subestación, donde finaliza en la subestación Centro. En el anexo 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INV\_RUTA (Hoja Inv\_Estadio\_Centro), se muestra el inventario de ruta para la línea de transmisión Estadio – Centro.

La Subestación Estadio se encuentra entre la calle 60 (vía colectora secundaria encargada de conducir el flujo vehicular desde la red local hacia la red secundaria y principal) y la Avenida Olaya Herrera, está vía hace parte de los corredores viales de mayor jerarquía que actúan como soporte a la movilidad, accesibilidad y conexión del ámbito urbano con los corredores viales regionales y nacionales.





Fotografía 3.3 Línea Estadio - Centro

Fuente: Integral S.A., 2020

#### 3.2.1.1.4 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Magdalena – El Río y subestaciones asociadas

Esta línea de transmisión sale de la subestación Magdalena por la carrera 10 – La Playa hasta la Diagonal 5, el trazado continúa por la Diagonal 5 hasta la carrera 12 hasta la calle 6 – Corredor portuario (Todas las estas vías son de carácter secundario que atienden volúmenes moderados de tráfico y pertenecen a la categoría III). El inventario de ruta se puede ver en el anexo 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INVEN\_RUTA (Hoja Inv\_Magdalena\_Rio).



Fotografía 3.4 Línea El Río - Magdalena

Fuente: Integral S.A., 2020

#### 3.2.1.1.5 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Magdalena – Unión y subestaciones asociadas

El tramo de línea de transmisión sale de la subestación Magdalena por el parque Ernesto Mc Causland hasta llegar a la glorieta del parque Banderas; de allí continúa a tomar la carrera 9 (ambas vías con categoría tipo III) finalmente cruza la calle 30 – Avenida Boyacá (vía categoría tipo I, de carácter primario, que logra comunicar sectores importantes de la

ciudad) hasta la subestación Unión en la carrera 11 (vía de categoría III). En el anexo 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INV\_RUTA (Hoja Inv\_Magdalena\_Union) se puede ver el inventario de ruta para el tramo de la línea Magdalena – Unión.



Fotografía 3.5 Línea Magdalena - Unión

Fuente: Integral S.A., 2020

**3.2.1.1.6 Vías asociadas al tramo de línea de transmisión de 110 kV Magdalena – Tebsa y subestaciones asociadas**

Sobre la misma ruta de salida de la subestación Magdalena que cruza el parque Ernesto Mc Causland hasta llegar a la glorieta del parque Bandera donde se genera una bifurcación hacia la carrera 9 (Vía con categoría III y catalogada en el Plan de Ordenamiento Territorial como corredor de importancia vial pendiente de clasificar) hasta tomar la calle 17 en el Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla y calle 18 en el municipio de Soledad (vía de categoría I, vía arteria que logra comunicar sectores importantes de la ciudad, así como diferentes zonas y servicios con la periferia de la ciudad) hasta la subestación Tebsa. El inventario de ruta se especifica en el 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_1\_DP\_INV\_RUTA (Hoja Inv\_Magdalena\_Tebsa).



Fotografía 3.6 Línea Magdalena - TEBSA

Fuente: Integral S.A., 2020

### 3.2.1.2 Estado actual de las vías e infraestructura asociada

Las calzadas por donde cruza la línea de transmisión cuentan como mínimo con dos carriles de circulación, con estructura de pavimento, con un espesor de 25 cm en concreto rígido MR= 45 y una base en suelo cemento entre 15 y 20 cm, las vías, cuentan con cunetas, rampas, bordillos y andenes en concreto. Las vías se encuentran en buen estado.

### 3.2.1.3 Infraestructura Social

En el área de estudio del Proyecto UPME STR-02, se encuentra la infraestructura social asociada en la Tabla 3.3 la cual tiene como objeto contribuir a satisfacer las necesidades básicas, culturales y recreacionales de la población.

Tabla 3.3 Infraestructura social existente en el área por donde cruza el proyecto

Infraestructura	X	Y
BOULEVARD 41	4.803.698,61	2.772.429,57
CAI LA RIVERA	4.806.678,09	2.767.591,54
COLEGIO NUESTRA SEÑORA DE LAS NIEVES	4.805.890,94	2.768.496,87
IGLESIA CATÓLICA LA SAGRADA FAMILIA	4.804.052,27	2.772.228,64
CENTRO SALUD DEPARTAMENTAL	4.804.117,72	2.775.473,04
IE LA CONCEPCION	4.804.130,36	2.775.504,70
NUEVO COLEGIO LA ACADEMIA	4.803.694,53	2.774.888,61
PARQUE CISNEROS	4.804.356,29	2.774.304,60
PARQUE SANTANDER	4.804.001,52	2.773.670,11
BIBLIOTECA CORPRA	4.804.013,78	2.773.693,70
PARQUE LAS AMERICAS	4.803.641,10	2.773.449,98
PARQUE BOULEVARD	4.803.606,43	2.772.428,57
ESTATUA ALFREDO CORREA	4.803.870,36	2.773.050,99
IGLESIA PRESBITERANA TABITA	4.803.903,16	2.773.166,68
IGLESIA ADVENTISTA	4.803.612,94	2.773.306,73
CANCHA MICRO	4.803.841,45	2.772.319,69
ATENEO TECNICO COMERCIAL	4.804.262,18	2.772.186,84
UNIVERSIDAD DEL ATLANTICO	4.804.380,00	2.772.158,06
COLEGIO ATENEO TECNICO COMERCIAL	4.804.475,19	2.772.143,56
CANCHAS CHIQUINQUIRA	4.804.405,13	2.771.707,52
CEMENTERIO UNIVERSAL	4.804.442,57	2.771.818,33
PARQUE LA RIVERA	4.806.655,26	2.767.592,89
PARQUE LA UNIÓN	4.804.834,79	2.768.481,43
PARQUE COSTA HERMOSA	4.806.637,08	2.767.690,69

Fuente: Integral S.A., 2020



En la Figura 3.2 y la Figura 3.2 se puede observar la infraestructura social situada en el área de influencia del proyecto.

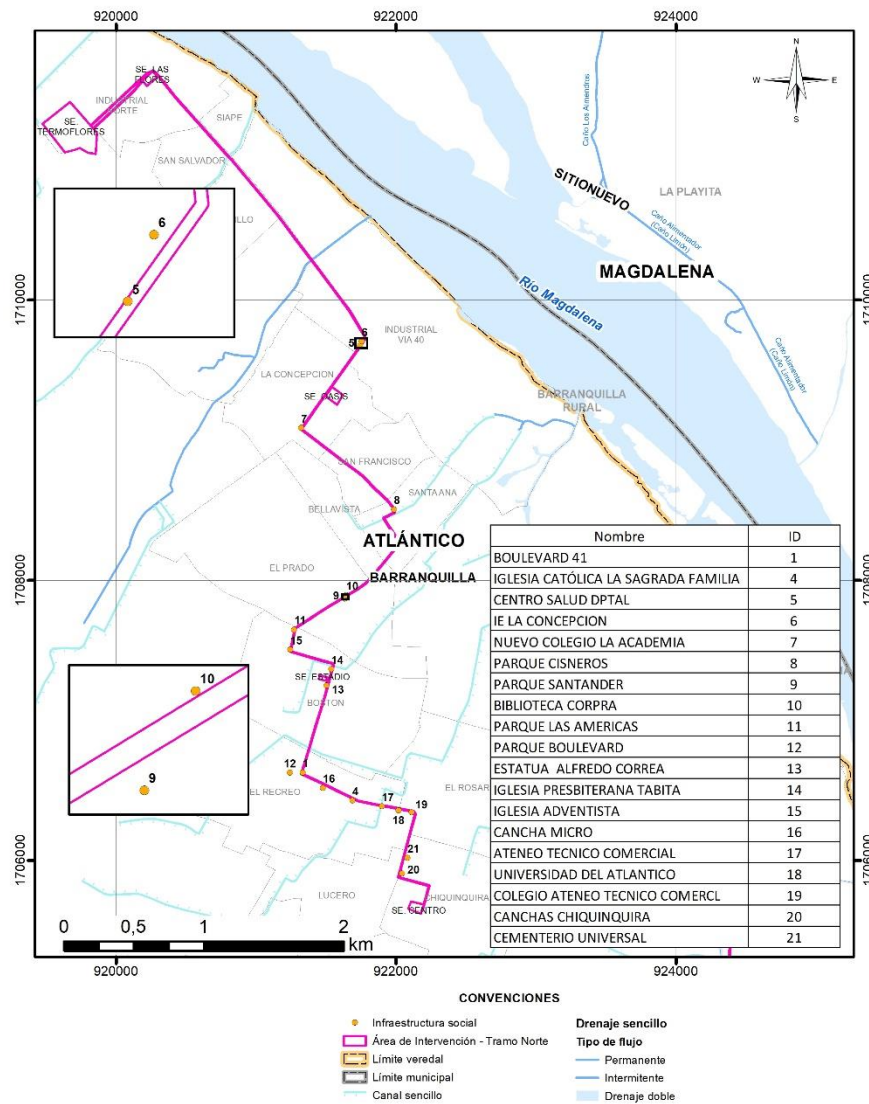


Figura 3.2 Infraestructura social del proyecto – tramo norte

Fuente: Integral S.A., 2020



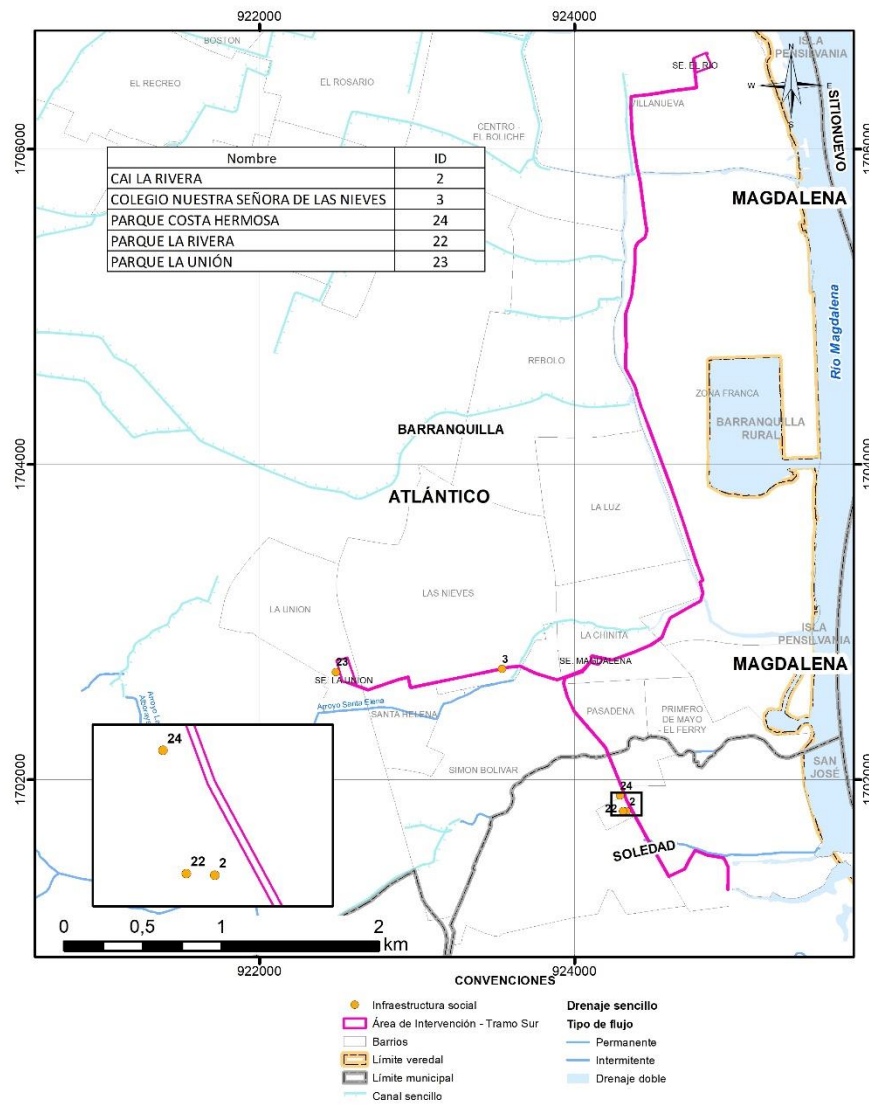


Figura 3.3 Infraestructura social del proyecto – tramo sur

Fuente: Integral S.A., 2020

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

En el área de influencia del proyecto hay presencia de múltiples proyectos de desarrollo encaminados al fortalecimiento al servicio de la red eléctrica del norte del país. Por tanto, en la Figura 3.4 se evidencia la existencia de redes de 220kV del Sistema de Transmisión Nacional, redes de 110 kV del Sistema de Transmisión Regional, y redes de 34.5 kV redes

de distribución. Además de las propuestas de conexión de la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME- y los nuevos Proyectos de expansión.

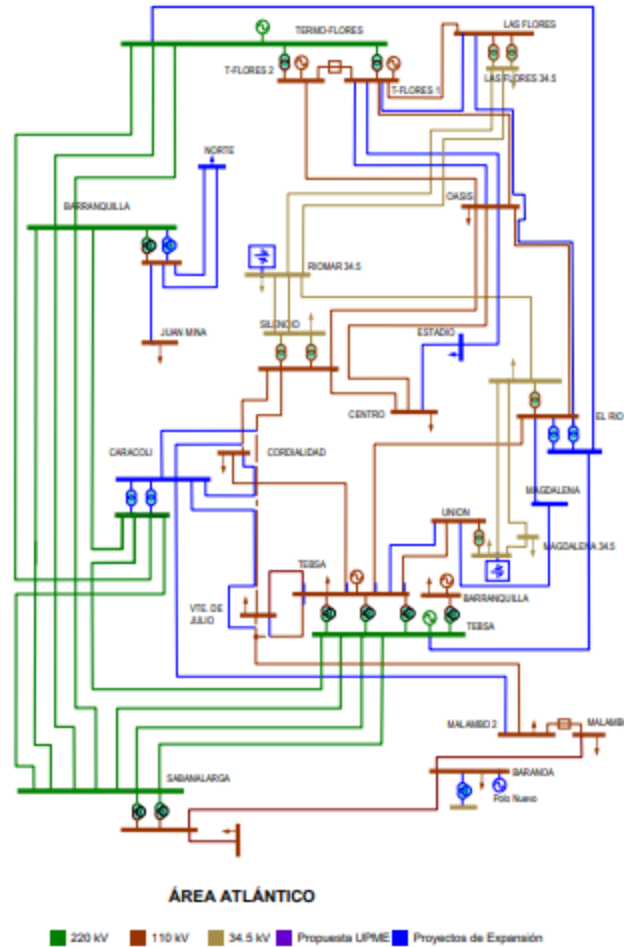


Figura 3.4 Infraestructura del Sistema Interconectado Nacional en el área de influencia del proyecto

Fuente: Energía de Colombia SA ESP., 2020

### 3.2.2 Fases y actividades del proyecto

A continuación en la Tabla 3.4 se describen las fases y las actividades que se desarrollarán durante la ejecución del proyecto.

Tabla 3.4 Fases y actividades del proyecto

<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
Previa (12 meses)	Contratación de mano de obra	Selección y vinculación de mano de obra no calificada, semicalificada y calificada.
	Levantamientos de campo	Visitas de reconocimiento; levantamientos topográficos.
	Relacionamiento con las partes interesadas	Presentaciones del proyecto, proceso de información, y participación asociados al Estudio de Impacto Ambiental
Construcción (36 meses)	Contratación de mano de obra	Selección y vinculación de mano de obra no calificada, semicalificada y calificada.
	Localización y replanteo y marcación del eje de banco de ductos	En esta actividad se contempla nivelar y replantear el terreno a partir de los puntos dados como referencia las diferentes obras de las subestaciones. Así como la verificación de la ruta final por donde se instalarán los bancos de ductos, teniendo en cuenta la infraestructura existente y la verificación de posible infraestructura no identificada previamente.
	Operación de instalaciones de apoyo temporales	Contempla el desarrollo de las actividades propias de las instalaciones que servirán de apoyo a la etapa de construcción, tales como zonas de almacenamiento temporal de materiales, maquinaria y equipos. Incluye uso de unidades sanitarias portátiles.
	Operación de maquinaria, vehículos y equipos	Operación de la maquinaria y equipo, estático o móvil.
	Remoción de vegetación o desmonte	Corte y disposición de vegetación y/o aprovechamiento forestal.
	Remoción de suelo o descapote	Remoción del suelo, manejo y disposición en los sitios de almacenamiento.
	Excavaciones superficiales	Remoción de capa asfáltica o placas de concreto por medio de equipos mecánicos para conformar el terreno (Remoción, descapote, explanación y excavación) según diseños. Esta actividad incluye las excavaciones para tubería conduit, las excavaciones en cajón y las excavaciones para la instalación de malla de puesta a tierra.
	Perforación horizontal dirigida	Excavación horizontal dirigida por debajo del nivel del terreno a una profundidad media predefinida, la cual se hace a través de una flecha o punta excavadora piloto, cuyo avance se controla y dirige a través de sistemas de ondas magnéticas entre dos sensores, uno existe en la punta y otro que lleva el operario por encima de la superficie con lo cual se garantiza que la línea de instalación permanezca en las tolerancias exigidas. En caso de encontrarse interferencias en el alineamiento, el operario debe efectuar las maniobras de desvío, garantizando que el equipo salga al apique o trinchera establecida, dejando en su camino una tubería que forma el túnel piloto inicial, el cual posteriormente es aplicado al diámetro requerido.
	Disposición de sobrantes de excavación y otros	Operación de sitios para almacenar, en forma temporal o permanente, los materiales sobrantes de las excavaciones y remoción del suelo. Esta actividad incluye las

<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
		demoliciones de muros, cimentaciones, retiro de postería y estructuras metálicas y la demolición total o parcial a ras de piso de las bases para soporte de equipos que interfieran con las obras de ampliación. Incluye la generación de residuos sólidos.
	Vaciado de concretos en brecha	Construcción banco de ductos: Contempla el proceso de tendido de ductos por donde pasan los cables de las líneas de transmisión. Construcción de obras hidráulicas y vaciado de concretos: Mezcla del cemento, agregados y aditivos para la preparación del concreto y el depósito o vaciado del mismo en el sitio definido en los diseños
	Riega y tendido de cables	Contempla el proceso de instalación de los cables de las líneas de transmisión.
		Incluye actividades de prueba, la cual contempla las actividades de pruebas de rutina, embalaje, transporte y recepción que deben satisfacer los cables de potencia aislados a ser utilizados en las líneas subterráneas de interconexión eléctrica a 110 kV.
Operación y mantenimiento (300 meses)	Operación de la subestación y línea subterránea	Mantenimiento electromecánico, preventivo, correctivo y locativo de las subestaciones, control de estabilidad de sitios de torre y postes, poda y rocería de vegetación. Mantenimiento de líneas de transmisión y cajas de conexión (cross - bonded, etc.). Incluye la generación de residuos sólidos.
	Operación de maquinaria, vehículos y equipos	Transporte de personas, materiales, maquinaria y equipos.
Cierre y abandono (12 meses)	Retiro de equipos	Retiro de equipo en subestaciones. Incluye la generación de residuos sólidos.
	Operación de maquinaria, vehículos y equipos	Transporte de personas, materiales, maquinaria y equipos.

Fuente: Integral S.A., 2020

### **3.2.3 Características técnicas**

#### **3.2.3.1 Adecuación y construcción**

##### 3.2.3.1.1 Vías de acceso

###### A. Corredores de acceso existente

Dado que el 100% del proyecto se encuentra en zona urbana del área metropolitana de Barranquilla, se utilizarán las vías internas de la ciudad para el desarrollo del proyecto. Se describen en el numeral 3.2.1.1. Tipo y Clasificación de vías e infraestructura asociada, y todas se encuentran en estado normal de funcionamiento.

Es importante mencionar que algunos de los tramos van sobre las aceras, vías urbanas y/o áreas denominadas como de espacio público. Los corredores de acceso existentes serán de uso temporal, es decir, solo para la construcción de las obras asociadas a las líneas de

transmisión y las actividades se realizarán por tramos. En la Tabla 3.5 se presenta el aforo vehicular y en la Figura 3.5 y Figura 3.6.

Tabla 3.5 Aforo vehicular

Punto	Coordenadas magna sirgas		Dirección	Tipo de carga vehicular	Día hábil	Día no hábil
	Este	Norte				
Punto_1	4.806.693,92	2.767.587,74	Calle 18 # 48A, Soledad	Pesados	257	138
				Livianos	741	717
				<b>Total</b>	<b>998</b>	<b>856</b>
Punto_2	4.805.305,40	2.768.850,07	Carrera 15 # 27 – 55, Barranquilla	Pesados	110	59
				Livianos	696	758
				<b>Total</b>	<b>806</b>	<b>818</b>
Punto_3	4.804.596,94	2.771.605,87	Calle 47 # 34 - 95, Barranquilla	Pesados	43	5
				Livianos	199	262
				<b>Total</b>	<b>242</b>	<b>266</b>
Punto_4	4.803.883,69	2.773.077,16	Calle 69 # 46 - 23, Barranquilla	Pesados	5	114
				Livianos	32	233
				<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>347</b>
Punto_5	4.804.395,81	2.774.269,29	Calle 68, esquina # 66, Barranquilla	Pesados	104	34
				Livianos	354	214
				<b>Total</b>	<b>458</b>	<b>248</b>
Punto_6	4.804.090,03	2.775.711,74	Vía 40 # 76 - 206, Barranquilla	Pesados	165	96
				Livianos	444	497
				<b>Total</b>	<b>608</b>	<b>593</b>

Fuente: Integral S.A., 2020



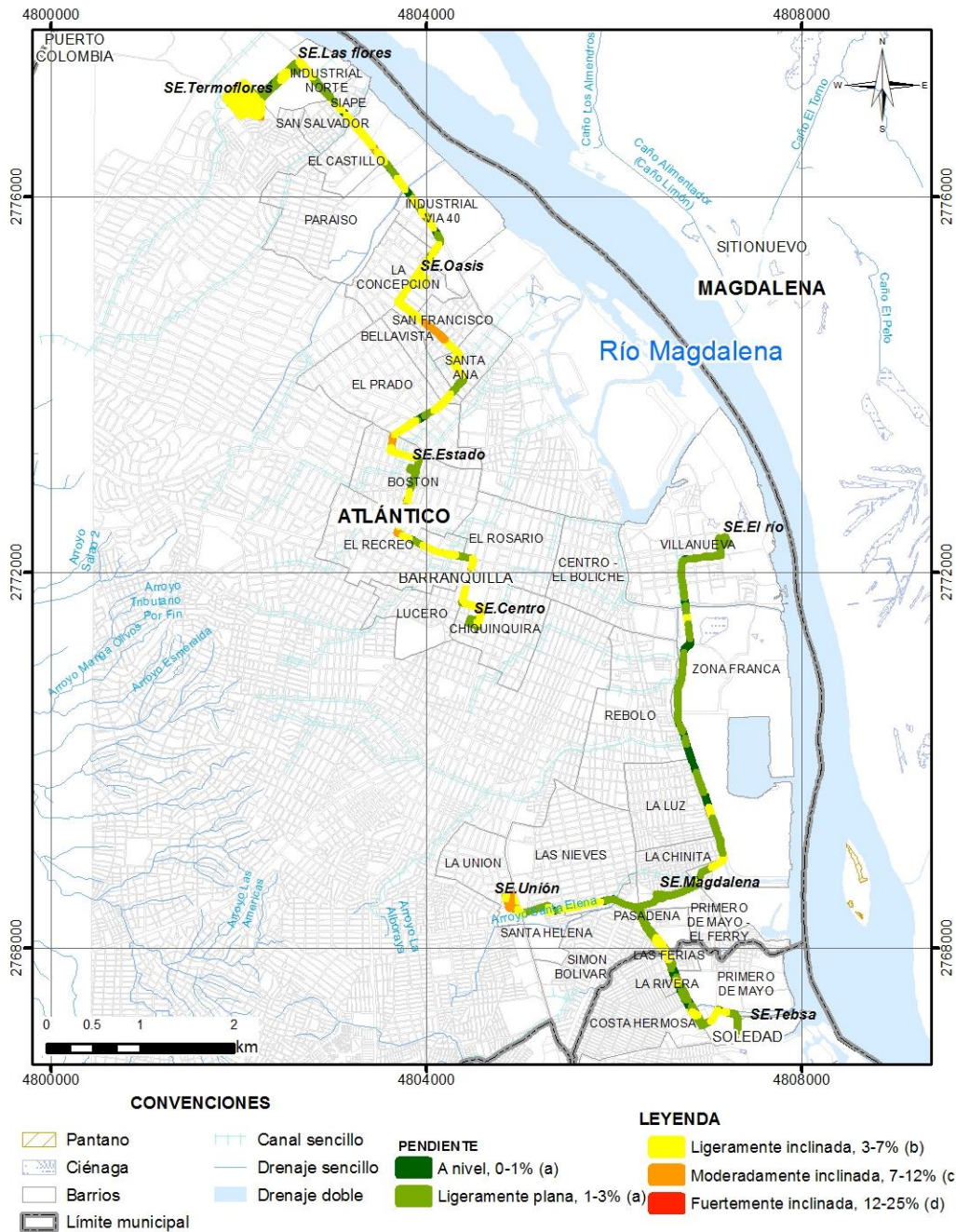


Figura 3.5 Pendientes viales

Fuente: Integral SA., 2020

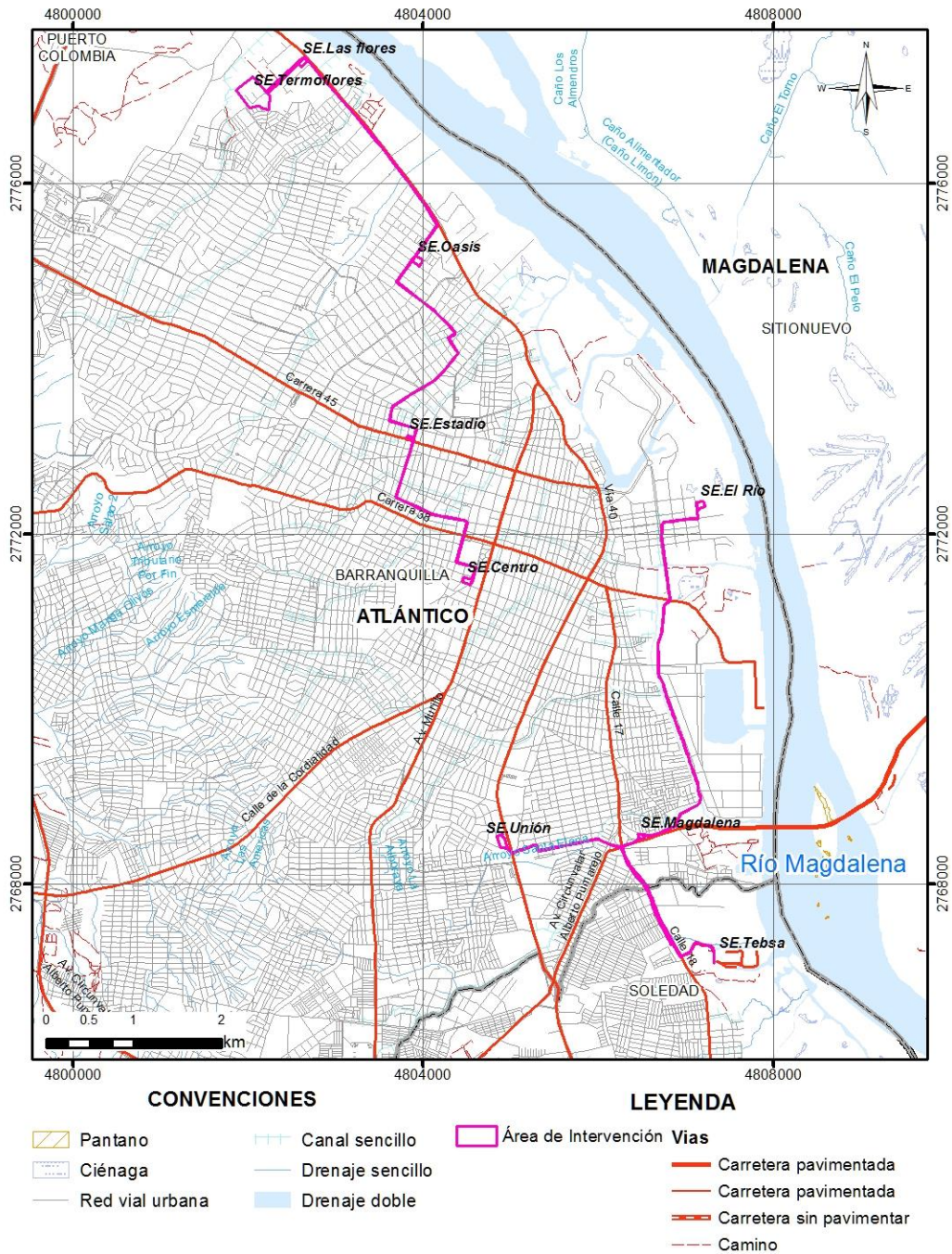


Figura 3.6 Vías principales

Fuente: Integral SA., 2020

## B. Corredores de acceso nuevos

Como se ha mencionado el Proyecto no requiere de la construcción o adecuación de nuevos accesos. Se usarán las vías existentes dentro del área metropolitana de Barranquilla, que incluye al municipio de Soledad.

### 3.2.3.1.2 Infraestructura y actividades de transmisión de energía

En este numeral se presenta las características de las líneas de transmisión y las subestaciones de energía a construir e instalar con el Proyecto UPME STR 02-2019 Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_2\_DP\_PLANOGENERAL\_1:25000

#### A. Potencia de transporte y nivel o niveles de tensión a instalar

Los niveles de tensión a instalar en los cables son:

- Tensión nominal del sistema: 110 kV
- Tensión máxima: 145 kV
- Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo, Up, BIL: 650 kV
- Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial, 1 min seco Ud: 275 kV

#### B. Tipo y número de estructuras necesarias (torres, módulos de conexión, subestaciones)

##### 1) Construcción de la Subestación Estadio, a 110 kV: (véase Figura 3.7)

- Áreas de reserva para 4 bahías y 3 transformadores.
- Construcción bahía de línea (Oasis – Estadio).
- Construcción bahía de línea (Estadio- Centro).
- Construcción de una bahía de acople y espacios de reserva - instalación de dos transformadores.



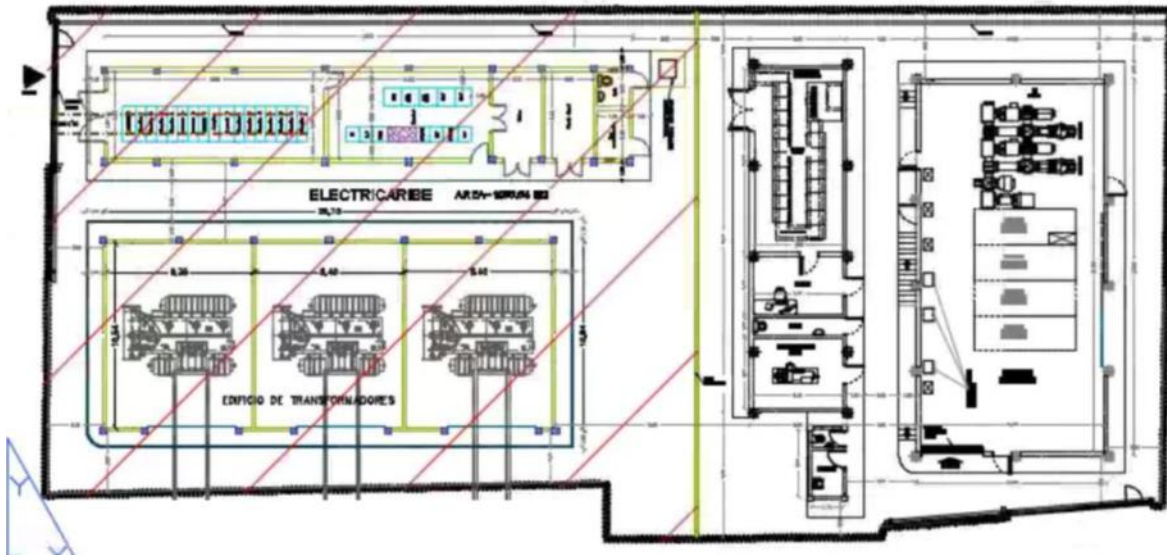


Figura 3.7 Disposición de equipos GIS en subestación Estadio

Fuente: Energía de Colombia SA ESP., 2020

2) Ampliación de subestaciones:

a) Ampliación SE Magdalena 110 kV – GIS

- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV-GIS a la S/E Unión.
- Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E El Rio.
- Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E TEBSA.
- Una (1) Bahía de acople de barras-110 kV-GIS.
- Configuración 110 kV: Barra doble más seccionador de transferencia

b) Ampliación SE La Unión 110 kV

- Una (1) Bahía de Línea 110 kV- GIS a S/E Magdalena.
- Una (1) Bahía de Línea 110 kV- GIS a S/E TEBSA- Línea Existente.
- Configuración: Barraje Sencillo

c) Ampliación SE Termoflores 110 kV – GIS – Compacta

- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV- a la S/E OASIS-1-GIS-Compacta-Tipo Exterior.
- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV- a la S/E OASIS-2-(ESTADIO)-GIS-Compacta-Tipo Exterior.

- Configuración: Barraje doble con By-pass
- d) Ampliación SE Centro 110 kV – GIS
  - Una (1) Bahía de línea a 110 kV-GIS a sub. Estadio
  - Una (1) Bahía de Acople de Barras a 110 kV-GIS
  - Configuración: Barraje doble
- e) Ampliación SE Las Flores 110 kV – GIS
  - Una (1) Bahía de Línea a 110 kV a la S/E Termoflores- GIS.
  - Una (1) Bahía de Línea a 110 kV a la S/E OASIS-RIO- GIS.
  - Una (1) Bahía de Acople de Barras a 110 kV-GIS.
  - Configuración: barra doble
- f) Ampliación SE Oasis 110 kV - GIS
  - Una (1) Bahía de Línea a 110 kV- GIS a la S/E Estadio
  - Una (1) Bahía de Acople a 110 kV- GIS
  - Configuración: Barra doble
- g) Ampliación SE El Río 110 kV – GIS
  - Una (1) Bahía de Línea 110 kV- Convencional a la S/E Magdalena.
  - Configuración: Barra sencilla
- h) SE TEBSA 110 kV
  - La subestación TEBSA 110kV, se encuentra ya construida y requerirá el aseguramiento de las conexiones con la nueva línea de transmisión y el proceso de subterranización dentro de la subestación.

En la Figura 3.8 se muestra el diagrama unifilar del proyecto.

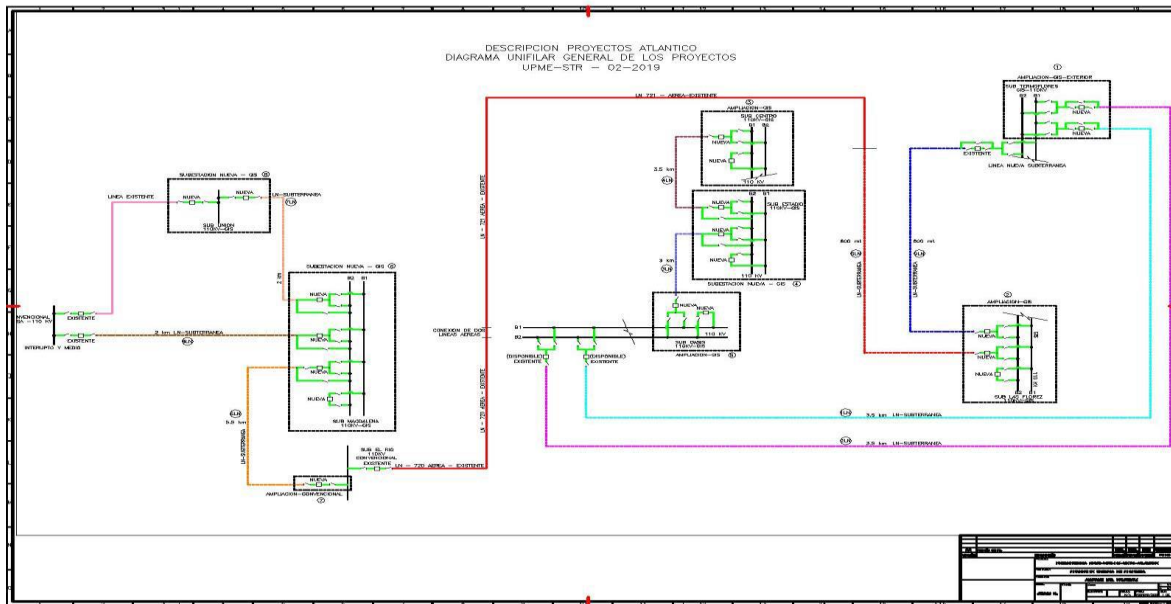


Figura 3.8 Diagrama unifilar

Fuente: Energía de Colombia SA ESP., 2020

Adicionalmente, se realizará el tendido del cableado subterráneo para las siguientes líneas:

- Línea Termoflores – Oasis-1 110 kV - Subterránea, 3,5 km.
- Línea Termoflores - Oasis-2 110 kV - Subterránea, 3,5 km.
- Línea Oasis – Estadio 110 kV – Subterránea, 3,0 km.
- Línea Estadio- Centro 110 kV – Subterránea, 3,5 km.
- Línea Las Flores – Termoflores 110 kV - Subterránea, doble circuito, 1.200 metros.
- Línea Las Flores – El Rio 110 kV - Reconfigurada en Oasis - 100 metros aéreos circuito sencillo.
- Línea Nueva Magdalena - El Rio - 110 kV - Subterránea, 5,5 km.
- Línea Nueva Magdalena - Unión - 110 kV - Subterránea, 2.0 km.
- Línea Nueva Magdalena - TEBSA 110 kV- Subterránea, 2.0 km.

### C. Descripción general de las obras de infraestructura asociadas

#### 1) Localización y replanteo y marcación del eje de banco de ductos

Se deberá localizar, nivelar y replantear en el terreno a partir de los puntos dados como referencia las diferentes obras de la subestación de acuerdo con los ejes, dimensiones y demás detalles indicados en los planos. Además, se desarrollarán trabajos topográficos

tales como la localización exacta de las cimentaciones y demás obras de acuerdo con los planos para construcción.

Durante todo el período de construcción se deberá contar en los sitios de obra con el equipo de topografía y con el personal capacitado para hacer levantamientos de precisión.

Para el replanteo del eje del banco de ductos se toman como referencia las coordenadas geodésicas resultantes del levantamiento topográfico, de tal forma que la definición de la ruta se haga de manera clara y siguiendo los pasos que se describen a continuación:

- Identificar coordenadas definidas para la ruta del banco de ductos.
- Demarcar la ruta a seguir identificando interferencias naturales, de infraestructura que puedan interferir en el desarrollo de la obra, además el estado de la ruta donde se deje la existencia de árboles, estado de andenes (terminados, estructuras metálicas, jardines, árboles y todos los elementos que representen obstáculos para los trabajos), estado de vías urbanas, cruces de vía, cruces fluviales y arroyos e infraestructura pública.
- Marcar la ruta de tal modo que queden definidos los tramos a intervenir.
- Levantamiento y verificación del inventario de bienes a intervenir con un registro fotográfico, identificación y tipo de inmueble, fecha y hora del registro, este debe ser hecho en presencia de personas en representación de la comunidad, resaltar cosas que puedan identificarse como existentes al momento de la toma de la foto o registro, al igual que su estado.
- Antes del inicio de los trabajos se deberán hacer apiques que permitan conocer e identificar posibles interferencias que el georadar no haya detectado o que por actualización de redes de servicios (agua, alcantarillado, redes eléctricas, comunicaciones, etc.) no se hayan informado ni detectado previamente.
- Cruzamientos y paralelismos: todos los cruzamientos con infraestructuras y servicios se harán respetando las directrices de los diferentes organismos afectados, y en todo caso, cumplirán las distancias mínimas exigidas por las Normas Colombianas y el POT del Distrito de Barranquilla.
- Los cruces se harán perpendiculares al eje vial. Los mínimos anchos para las vías de circulación vehicular serán de 3.000 mm para sentido único y 6.000 mm para doble.
- Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.
- La excavación desde 3 m antes y después de los puntos de cruzamiento con otros servicios se realizará a mano.

## 2) Demoliciones

El alcance de esta actividad consiste en la demolición de muros, cimentaciones, retiro de postería, estructuras metálicas y la demolición total o parcial a ras de piso de las bases para

soporte de equipos que interfieran con las obras de ampliación y las nuevas bases a construir o las vías existentes.

### 3) Remoción de vegetación o desmonte

Se entiende por remoción de vegetación o desmonte el corte y disposición de vegetación y/o aprovechamiento forestal.

### 4) Remoción de suelo o descapote

Se entiende por descapote la remoción de la capa superficial del terreno natural en un espesor suficiente para eliminar la materia orgánica y demás materiales depositados en el suelo.

En el descapote efectuado sobre bancos de préstamos se deberá remover la capa superficial cuyo material no sea aprovechable para la construcción; se removerá la capa superficial que no sirva para la cimentación.

### 5) Operación de instalaciones de apoyo temporales

Teniendo en cuenta el tipo de proyecto y su ubicación en el Distrito Especial, Turístico y Portuario de Barranquilla, se aprovechará la oferta de servicios que existen en el área, para establecer los sitios de acopio de materiales de construcción, áreas para oficinas y coordinación del proyecto.

### 6) Excavaciones

Este trabajo comprende las excavaciones para estructuras de concreto, canaletas, ductos, redes de drenaje, instalaciones de malla a tierra y zanjas similares que se puedan ejecutar con los equipos convencionales para este tipo de obra como retroexcavadora, pala equipada con cucharón de almeja o con procedimientos manuales.

Las excavaciones deberán ejecutarse de acuerdo con las cotas y pendientes que se muestren en los planos.

Se deberá ejecutar todas las obras provisionales tales como zanjas, canales, instalaciones de bombeo etc., para mantener permanentemente drenadas todas las excavaciones.

En las excavaciones para obras de concreto el nivel freático se deberá mantener por debajo del fondo de la excavación hasta un día después de colocado el concreto o hasta la remoción de las formaleas o hasta el comienzo de los rellenos.

#### a) Tipos de excavación

#### i) Excavaciones para tubería Conduit

Las excavaciones para instalación de tubería Conduit deberán conformarse de tal manera que el fondo de las zanjas se adapte a los alineamientos y pendientes de las mismas. La zanja excavada deberá tener caras verticales cada una de las cuales quedará como mínimo a treinta (30) centímetros del lado exterior de la tubería.

Cuando se coloque la tubería libremente sobre el terreno natural en el fondo de la zanja esta se deberá excavar y compactar, y el lecho de colocación de la tubería deberá

conformarse a mano para darle la forma natural de la base del tubo en toda su longitud de tal manera que aproximadamente el cuarto inferior de la sección circular quede firmemente apoyado. Se excavarán cajas para las campanas de los tubos.

Si se encontrasen rocas o piedras, éstas deberán ser removidas completamente, lo mismo que cualquier suelo que contenga materia orgánica. La zanja así excavada deberá llenarse de nuevo con el material que proporcione una base adecuada.

ii) Excavaciones en cajón

Este trabajo se refiere a las excavaciones en cajón para estructuras, fundaciones, canaletas, cajas de tiro, cajas de empalme, cajas de inspección, cajas de conexión, pozos de inspección, zanjas y cunetas de drenaje.

Se debe preparar el terreno para las fundaciones de tal manera que se obtenga una cimentación firme y adecuada para todas las partes de la estructura. El fondo de las excavaciones que va a recibir concreto deberá terminarse cuidadosamente a mano hasta darle las dimensiones exactas indicadas en los planos. En general, cuando no sea necesaria la utilización de formaletas para la fundición del concreto o de la estructura, la excavación tendrá caras verticales conforme a las dimensiones de estas. Cuando la utilización de dichas formaletas sea necesaria, la excavación se podrá extender hasta cuarenta (40) centímetros fuera de las caras verticales del concreto. Las superficies así preparadas deberán humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas hasta dejarlas compactadas de tal manera que constituyan una fundación firme para la estructura.

Si en cualquier parte el terreno de fundación es alterado o aflojado durante las excavaciones o por cualquier otro motivo, se deberá remover y/o reemplazar con material seleccionado.

iii) Excavaciones para la instalación de la malla de puesta a tierra

Se realizarán las zanjas para la instalación de la malla de puesta a tierra de acuerdo con los planos. Cuando la trayectoria de la malla a tierra coincida con filtros, tubería, canaletas o cimentaciones, se hará los desplazamientos en obra.

iv) Apertura de Zanjas

Para la apertura de zanjas para las líneas subterráneas, antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el terreno las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su ancho como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno. Como ya se conocen las acometidas de otros servicios, se indicarán sus ubicaciones según los estudios de Georradar con el fin de tomar las precauciones debidas. La apertura de zanja se realizará en las dimensiones indicadas en los planos según el tipo de canalización. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso por previsión de desmontes (terreno de relleno o de poca consistencia) o que la legislación vigente de prevención de riesgos laborales lo exija. La excavación la realizará una empresa especializada.

Al marcar el trazado de la canalización sobre el terreno se tendrá en cuenta el radio mínimo de curvatura de los tubos según las recomendaciones del fabricante.



Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Todos los servicios descubiertos deberán quedar perfectamente identificados y soportados para evitar todos los daños posibles. Si durante los trabajos se ocasionan averías en canalizaciones ajenas, se repararán de forma provisional y con carácter urgente, para luego, y siguiendo las instrucciones de la compañía propietaria, proceder a la reparación definitiva.

En puntos intermedios se dispondrán registros provisionales en los que los tubos serán accesibles, en previsión de posibles atascos durante el tendido de los cables (aprox. 3 m de largo por la anchura de la zanja. Hasta que se finalice el tendido estos registros deben quedar abiertos y convenientemente tapados mediante planchas de hierro para evitar cualquier tipo de accidente.

b) Tecnología por usar en la excavación

i) Excavación mecánica

Se ejecutará con un equipo caterpillar 30SE o similar, que se usará no solo como equipo de excavación sino como equipo de demolición de pavimento por ser un equipo pequeño y versátil para la ejecución de este trabajo.

El trabajo se hará en tramos de 12 m lineales, iniciando con la demolición de las zonas donde sea necesario, bien sea en andén o vía vehicular siguiendo la ruta previamente demarcadas en el replanteo conforme a levantamiento topográfico; el área necesaria para la ejecución de los trabajos será de 3 metros medidos desde el eje del banco de ductos en el área del andén (o zona verde) y 5 metros en la zona vehicular de tal modo que nos permita tener acceso para la reposición de las áreas intervenidas (volqueta, camiones, grúas, equipo amarillo), además de permitir el retiro de materiales resultantes de la excavación y restos de demoliciones, ingreso de materiales (concretos, tubería, materiales de rellenos, bobinas de cable, etc.); adecuación de zonas peatonales, adecuación de acopios temporales.

Es de anotar que de acuerdo con el proceso de la excavación, la profundidad de esta es de 1,40 metros, sin embargo, se presentarán casos donde variará dependiendo de las interferencias con otros servicios y conforme a los diseños de la ingeniería de detalle.

Se harán tablestacados donde las condiciones del sitio lo requieran, esto con el fin de proteger la integridad del personal que ejecutará los trabajos, una vez lograda la profundidad de la excavación se procede a hacer un solado de limpieza con un espesor de 5 cm, esto para garantizar la rasante de la excavación para la instalación de la tubería.

ii) Excavación manual

Esta se ejecutará usando herramienta manual tales como picos, palas, carretas siguiendo el proceso descrito en excavación mecánica.

### iii) Perforación horizontal dirigida

Es una técnica constructiva que facilita los trabajos de instalación subterránea de la tubería especialmente en cruce de vías de alto tráfico e infraestructura y flujos de agua natural permanente, el proceso constructivo es mediante una perforación usando brocas para aflojar el terreno al tiempo que este es mezclado con una solución estabilizadora generalmente a base de lodos bentónicos que es inyectada a través de la sarta de perforación. Una vez la cabeza de la perforación haya salido a la superficie en el punto de salida con el diámetro de diseño se procede a instalar el tubo por tracción, la ventaja de este método es el bajo impacto ambiental y que permite que los cruces de infraestructura o de vías de alto tráfico el impacto sea menor.

Es de anotar que para el Proyecto, se consideran los tres tipos de excavación, ya que se pasará por zonas donde se encontrarán interferencias de varios tipos, tales como, servicios públicos (agua, energía, gas, comunicaciones), infraestructura pública, cruces de vía o flujos de agua. Entonces se escogerá el método más adecuado de tal modo que permita minimizar el impacto y mitigar los niveles de riesgo en la ejecución de los trabajos, la selección del método de excavación se tomará al momento de la construcción y será producto tanto de los estudios de georadar, el replanteo y las recomendaciones provenientes de la ingeniería de detalle.

#### D. Explanación para la construcción y ampliación de las subestaciones

El trabajo de explanación consiste en el conjunto de las operaciones de excavar, remover, cargar, transportar y desechar o transportar hasta las zonas de utilización, todos los materiales de los cortes indicados en los planos y secciones transversales del proyecto de adecuación del terreno.

El trabajo comprende, además, la excavación, y remoción de toda roca o piedras existentes que sobresalgan del nivel de adecuación y, a la terminación parcial y/o total de los trabajos de excavación, la limpieza y conformación de las zonas laterales y las de préstamo y desecho.

El trabajo incluye el conjunto de las operaciones tales como: excavar, remover, cargar y transportar hasta los sitios de utilización, los materiales de préstamo requeridos para la construcción de los terraplenes del proyecto.

Todo corte en roca se deberá excavar quince 15 cm debajo de las cotas de adecuación, las áreas excavadas se deben rellenar con material seleccionado para los terraplenes, y para la vía de acceso con material de subbase.

#### E. Operación de maquinaria, vehículos y equipos

Consiste en el traslado de los materiales necesarios para la construcción de las obras, este se hará a través de las vías de acceso existentes. El transporte se realizará utilizando los medios posibles considerados en la planeación del Proyecto, es decir, vehículos destinados para tal fin. Cada sitio de obra se adecuará preliminarmente una zona de acopio temporal para la maquinaria y equipos que se utilizarán en la misma.



#### F. Instalación de la malla a tierra

Esta actividad comprende el diseño y construcción de la malla a tierra necesaria en la ampliación de la subestación.

Se deberá cumplir con las especificaciones de diseño, suministro y tendido del conductor, soldaduras, varillas de puesta a tierra y todo suministro inherente a esta actividad.

Dentro del alcance de los trabajos debe contemplar la excavación, rellenos, suministro y tendido del conductor, soldaduras, varillas copperweld, conectores, amarres y demás actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

#### G. Montaje celdas GIS

En la Figura 3.9 se puede observar cómo queda una subestación GIS y se presenta las actividades necesarias para su montaje:



Figura 3.9 Subestación GIS

Fuente: Energía de Colombia STR SAS, 2020

1. Montaje, pruebas individuales, pruebas funcionales, pruebas de puesta en servicio y operación comercial, de todas las celdas encapsuladas- GIS 110 kV según el alcance del presente suministro y según lo requerido en las presentes especificaciones.
2. Montaje, conexión, pruebas individuales de equipos, pruebas de puesta en servicio y operación comercial de los equipos que conforman el Sistema de Control Automático para 110 kV, según el alcance del presente suministro y según lo requerido en las presentes especificaciones.

3. Montaje, conexión, pruebas individuales de equipos, pruebas de puesta en servicio y operación comercial de los equipos que conforman el Sistema de Control Automático para el sistema de Servicios Auxiliares de corriente alterna y continua, según lo requerido.
4. Montaje, conexión, pruebas individuales de equipos, pruebas de puesta en servicio y operación comercial de los equipos que conforman el Sistema de Protecciones para 110 kV, según el alcance del presente suministro y según lo requerido en las presentes especificaciones.
5. Montaje, pruebas individuales de equipos, pruebas funcionales, pruebas de puesta en servicio y operación comercial de todos los equipos que conforman los Servicios Auxiliares de Corriente Alterna y Corriente Continua, según el alcance del presente suministro y según lo requerido en las presentes especificaciones.
6. Montaje, conexión, pruebas y puesta en servicio de todos los cables de fuerza, control, protecciones, medidas y comunicaciones para toda la subestación, según lista de cables suministrada por el diseñador a Energía de Colombia.
7. Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los conductores desnudos AAAC, para realizar las interconexiones de Alta y baja para los Bancos de transformadores 220/110 kV.
8. Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los materiales para el apantallamiento de la subestación patios exteriores y de los edificios que conforman la subestación.
9. Suministro, instalación, pruebas y puesta en servicio de los conectores en aleación de aluminio para realizar las conexiones exteriores en el patio.
10. Montaje, conexión y pruebas de los descargadores de sobretensiones a 110 kV, tal como se indica en las presentes especificaciones y en la lista de equipos y materiales adjunta.
11. Montaje, conexión y pruebas de los tableros de contadores para 110 kV, tal como se indica en las presentes especificaciones y en la lista de equipos y materiales adjunta.
12. Conexiones de todos los tableros y equipos a la malla de puesta a tierra.
13. Pruebas funcionales y finales de puesta en servicio para todos los sistemas a 110 kV, que conforman la subestación.

Suministro de planos según lo construido de toda la subestación, según la lista de planos del proyecto.

#### H. Banco de ductos

##### 1) Canaletas para cables eléctricos

Este trabajo se refiere a la construcción de canaletas para instalación de cables de fuerza y control de acuerdo con los detalles mostrados en los planos aprobados.

El concreto para canaletas y tapas debe cumplir con lo estipulado en la sección "Concreto" de estas especificaciones. La losa de base, los muros laterales y las tapas de las canaletas serán en concreto reforzado Clase B y de acuerdo con los detalles indicados en los planos aprobados.

El acero de refuerzo para canaletas se suministrará e instalará de acuerdo con lo estipulado en la Sección "Acero de Refuerzo".

Las canaletas tendrán desagüe al sitio más cercano de evacuación, en tubería de PVC tipo sanitario con los detalles mostrados en los planos aprobados.

Además se debe suministrar y montar todos los sistemas de bandejas, suspensores de cables, escaleras y demás elementos para la instalación de los cables

2) Ductos para cables eléctricos

En los sitios indicados en los planos, se construirán bancos de ductos para cables eléctricos. El concreto será Clase B y los ductos y accesorios será de PVC, especiales para ductos eléctricos.

En el extremo de los ductos y en el sitio de unión del banco de ductos con las cajas de tiro, cuando dicho banco sea normal a la caja, se deberán colocar campanas terminales de caja, fabricadas para este propósito.

En caso de que el banco de ductos no sea normal a la caja y sea imposible emplear las campanas mencionadas, se deberán redondear el borde interno en los extremos de los ductos, a fin de evitar daño en los cables durante su instalación.

Una vez concluida la excavación se procede a la instalación de los separadores o soportes de la tubería con el fin de conservar la distancia establecida en la ingeniería de detalle y posteriormente sobre los soportes se montan los tramos de tubería y se fija conforme a las recomendaciones del fabricante (véase Figura 3.10).

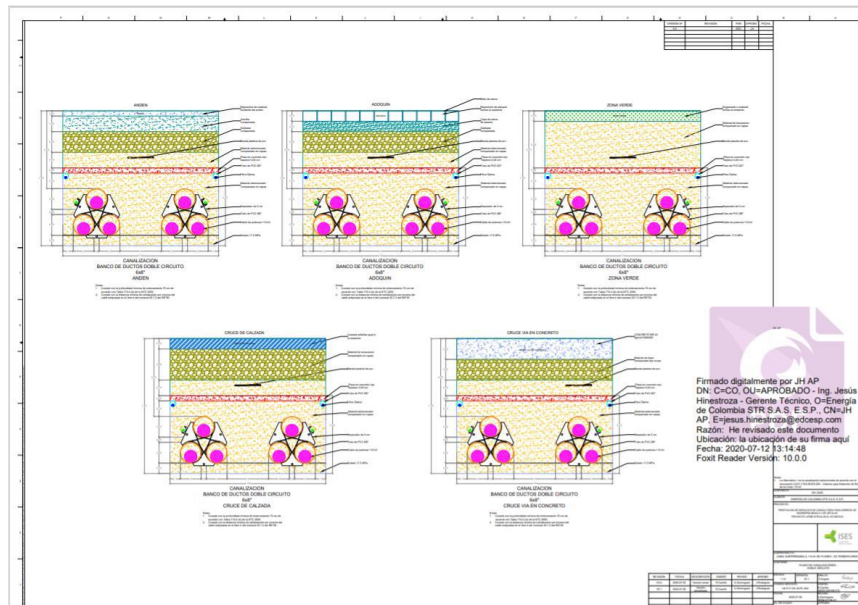


Figura 3.10 Detalle de banco de ductos doble circuito 6"x8"

Fuente: Energía de Colombia S.T.R.E.S.P.S.A.S, 2020

#### I. Cajas de empalme y de tiro

Se diseñarán y construirán las cajas de empalme y de tiro con tapas de concreto reforzado, paredes de concreto reforzado o de ladrillo, en los sitios y de la forma, materiales y dimensiones indicados en los planos (véase el 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_3\_DP\_LN-ETC-OC-IB-PL-001 Plano de las Cajas de Empalme V0.1 FIR).

Las cajas de tiro deberán tener desagüe en tubería de PVC tipo sanitario de los diámetros indicados en los planos, al sitio más cercano de evacuación, de acuerdo con los detalles mostrados en los planos. Igualmente, se suministrará y colocarán los tubos metálicos, los ángulos y platinas, las cuales irán soldadas al refuerzo de la tapa y los ángulos se fijarán a las cajas por medio de anclajes; todos estos trabajos se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en los planos (Véase el 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_4\_DP\_LN-ETC-OC-IB-PL-002 Plano de las Cajas de tiro V0.1 FIR).

Se acordonará la zona teniendo en cuenta los riegos que implica la excavación y de ser necesario se hará cerramiento completo del área en poli sombra, de tal modo que se garantice que quede aislada al acceso de personas ajenas al trabajo y siguiendo las norma de construcción nacionales y las que rigen para el área metropolitana de Barranquilla y su ejecución se hará de manera simultánea con la construcción del banco de ductos de tal modo que al inicio de la etapa de cableado estas estén totalmente liberadas.

#### J. Instalación de la tubería CONDUIT para cables aislados de alta tensión

Los tubos serán de PVC – TUBERÍA DE DOBLE PARED-TDP- CORRUGADA suministrados en tramos rectos de longitud no inferior a 6 metros.

Los empalmes de los distintos tramos de tubos se realizarán mediante accesorios tipo campana, que garanticen su estanqueidad, para evitar la entrada de concreto en su interior.

Una vez concluida la excavación se procede a la instalación de los separadores o soportes de la tubería con el fin de conservar la distancia establecida en la ingeniería de detalle y posteriormente sobre los soportes se montan los tramos de tubería y se fija conforme a las recomendaciones del fabricante.

Los tubos serán protegidos de la entrada de suciedad y materiales durante su colocación, para evitar el dañado de los cables en su tendido.

Se dispondrá en su interior una guía de poliestireno de paso, de longitud igual al total de la canalización, sin nudos intermedios, de diámetro máximo 12 mm y carga de rotura mínima de 3.500 kg.

Al ser el tubo corrugado por el exterior no existe deslizamiento del tubo, ya que el terreno penetra entre los anillos de este, evitándolo.

La separación mínima de los tubos de los cables de potencia pertenecientes a un mismo circuito será de 50 mm.

Estos radios mínimos deben respetarse a lo largo de toda la canalización, tanto en el plano horizontal en los cambios de dirección, como en el vertical por inclinación del terreno o por

cualquier cambio de profundidad como consecuencia, por ejemplo, de los cruzamientos que puedan interferir en el trazado de la zanja.

Se tendrá especial cuidado en evitar el “serpenteo” de los tubos, tanto en el plano horizontal como en el vertical, ya que este serpenteo puede dificultar enormemente e incluso imposibilitar el tendido.

Es imprescindible tomar las medidas necesarias para que los tubos queden separados entre ellos, tal como se indica en los planos, de modo que el terreno o el concreto penetren entre los tubos y se impida así que durante el proceso de tendido el cable de tiro pueda rasgar los tubos y dañar los cables anexos. Los tubos pueden mantenerse separados mediante separadores comerciales, o bien mediante tacos de madera convenientemente fijados.

No se deben utilizar varillas de acero hincadas en el tendido, para ubicar los tubos antes del vertido de terreno o el concreto, especialmente en las curvas, ya que durante el tendido la varilla de acero puede erosionar el tubo y llegar a perforarlo.

Los tubos se deberán proteger de la entrada de suciedad y materiales durante su colocación, dado que se podría dañar el cable en su tendido mediante el tapado y protección de las bocas mediante tapones.

Todos los tubos, una vez instalado el cable, serán sellados con un material apropiado para evitar el acceso de roedores (espuma de poliuretano u otro material).

Las tuberías estarán fijadas sobre soportes en fibras sintéticas que soportan la tubería, la cual irá dispuesta en forma de triángulo (tres bolillos).

#### 1) Procedimiento tendido de cables de alta tensión

Para el proceso de halado de cables deben estar completamente terminados los bancos de ductos, perforaciones horizontales dirigidas, pasos de fuentes de aguas (arroyos, caños); deberán estar completamente terminadas las cajas de halado y empalme con todos los elementos de concreto para fijación del cable tal como lo muestran los planos de diseño de las cajas de empalme.

#### 2) Disposición de carretes y materiales

#### 3) Halado del cable a lo largo del recorrido

Al inicio de las actividades de halado del cable es necesario acordonar las zonas de trabajo (arranque de cable, cámaras de halado y/o empalme y final de la ruta) usando colombinas y cintas de señalización de tal modo que se evite el acceso al personal ajeno al trabajo, peatones o en su defecto el tráfico vehicular. Puesto que este es un trabajo bastante dinámico en la medida que se va avanzando en el proceso de halado se irán cerrando las cámaras por las cuales los cables ya pasaron para evitar accidentes, la disposición de los carretes de cable se hará usando burros (El Burro es una estructura metálica compuesta de dos piezas y sistema horizontal sobre el que se coloca el carrito de cable de tal modo que este gire sobre el eje en el momento del halado del cable (véase Figura 3.12) y



levantados por medio de camión grúa y dispuestos sobre burros de tal modo que el cable gire libremente sobre el eje del burro (Difecec o similar).



Figura 3.11 Burro o alza bobina hidráulica para carrete

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

La tubería por donde entra el cable debe ser soplada usando un compresor de tal modo que elimine residuos y se pueda proceder a la instalación de un cable guía que permita enlazar el aparejo de halado en los extremos de la canalización (pescante).

Una vez se tiene montado el carrete sobre el sistema de burro y se ha limpiado la tubería, se procede a colocar la malla calcetín que atenazará la punta del cable y se procede a la fijación del equipo de halado en la cámara de halado contigua y de manera sucesiva se repite el proceso trasladando el equipo a la siguiente cámara (véase Figura 3.12).



Figura 3.12 Haladora de cable y malla de calcetín

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

Una vez fijado el cable al aparejo en la caja de halado contigua al arranque del halado se inicia el halado. Es importante resaltar que la fuerza a aplicar será la recomendada por el fabricante y en ningún caso se excederá esta; una vez pase por la primera caja de halado se repite el proceso en la segunda caja de halado y así sucesivamente hasta cuando el carrete haya terminado.

El área necesaria para el halado de cable es de 2 m de largo por 4 m de ancho que es la zona donde se colocará el equipo de halado y 6 m por 4 m en el otro extremo donde se colocará la bobina de cable.

#### 4) Empalme de cables en las cámaras de empalme

Los empalmes se harán una vez concluida la riega y tendido de todo el tramo de cable; este será debidamente certificado por el fabricante y en los sitios donde se indique y en particular en las cajas de empalme se procede a hacer la instalación de las puestas a tierra (Cross-bonding) del cable, tal como se muestra en la ingeniería de detalle del proyecto.

#### 5) Fijación de cables a la estructura de las cajas

Una vez terminados todos los empalmes se procede a la figuración y fijado completo del cable a las cámaras de paso mediante abrazadera, y a dejarlos marcados tal como se indique en la ingeniería de detalle y al cierre de las tapas de las cámaras.

#### 6) Protección de los cables al final de la ruta (subestaciones)

Al finalizar la instalación del cable estos deben ser protegidos mediante capuchones y cintas, con el fin de protegerlos de la humedad antes de la conexión a las celdas de entrada a la subestación de origen y destino.

## 7) Características de los cables de alta potencia

Los cables aislados de potencia deberán poder operar en servicio bajo las siguientes características ambientales y eléctricas del sistema, asimismo, cumpliendo las restricciones de temperatura en estado estacionario y en estado de falla, véase la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Condiciones de operación de los cables de las LT

Descripción	Valor
Temperatura máxima promedio anual (°C)	32,6
Temperatura media anual (°C)	27,6
Temperatura mínima promedio anual (°C)	24,3
Temperatura del terreno (°C)	27,7
Humedad relativa media, máxima promedio mensual (%)	85
Humedad relativa media mensual (%)	81
Nivel de contaminación ambiental	"e"
Aceleración pico efectiva del terreno, m/s	0,10
Tensión nominal (kV)	110
Tensión máxima (kV)	145
Corriente a transportar por la línea (A) <sup>2</sup>	1.000
Corriente de cortocircuito (kA) <sup>3</sup>	50
Máxima duración de cortocircuito (s)	1
Máxima temperatura de operación a corriente nominal de larga duración (°C)	90
Máxima temperatura de operación ante corriente de cortocircuito (°C)	250

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

Los cables de potencia serán monopolares, con aislamiento adecuado para 145 kV, se utilizarán para la interconexión subterránea de todas las subestaciones

Los cables de potencia serán diseñados y construidos para operar bajo las condiciones de servicio y de instalación. Igualmente, los cables de potencia deberán estar preparados para estar en contacto directo con agua y garantizar su estanqueidad.

En la Figura 3.13 se muestran las capas constructivas que conformarán a los cables aislados de potencia.



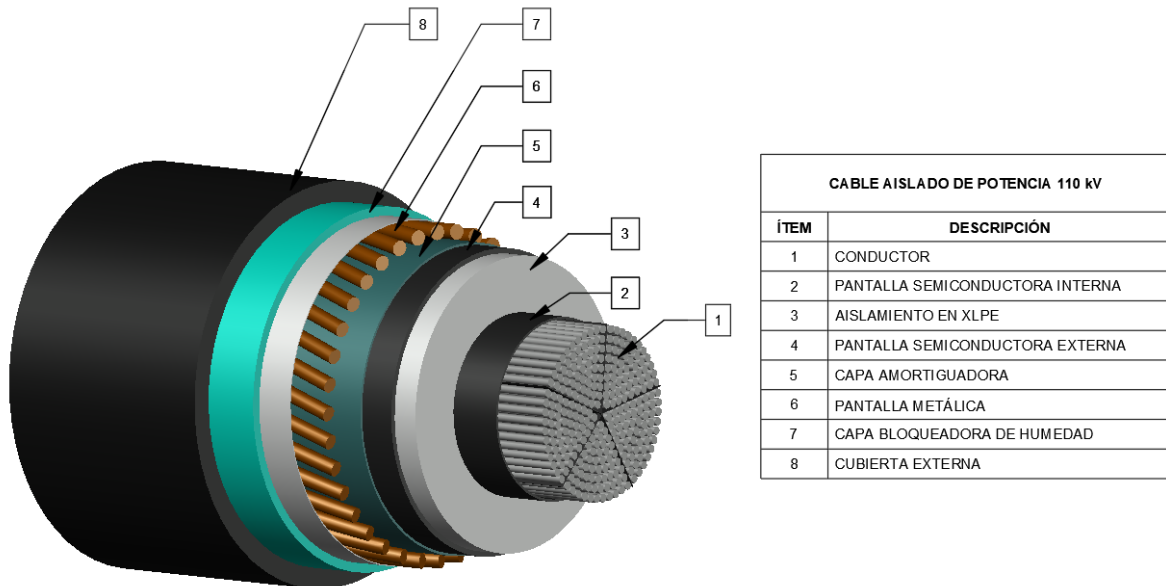


Figura 3.13 Corte longitudinal de los cables aislados de potencia

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

El conductor y la pantalla externa, será lo más uniforme posible y los esfuerzos eléctricos serán minimizados. Por lo anterior, se rodeará con capas semiconductoras tanto el conductor como el aislamiento, con el fin de conseguir que las capas sean lo más concéntricas posible, con unas paredes completamente lisas.

Los cables de potencia deberán tener un conductor compuesto de hilos de Aluminio trenzados, de sección circular y tener una capacidad de corriente establecida. Su aislamiento deberá ser en polietileno reticulado – XLPE (Crosslinked Polyethylene), con capas aislantes y semiconductoras, internas y externas, aplicadas en simultáneo por proceso de triple extrusión y vulcanización en seco continua.

El conductor deberá ser recubierto por una capa blindada metálica que evite la penetración radial de humedad y protegido por una capa externa de material polimérico. El proceso de fabricación será tal, que se obtenga la mayor y más uniforme adherencia entre la capa semiconductora y la capa de aislamiento y se minimicen las protuberancias a lo largo del conductor, con un grado mínimo de humedad y de contaminantes que pudieran producir deterioro eléctrico.

Todas las partes que componen a los cables aislados de potencia deberán mantener su integridad y desempeño y no deben sufrir deterioro ante los aumentos de temperatura producidos por las corrientes de cortocircuito.

a) Conductor

El núcleo del conductor será fabricado a partir de hilos de Aluminio de alta conductividad, calidad 1350 clase B según ASTM B230, segmentado (Milliken6), con obturación longitudinal, para reducir la componente de efecto piel sobre la resistencia en corriente alterna del conductor. El conductor segmentado estará compuesto por sectores, aislados entre sí y un alma central. Al interior de cada sector o segmento no existirá barrera entre los hilos que conforman el segmento.

El hilo de Aluminio poseerá excelentes propiedades mecánicas para evitar defectos en el procesamiento tales como rebabas, impurezas, grietas o fragilidad ante otros elementos.

El conductor deberá tener una sección transversal suficiente para transportar la corriente nominal de larga duración, y corriente de cortocircuito sin exceder las temperaturas límites del aislamiento establecidas

Se deberá recubrir el conductor con material sellante para impedir la penetración longitudinal de humedad. El material sellante deberá ser de una composición química tal que se garantice la compatibilidad con el material del conductor.

El cable deberá tener barreras de bloqueo contra la penetración radial de la humedad conforme a IEC 62067, utilizando cintas bloqueadoras de agua aplicadas sobre la capa semiconductor externa. El uso de bloqueadores tipo polvo no estará permitido.

b) Pantalla semiconductor sobre el conductor

La capa semiconductor deberá proporcionar una interfaz de separación entre el conductor y el aislamiento de polietileno reticulado – XLPE. Esta interfaz proporcionará una superficie lisa sobre el conductor, será continua, de espesor constante, sin asperezas o imperfecciones, deberá permanecer adherida de forma perfecta al aislamiento en toda la superficie de contacto bajo todas las condiciones de operación del cable, de tal forma que, evite la formación de intersticios entre la pantalla semiconductor y el aislamiento que puedan generar descargas parciales y precipitar fallas en el aislamiento.

Esta capa semiconductor se aplicará en simultáneo con el aislamiento como parte del proceso de extrusión triple y curado en seco con equipo de extrusión vertical.

El material utilizado en esta capa estará completamente libre de contaminantes iónicos, será termoestable y totalmente compatible con el material del conductor. Deberá tener características de operación similares al aislamiento del cable en cuanto a temperatura, elongación y envejecimiento.

El aislamiento utilizado para los cables de potencia será de polietileno reticulado – XLPE (Crosslinked Polyethylene) apto para operación bajo las temperaturas de servicio establecidas en la Tabla 3.9 y para el nivel de tensión máximo del sistema, 145 kV. La temperatura indicada para “Corriente nominal de larga duración” será aplicada a ciclos de carga típicos de operación de la línea continuamente a lo largo de su vida útil proyectada.

La capa de aislamiento en XLPE deberá poseer adherencia firme entre la capa semiconductor interna (conductor y aislamiento) y la externa. Será aplicada bajo proceso

de extrusión triple simultáneo y curado en seco con equipamiento de extrusión vertical. Deberá tener un acabado suave, uniforme, libre de burbujas, rayas u otras imperfecciones.

Una vez aplicada la capa aislante en XLPE estará libre de contaminantes, porosidades, cavidades, y cumplirá con lo establecido en la norma ICEA – S-66-524 en los apartes de desempeño físico y envejecimiento.

El espesor promedio de la capa de aislamiento no será menor al recomendado por la norma ICEA – S-66-524 en su última revisión.

c) Pantalla semiconductora sobre el aislamiento

Sobre la capa de aislamiento se aplicará una capa concéntrica de material semiconductora mediante extrusión triple simultánea a la capa de aislamiento y la capa semiconductora interna.

Esta pantalla semiconductora externa deberá ser de material termoestable y controlar las solicitudes eléctricas sobre la capa de aislamiento. Deberá estar en continuo contacto y perfectamente adherida al aislamiento bajo todas las condiciones de operación de los cables aislados.

Deberá ser construida de tal forma que soporte los esfuerzos eléctricos producidos por las corrientes de fuga del aislamiento hacia la capa superior y la pantalla metálica. Presentará una estabilidad química permanentemente y será de material compatible con todos los componentes constructivos de los cables y que permita operación normalmente bajo los regímenes de temperatura a corriente nominal y en cortocircuito.

d) Capa de amortiguamiento

Sobre la pantalla semiconductora externa se aplicarán una capa de cinta helicoidal semiconductora que servirá de buffer para absorber las dilataciones y contracciones del núcleo debido a los ciclos de calor generados durante la operación de los cables. Esta absorción tiene como objetivo evitar posibles daños mecánicos, asimismo, como la penetración radial de humedad hacia las capas interiores.

e) Pantalla metálica

Sobre la capa de amortiguamiento se aplicará una capa de hilos concéntricos de cobre, arrollados helicoidalmente, que garantice la sujeción de la pantalla frente a los esfuerzos electrodinámicos y cumplan con los requerimientos establecidos por las normas ASTM.

Deberá ser resistente a las variaciones dimensionales debidas a la dilatación y la contracción por efecto térmico. Poseerá bloqueo radial al ingreso de la humedad y soportará la máxima corriente de cortocircuito

El espesor, el área de cubrimiento, el calibre de los alambres y demás características de la pantalla conductor, cumplirán con las recomendaciones aplicables de las normas nacionales e internacionales en sus últimas revisiones, en especial detalle la norma ICEA – S-66-524.

La sección total del neutro será equivalente a la tercera parte (1/3) de la sección nominal del conductor. La conexión a tierra de la pantalla metálica de los cables será realizada bajo un esquema de conexión tipo Crossbonding continuo (véase Figura 3.14). Se conectarán sólidamente a tierra los extremos de los cables de potencia y se dividirá la longitud total de la línea en secciones iguales. Se permutará tanto las pantallas y las fases en cada empalme de secciones intermedias a lo largo de la longitud de la línea.

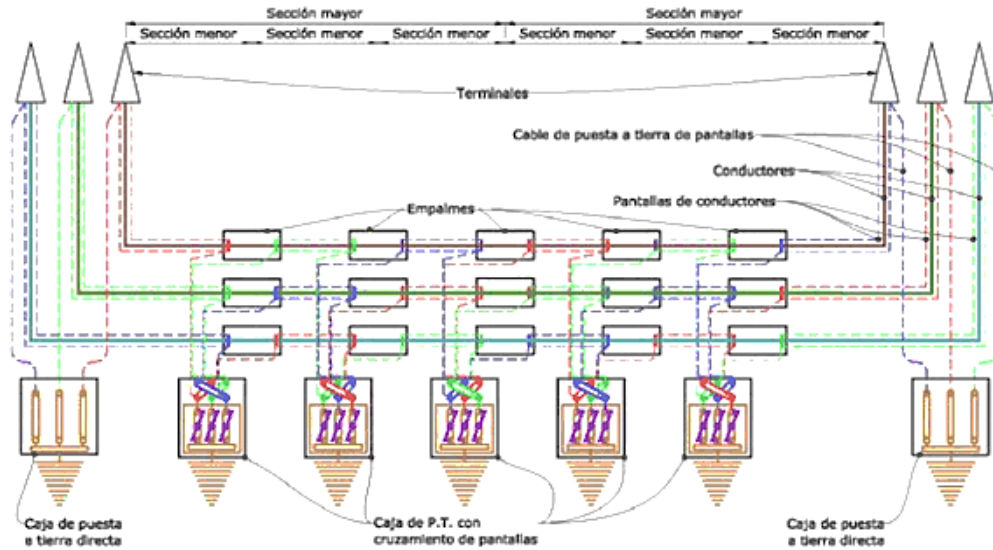


Figura 3.14 Crossbonding continuo

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

f) Capa bloqueadora de humedad

Por encima de la pantalla de metálica se aplicará una capa bloqueadora de humedad para evitar su penetración al interior del cable cuando se instale en sitios de alto nivel freático o en zonas con alto riesgo de inundación de los bancos de ductos. Las barreras de protección deberán evitar la migración longitudinal o radial de la humedad. Esta capa bloqueadora de la humedad será construida a partir de una lámina de aluminio recubierta de polímero sobre las dos caras de forma longitudinal sobre la pantalla metálica.

g) Cubierta exterior

La capa de recubrimiento exterior será fabricada en material termoplástico no conductor, de preferencia polietileno de alta densidad (PEAD), aplicado mediante extrusión sobre la pantalla metálica conductora.

No podrá haber filtraciones de agua entre la capa de recubrimiento externa y las capas interiores. La cubierta protectora deberá garantizar una rigidez mecánica suficiente que garantice prevenir daños durante el tendido y mantener el núcleo del cable aislado de tierra. Deberá tener componentes aditivos que la protejan contra la acción de termitas y roedores.

El espesor de la cubierta exterior estará acorde las recomendaciones de la norma ICEA – S-19-81. Las propiedades físicas del recubrimiento se ajustarán a las descripciones hechas en la norma ICEA – S-66-524.

La cubierta será de color negro y homogénea en su toda su longitud, dispondrá de un medio que permita la realización del ensayo sobre la misma (La cubierta protectora deberá cumplir con los ensayos y la norma ICEA S-66-524).

La cubierta deberá ser recubierta de tal manera que se evite la propagación de las llamas, de acuerdo con los requisitos establecidos en IEC 60332 y de IEC 60754. En caso de incendio no emitirán humos opacos ni gases ácidos.

Se le aplicará a la cubierta una superficie externa semiconductor por medio de extrusión, o por aplicación de grafito para formar un medio conductor que sirve para la aplicación de tensiones de prueba durante las etapas de fabricación, instalación y mantenimiento periódicos después de energización de los cables aislados de potencia.

i) Características eléctricas de la cubierta

Los hilos de Aluminio 1350 utilizados para el núcleo conductor, al igual que el conjunto conductor de los cables aislados tendrá una resistividad eléctrica no mayor a los valores indicados en la norma ASTM B230 (véase Tabla 3.7).

Tabla 3.7 Características eléctricas de los cables

Descripción	Magnitud
Tensión nominal del sistema, Vn, kV	110
Tensión máxima del material, Um, kV	145
Frecuencia nominal, fr, Hz	60
Tensión soportada asignada al impulso tipo rayo, Up, BIL, kV	650
Tensión soportada asignada de corta duración a frecuencia industrial, 1 min seco Ud, kV	275
Temperatura máxima del conductor a intensidad nominal, °C	90
Temperatura máxima del conductor en cortocircuito, °C	250
Temperatura máxima de la pantalla a intensidad nominal, °C	90
Temperatura máxima de la pantalla en cortocircuito, °C	250
Intensidad de cortocircuito admisible en el conductor (1 s), kA	50
Intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla (1 s), kA	50

Fuente: Energía de Colombia STR SA ESP, 2020

ii) Características mecánicas

Los cables deberán ser dimensionados para soportar las tensiones mecánicas producidas por los efectos de dilatación y contracción del conductor por la variación de temperatura durante la operación normal de la línea y en caso de falla.

Las principales características mecánicas de los cables aislados de potencia se muestran en la Tabla 3.8



Tabla 3.8 Características mecánicas de los cables

Descripción	Unidad	Valor
Radio de curvatura mínimo	M	1,7
Máxima longitud permisible del cableado	km	1,5
Tensión de halado máxima para instalación	kgf	13.427
Peso del cable	kg/m	18

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

h) Actividades de prueba

Los cables aislados de potencia serán sometidos a los ensayos definidos en la norma IEC 60840 y en IEC 60229.

i) Ensayos de calificación

Estos ensayos permitirán establecer la aptitud del fabricante para suministrar cables aislados de potencia de la más alta calidad, cumpliendo con las características deseadas. Estos ensayos estarán de acuerdo con las normas IEC 60840 y norma IEC 62067.

Serán aceptados los certificados de calificación realizados y respaldados anteriormente por un organismo de certificación acreditado. El tiempo de realización de las pruebas no será superior a cinco (5) años.

Ante de la ejecución de las pruebas clasificatorias se deberá medir el aislamiento de los cables según IEC 60811-1-1 en una pieza representativa de la muestra, sobre esta prueba se verificará que el valor del espesor del aislamiento no se desvía con gran diferencia del valor nominal declarado.

Las tensiones de ensayo serán las recomendadas en la IEC 60840 y en IEC 62067, se ajustarán al valor del espesor medido en la prueba anterior.

Para las pruebas de calificación se deberá disponer de un sistema de cable completo (cable aislado de potencia y accesorios) de una longitud aproximada de 100 m.

Las pruebas que se deben realizar en este grupo son:

- Prueba de tensión con ciclo térmico
- Prueba al impulso atmosférico sobre la muestra de cables
- Inspección del sistema de cables y accesorios después de completar las pruebas anteriores.

ii) Ensayos tipo

En cualquier momento durante la instalación, se puede hacer un ensayo de tensión de corriente directa que no supere el 75% de la tensión de ensayo especificada en la tabla B1 o B2 de la norma NTC-3599, aplicada durante 5 minutos consecutivos.

Después de la instalación y antes de que el cable se ponga en servicio regular, se puede realizar un ensayo de alta tensión de corriente directa al 80% de la tensión de ensayo especificada en la tabla B1 o B2 de la norma NTC-3599, aplicada durante 15 minutos consecutivos.

Después de que el cable se haya instalado completamente y se haya puesto en servicio, se puede efectuar en cualquier momento un ensayo de tensión de corriente directa con el valor especificado en la tabla B1 o B2 de la norma NTC-3599, aplicada durante 5 minutos consecutivos.

Una prueba de tensión en corriente alterna sobre el aislamiento podrá ser acordada con el fabricante. La forma de onda de la tensión deberá ser substancialmente senoidal y la frecuencia deberá estar entre 49 y 61 Hz. La duración de la tensión aplicada será de 1 hora y con los valores recomendados en la IEC 60840.

### iii) Ensayos Individuales

Son ensayos realizados sobre cada uno de los componentes de los cables aislados de potencia, para comprobar que se cumplen con las características especificadas.

- Conductor: El núcleo conductor de Aluminio deberá cumplir con los ensayos de la norma ASTM B230 y en el apartado 10.1 de IEC 60840.
- Aislamiento: El aislamiento deberá cumplir con los ensayos de calidad del material especificados en las normas ICEA S-66-524 y ASTM D 1248.
- Capas semiconductoras: Las capas semiconductoras deberán cumplir con los ensayos establecidos en los apartados 2.7 y 4 de la norma ICEA S-66-524.
- Pantalla metálica: Los hilos de cobre que componen la pantalla metálica concéntrica deberán con los ensayos establecidos en la norma ASTM B 3.
- Cubierta protectora: La cubierta protectora deberá cumplir con los ensayos establecidos en el apartado 4.4.2 de la norma ICEA S-66-524.

### iv) Ensayos sobre muestras

Los ensayos sobre las muestras estarán conformes a los procedimientos establecidos en las normas IEC 60840 y norma IEC 60229.

Estos ensayos se realizan sobre el conjunto constructivo del cable completo con una frecuencia especificada, para verificar el correcto funcionamiento del producto terminado.

Se tomará muestras sobre cada lote de fabricación para cables del mismo tipo e igual sección. El número de las muestras seleccionadas estará limitado al 10% redondeado al entero superior, del número total de longitudes.

En caso de que una muestra sea rechazada por no satisfacer alguna de las pruebas, se tomarán nuevamente dos (2) muestras sobre el mismo lote de donde fue tomada la muestra defectuosa, y serán sometidas a las pruebas fallidas de la muestra descartada. Si las dos nuevas muestras superan las pruebas, se supondrá el lote como conforme a los

requerimientos y podrá ser aceptado. En caso contrario, el lote será rechazado por considerarse no conforme.

#### K. Construcción de obras hidráulicas y vaciado de concreto

##### 1) Obras hidráulicas

La disposición de las aguas lluvias y agua residual se hará por medio de sistemas de alcantarillado separado de la ciudad

El sistema de drenaje de aguas superficiales que evacuará las aguas lluvias procedentes de las edificaciones, así como las del patio de conexiones, canaletas, cajas de tiro será el sistema convencional, con tuberías de PVC perforadas con geotextiles, cajas de inspección, rejillas y sumideros.

##### 2) Preparación y vaciado de concretos

Para los materiales utilizados en el concreto, para su dosificación mezcla, transporte, colocación y curación para los ensayos de resistencia y durabilidad, para las formaletas, juntas, refuerzo e incrustaciones de concreto simple, ciclópeo o reforzado, se debe cumplir con los requisitos y las especificaciones, normas e indicaciones contenidas en las mismas y el Código Colombiano de Construcciones Sismorresistentes NSR-10.

###### a) Clases de concreto

Los concretos se clasifican según su resistencia a la compresión a los 28 días conforme a las normas aplicables de la ASTM, de la siguiente forma:

- Clase A 245 kg/cm<sup>2</sup> (3500 psi)
- Clase B 210 kg/cm<sup>2</sup> (3000 psi)
- Clase C 175 kg/cm<sup>2</sup> (2500 psi)
- Clase D "Pobre" 100 kg/cm<sup>2</sup> (1400 psi)
- Clase E "Ciclópeo"

El concreto ciclópeo Clase E, estará constituido por concreto Clase B y agregado ciclópeo en proporciones del 40% del volumen total, como mínimo.

Las clases de concreto se usarán en las estructuras de acuerdo con lo indicado en los planos o lo ordenado por el Interventor.

##### 3) Formaletas

Cuando sea necesario, se usarán formaletas para encerrar el concreto, moldearlo según la forma y dimensiones requeridas y preservarlo del contacto con materiales rodados o removidos de la excavación. Las formaletas serán de madera o metal. Las uniones de formaleta deberán ser lo suficientemente herméticas para evitar pérdidas de mortero. Las esquinas del concreto expuesto a la vista o donde lo indiquen los planos deberán ser biseladas.

La madera que se utilice en las formaletas deberá estar libre de nudos, huecos o irregularidades y ser de una calidad tal que ningún deterioro o descomposición afecte las caras expuestas del concreto. La formaleta deberá estar limpia de impurezas, incrustaciones de mortero y de todo material extraño cuando se vaya a colocar el concreto. Antes de colocar el concreto la superficie de la formaleta deberá cubrirse con una capa de aceite o un producto especial, que evite la adherencia y no manche la superficie del concreto. Deberá tenerse especial cuidado en no dejar que el aceite o producto penetre a las partes que necesitan adherencia, como el acero de refuerzo.

El tiempo de retiro de las formaletas se determinará para cada caso, de común acuerdo entre el Interventor y el Contratista. La formaleta se retirará tan pronto como sea posible para acelerar las operaciones de curación y reparación de las superficies expuestas.

#### 4) Cemento

El cemento usado para concreto será el tipo Portland fabricado en Colombia y deberá cumplir con los requisitos para el cemento Portland Tipo I, según la última revisión de la norma ASTM C-1 50. El cemento deberá estar inalterado y libre de terrones en el momento de usarse. El cemento usado para las obras deberá ser del mismo tipo y marca utilizado para el diseño de las mezclas

#### 5) Agregados

Los agregados para concreto deben cumplir con las especificaciones para Agregados de Concreto ASTM C-33. Se debe presentar una lista de las fuentes que se propone utilizar, adjuntando ensayos y diseño de mezclas cuando se detecten variaciones significativas en las características de los agregados.

Se deberá instalar los pernos y demás elementos que han de quedar embebidos para el montaje de los equipos y los mantendrá firmemente en su posición correcta, de tal manera que no sean desalojados durante la colocación del concreto.

#### 6) Ensayos

Se deben realizar ensayos de laboratorio necesarios para comprobar la calidad de los materiales que se propone emplear en los concretos. Estos ensayos se harán con muestras representativas de los materiales de cada una de las fuentes y canteras de suministro.

#### 7) Rellenos

Este trabajo lo constituyen el suministro, transporte, colocación y compactación donde lo indiquen los planos, de los materiales para rellenos de los patios, de las vías alrededor de las estructuras y en las zanjas con tubería y malla del sistema de puesta a tierra.

El terreno sobre el cual se hayan de colocar rellenos deberá estar libre de vegetación raíces y tierra vegetal. Los materiales de relleno deberán estar exentos de materia orgánica y residuos sólidos.

#### 8) Control de compactación

Se ejecutarán ensayos de Proctor modificado sobre muestras representativas, para la determinación de las densidades mínimas de todos los materiales usados en los rellenos. El material de relleno se colocará en capas horizontales de un espesor mínimo compactado de quince (15) centímetros. La densidad obtenida en el terreno para cada capa colocada no deberá ser inferior el 95% del mínimo obtenido en el ensayo Proctor Modificado.

#### 9) Pavimentos en concreto

Esta especificación se refiere al diseño y construcción de pavimentos de concreto con o sin armadura, sobre una base preparada, conforme a la rasante, pendiente, espesor, sección transversal y detalles indicados en los. El concreto para los pavimentos será Clase A.

Para la construcción de pavimentos de concreto se usarán las Normas de Construcción de Pavimentos en Concreto Portland MOP C 401.

El concreto y el acero de refuerzo que se utilicen en la construcción de pavimentos de concreto deberán cumplir con las estipulaciones de las secciones respectivas de estas especificaciones.

En los planos se indicarán los distintos tipos de juntas con sus respectivos sellos y materiales que los constituyen. Los manguitos metálicos que se deben usar en los extremos de los pasadores de las juntas de expansión consistirán en niples de tubo galvanizado y serán fabricados de acuerdo con los detalles que se muestran en los planos.

No se permitirá resanar superficies defectuosas con capas de mortero. El exceso de cavidades u otros defectos será causa de rechazo de la respectiva obra.

Sobre la base compactada, aprobada se colocará tela de polivinilo, que sirva como aislante entre el material de base y el concreto.

#### 10) Andenes de concreto

Se construirán andenes en concreto simple Clase B y deberá cumplir con lo estipulado en la sección "Concreto"

La placa de concreto de los andenes tendrá el espesor indicado en los planos y se construirá sobre una base de triturado apisonado del mismo espesor. Su superficie deberá tener una pendiente de 1% para permitir el drenaje de las aguas lluvias. Deberá construirse con juntas de dilatación las cuales deberá rellenarse con asfalto.

#### 11) Cimentaciones de equipos GIS

El concreto y el acero de refuerzo para las cimentaciones de los equipos y pórticos deberán cumplir con lo especificado en la sección Concreto.

En el fondo de las excavaciones que vayan a recibir posteriormente concreto, se colocará una capa de alistada de 10 cm de espesor en concreto Clase C. Las cimentaciones se fundirán en concreto Clase A.



Se deberá localizar y dejar embebidos en el concreto, de acuerdo con las distancias y posiciones indicadas en los planos de construcción, todos los pernos de anclaje y demás elementos de fijación de las estructuras y equipos.

#### 12) Estructuras metálicas

Se refieren estos requerimientos al diseño, suministro, transporte e instalación de las estructuras metálicas con todos sus accesorios en los sitios y forma mostrados en los planos

Los pernos y la tornillería que deben ir empotrados en el concreto, deben ser galvanizados por inmersión en caliente. No se permitirá el uso de tornillos, tuercas, arandelas, etc., que tengan una galvanización defectuosa.

Los elementos estructurales sujetos a compresión no deben tener un pandeo Superior a un milésimo (1/1000) de la longitud entre los puntos de soporte lateral. La longitud de los elementos no podrá diferir más de + 1 milímetro de la indicada en los planos, para aquellos elementos que han de colocarse en contacto; para elementos independientes, de longitud hasta de 10m, la tolerancia será de + 2 milímetros.

#### 13) Cerramientos

En los sitios indicados en los planos se construirán los cerramientos exteriores e internos de la subestación.

Los cerramientos exteriores serán el bloque de concreto con perforaciones verticales ICONTECX 247 Tipo II. Los muros irán confinados por vigas de amarre y columnas diseñadas para garantizar la estabilidad de este.

Los cerramientos internos se construirán un cerramiento en malla eslabonada forrada en PVC calibre 9 y abertura de 2"x2". Los postes para sostenimiento de la malla serán en tubo galvanizado de  $\varnothing 2$  espaciados cada 2,5 metros. Los pie de amigo serán en tubos galvanizados de  $\varnothing 1$ ", espaciados cada 20 metros o en cada cambio de dirección, la malla llevará 2 tensores de alambre galvanizado calibre No.8 forrado en PVC entretejido en los bordes superior e inferior de la malla. La altura de malla será de 1,5 metros.

Las bases para los postes de soportes y pie de amigo serán en concreto clase C (2.500 PSI).

#### 14) Lleno y Compactación de zanjas y reposición de pavimentos, andenes y jardines

Una vez colocados los soportes se instalarán abrazaderas si se necesitaran, verificado que los tubos quedan perfectamente alineados rectilíneamente, que no existen cambios de dirección (ni en vertical ni en horizontal), que a una distancia mínima de suelo de 0,10 m y de 0,30 m por encima de la parte superior del cable existe colocada una cinta de atención, comprobados los radios de curvatura de los tubos y con la expresa autorización del director de obra, se procederá al cierre de la zanja.

Si al efectuar la excavación se observa que la tierra está constituida por cascotes y escombros o tiene abundancia de piedras de aristas vivas, no se utilizarán dichas tierras para el relleno de la zanja, sino que deberán aportarse nuevas tierras limpias.

El cierre de la zanja se hará por capas sucesivas de 200 mm de espesor, con el fin de que el terreno quede suficientemente consolidado. En la compactación el relleno debe alcanzar una densidad mínima del 80%.

La placa de protección y cinta de señalización siempre deberán cubrir la proyección horizontal de los cables.

Todas las superficies serán repuestas a su estado original.

En general se utilizarán materiales nuevos.

La capa asfáltica se repondrá siempre desde el eje de vía hasta la acera o extremo de la vía, lo que incluye el desbastado de la capa existente, y el pintado de las líneas en caso de existir estas previamente.

Para señalar la existencia de estas y protegerlas, a la vez, se colocará a lo largo de toda la canalización la cinta de señalización de existencia de cables eléctricos de AT, a una profundidad aproximada de 30 cm o según los indiquen los diseños detallados.

Para la señalización e indicación del trazado de la línea subterránea se instalarán mojones de concreto con placa metálica de numeración donde se reflejarán la identificación de línea y características eléctricas de la misma.

Los mojones deberán ir provistos de la correspondiente señal de peligro Riesgo Eléctrico y se colocarán cada 200 m en tramos rectos y a la distancia necesaria para definir el trazado en tramos curvos.

Una vez fijada la tubería se inicia el lleno de la excavación los primeros 20 cm por encima del nivel del último tubo, compactando con vibro compactador tipo rana o saltarín, una vez alcanzados los primeros 20 cm y se continúa el lleno (para excavaciones en tierra se rellena con material producto de la excavación y en vías se rellena con material con especificaciones tipo INVIAS) en capas de 25 cm compactando hasta llegar al nivel inferior de terminado de piso, en caso de vías vehiculares o andenes; en zonas verdes a nivel de terminado de piso o nivel previo del terreno o vía intervenida; se debe tener en cuenta que vías, andenes o zonas verdes deben quedar completamente restituidas (a satisfacción de los vecinos y de la comunidad) conforme a inventario emanado del diseño y del replanteo.

#### L. Infraestructura preexistente y su relación con las obras propuestas

Como se describe a lo largo del Capítulo, el proyecto UPME STR 02-2019 interviene área pública, principalmente vías y andenes en cumplimiento al Plan de Ordenamiento Territorial en la Sección 4. Subsistema de energía y alumbrado público.

Para ubicar la infraestructura subterránea preexistente, se realiza la identificación de redes subterráneas mediante la inspección con radar de penetración terrestre GPR, con el fin de garantizar la instalación de las líneas de transmisión y a su vez la coexistencia de las redes.

Véase numeral N. Descripción general de las redes de servicios interceptadas por el proyecto.

M. Obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos

Todas las obras y actividades del Proyecto UPME STR 02-2019 mencionadas en los numerales anteriores, se desarrollarán en el perímetro urbano del Distrito Especial, Industrial y Portuario de Barranquilla y el municipio de Soledad.

N. Descripción general de las redes de servicios interceptadas por el proyecto

La identificación de redes subterráneas se realizó mediante inspección con radar de penetración terrestre GPR. Seleccionando los transectos o puntos específicos de colecta de datos, transversales en la mayoría de los casos, al corredor de estudio y longitudinales al mismo en algunos otros, para determinar las posibles interferencias entrantes o salientes del área o corredor donde se ejecutarán los trabajos de subterranización de redes eléctricas. De igual forma se determinó de acuerdo con la profundidad requerida de escaneo la selección de diferentes antenas o frecuencias en los equipos. Combinando con otras técnicas de inspección basadas en el uso de equipos Electromagnéticos (EM), cuando fue requerido, concentrando el estudio en rastrear trayectorias específicas de cables o redes eléctricas o tuberías.

Para el estudio, la localización se realizó haciendo un barrido del área de afectación tomando perfiles con equipo GPR paralelos y transversales al corredor de trabajo, con el fin de localizar las tuberías (Gas, redes eléctricas, fibra óptica, agua, drenaje y desconocidas) que cruzan e intervienen en el ancho de 2,5 metros del corredor a escanear hasta una profundidad de 5 metros.

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_5\_DP\_Georadar\_TERMOFLORES\_OASIS

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_6\_DP\_Georadar\_OASIS\_ESTADIO

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_7\_DP\_Georadar\_ESTADIO\_CENTRO

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_8\_DP\_Georadar\_MAGDALENA\_RIO

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_9\_DP\_Georadar\_MAGDALENA\_TEBSA

Véase 3\_ANEXOS\_ABIOTICO\_10\_DP\_Georadar\_MAGDALENA\_UNION

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

Tabla 3.9 Volúmenes estimados de descapote, corte, relleno y excavación especificados por tipo de obra y/o actividad

	<b>Volumen total de descapote</b>	<b>Volumen total de corte</b>	<b>Volumen total de relleno</b>	<b>Volumen total de excavación</b>
<b>Líneas</b>				
Línea Termoflores - Flores	364,80	0	1.742,67	1891,20
Línea Termoflores - Oasis	667,15	0	7.297,30	7919,28
Línea Oasis - Estadio	0,00	0	3.634,61	3944,40
Línea Estadio - Centro	0,00	0	2.702,46	2932,80
Línea Río - Magdalena	558,48	0	6.826,03	7407,84
Línea Magdalena - Unión	97,92	0	1.436,37	1558,80
Línea Magdalena - TEBSA	145,20	0	2.330,93	2529,60
<b>Subestaciones</b>				
Subestación Termoflores	45	0	7,5	15
Subestación Flores	0	0	10	20
Subestación Oasis	0	0	10	20
Subestación Estadio	360	0	60	120
Subestación Centro	0	0	0	0
Subestación Río	240	0	40	80
Subestación Magdalena	150	0	25	50
Subestación Unión	0	0	10	20

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

P. Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción así como los posibles sitios de disposición final

En la Tabla 3.10 se presenta el Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción tanto para líneas como para Subestaciones y en la Tabla 3.11 Sitios autorizados para la gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD)

Tabla 3.10 Volumen estimado de materiales sobrantes de construcción

<b>Líneas</b>	<b>Volumen total de materiales de sobrantes de construcción RDC (m<sup>3</sup>)</b>
Línea Termoflores - Oasis	168
Línea Termoflores - Oasis	643
Línea Oasis - Estadio	766
Línea Estadio - Centro	497

Líneas	Volumen total de materiales de sobrantes de construcción RDC (m <sup>3</sup> )
Línea Río - Magdalena	893
Línea Magdalena - Unión	265
Línea Magdalena - TEBSA	310
<b>Subestaciones</b>	
Subestación Termoflores	585
Subestación Flores	0
Subestación Oasis	2
Subestación Estadio	34
Subestación Centro	0
Subestación Río	4
Subestación Magdalena	8
Subestación Unión	67

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

Tabla 3.11 Sitios autorizados para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)

Nombre o razón social	Número de identificación o NIT	Representante legal	Dirección	Municipio o distrito	Actividad ejecutada por el gestor de RCD
Sociedad de acueducto, alcantarillado y aseo de barranquilla triple A S.A E.S.P	800.135.913-1	Ramon Hemer Redondo	Cra 58 no 67-09	Barranquilla-Atlántico	Aprovechamiento
Mar aseo SAS ESP	802.009.517-6	Eduardo Munarriz Salcedo	Cra 64 no 79 - 117	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD
Geotopo cons Ltda	802014948-7	Raúl Vásquez	Calle 74 # 57 - 30	Barranquilla-Atlántico	Transportador de materiales de obra, sobrantes de construcción (capa vegetal, escombros, demolición y otros)
Unión temporal JA asociados inversiones Osorio González	802015586-9	S. Dr. Rafael Osorio Vargas	Calle 93 # 16 sur - 127	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD
El poblado S.A	802018014-1	Manuel García Turizo	Cr 49 #75-83	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador RCD

Nombre o razón social	Número de identificación o NIT	Representante legal	Dirección	Municipio o distrito	Actividad ejecutada por el gestor de RCD
Tecnologías ambientales de Colombia S.A.S. E.S.P	805.001.538-5	Camilo Hernández López	Calle 96 no. 10 - 72, piso 3	Sabanagrande-Atlántico	Disposición final de RCD
INTERASEO SAS ESP	819000939-1	Juan Manuel Gómez	Vía granabastos 800 metros ciudad salitre	Soledad-Atlántico	Aprovechamiento
Marquiting SAS	890114596-7	Juan pablo Deik Jasssir	Calle 82 n 51b-08	Barranquilla-Atlántico	Traslado de escombros
Royal ingeniería S.A.S	900.596.175-2	Giancarlo armella Urbiñez	Cra 57 n° 99a - 65 ofi 911	Barranquilla -Atlántico	Transporte de carga por carretera
Descofam SAS	9004713001	Fabian Gregorio Ayala Mendoza	Calle 83 # 35-40	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD
Logística y transporte JI Group SAS	900489332-4	Luisa Fernanda Serpa Giraldo	Cra 42 #75b-142 Ciudad jardín	Barranquilla-Atlántico	Generación, transporte y disposición final de RCD
Col-movimientos SAS	900605590 6	Oriana tejada Amell	Calle 98 n 43-46 casa 36	Barranquilla-Atlántico	Transporte de material sobrante de construcción (capa vegetal, escombro, demolición y otros)
JRM volcoequipos Ltda	900719560-5	Javier redondo Hernández	Calle 113 # 37-43	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD
Transportes y movimientos Brito SAS	900728606-3	Leyla del Carmen mercado Pérez	Cra 44b no 96 - 67	Barranquilla-Atlántico	Transportador de material sobrante construcción (capa vegetal, escombro, demolición y otros)
Soling de la construcción S.A.S	900976350	Luis Felipe Bernal García	Cra 43 no 98 - 86	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD
C y I Soluciones Empresariales	900982822-5	Michael Alexander arboleda Leyton	Calle 112, número 42-93, torre 1 apto 1203. Edificio alondra, alameda del río.	Barranquilla-Atlántico	Recolección y transporte de RCD
Transporte AR construcciones S.A.S	900985370	Lida Méndez	Calle 87 # 37 - 25	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador de RCD



Nombre o razón social	Número de identificación o NIT	Representante legal	Dirección	Municipio o distrito	Actividad ejecutada por el gestor de RCD
DFPC equipo, maquinaria y construcción SAS	901037469	David Felipe Peláez Cerón	Cr 46 N° 81-10	Barranquilla-Atlántico	Gestor transportador RCD

Fuente: Integral S.A., 2020

#### Q. Volumen estimado de materiales reutilizables

En la Tabla 3.12 se presentan los volúmenes de excavación y material reutilizable para las líneas de transmisión, y en la Tabla 3.13 se presentan los volúmenes de excavación y material reutilizable de las obras de las subestaciones eléctricas.

Tabla 3.12 Volúmenes de excavación de las líneas

Líneas	Longitud	Vías (m3)	Anden (m3)	Jardín (m3)	Excavaciones (m3)	Reutilizable (m3)	Sobrantes (m3)
LN - TFLO - FLO	788,00	67,20	0,00	1.824,00	1.891,20	1.134,72	756,48
LN - TFLO - OAS	3.520,30	2.551,44	2.032,08	3.335,76	7.919,28	4.751,57	3.167,71
LN - OAS - EST	3.302,00	3.406,80	537,60	0,00	3.944,40	2.366,64	1.577,76
LN - EST - CEN	2.390,39	2.674,80	258,00	0,00	2.932,80	1.759,68	1.173,12
LN - MAG - RIO	6.573,20	2.580,24	2.035,20	2.792,40	7.407,84	4.444,70	2.963,14
LN - MAG - UNI	1.509,00	1.069,20	0,00	489,60	1.558,80	935,28	623,52
LN -MAG - TEB	2.218,00	249,60	1.554,00	726,00	2.529,60	1.517,76	1.011,84

Fuente: Energía de Colombia S.T.R SAS ESP, 2020

Tabla 3.13 Volúmenes de excavación de las subestaciones

Líneas	Longitud	Vías (m3)	Anden (m3)	Jardín (m3)	Excavaciones (m3)	Reutilizable (m3)	Sobrantes (m3)
SE Termoflores	1.700,00	585,00	NA	2.730,00	3.315,00	1.989,00	1.326,00
SE Las Flores	10,00	NA	NA	10,00	10,00	6,00	4,00
SE Estadio	2,00	NA	2,00	NA	2,00	1,00	1,00
SE Centro	35,00	32,00	2,00	NA	34,00	21,00	13,00
SE Oasis	120,00	NA	NA	117,00	117,00	70,00	47,00
SE Magdalena	18,00	NA	4,00	14,00	18,00	11,00	7,00
SE Unión	8,00	NA	8,00	NA	8,00	5,00	3,00
SE El Río	170,00	NA	67,00	98,00	165,00	99,00	66,00

Líneas	Longitud	Vías (m3)	Anden (m3)	Jardín (m3)	Excavaciones (m3)	Reutilizable (m3)	Sobrantes (m3)
SE TEBSA	560,00	98,00	NA	450,00	548,00	329,00	219,00

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

#### R. Estimativo de maquinaria, vehículos y equipos

En la el estimativo de maquinaria, vehículos y equipos para el Proyecto UPME STR 02-2019

Tabla 3.14 Listado de maquinaria, vehículos y equipos se presentan el estimativo de maquinaria, vehículos y equipos para el Proyecto UPME STR 02-2019

#### Tabla 3.14 Listado de maquinaria, vehículos y equipos

Equipos y herramientas	Cantidad	Herramienta menor	Cantidad
Retroexcavadoras D30 de orugas o retro cargador	8	Camión grúa	2
Volquetas	30	Tractocamión	2
Vibro compactadores de rana y tipo canguro	12	Elementos de señalización	50
Camiones tipo MIXER	0	Haladora de cable	3
Concretadoras 1 saco DIESEL	12	Aparejos	10
Cortadora de pavimento	8	Burros para montaje de cables	8
Equipo de perforación dirigida	2	Diferenciales	10
Planta eléctrica	16	Dinamómetro	8
Vibrador de concreto	8	Cortadora de cables	10
Equipo para toma de muestras de concreto (Molde para Cilindros, Varilla de Metal redonda y lisa, base de metal, paleta de albañilería)	16	Cizalla	8
Equipo para toma de SLUMP (cono metálico y varilla compactadora lisa)	8	Ponchadora hidráulica	4
Mangueras y accesorios de acoples con guaya anti-látigo.	8		
Motobombas con sus accesorios	16		
Carretillas	30		
Cizalla	10		
Extensiones eléctricas	30		
Tanques de almacenamiento	32		
Elementos de señalización (colombinas, cintas, barreras, conos, etc.)	150		

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

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

Para la ejecución de las actividades de la etapa previa, construcción, operación, desmantelamiento, restauración, cierre y clausura, el Proyecto no estima el uso y aprovechamiento de aguas superficiales, aguas subterráneas, generación de vertimientos, ocupar cauces, no requerirá del permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la biodiversidad, ni de emisiones atmosféricas, tampoco de explotación de materiales de construcción.

El proyecto estima un aprovechamiento forestal de 642 árboles que tienen un volumen total de 366,08 m<sup>3</sup> como volumen total y 143, 78 m<sup>3</sup> en volumen comercial. Adicionalmente, se tienen 277 especies frutales que aunque no se solicitan dentro del aprovechamiento forestal, se realiza su tala.

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

En la Tabla 3.15 se presenta la relación estimada de los insumos y residuos reutilizable, no reutilizable y reciclable a generar en la fase de construcción del Proyecto UPME 02 STR – 2019.

Tabla 3.15 Estimación de los insumos y residuos reutilizable, no reutilizable y reciclable

Descripción	Un	Cantidad	Tipo
Concreto premezclado 4000 PSI e: 18	M <sup>3</sup>	121,25	Reutilizable
Bloque	Un	10,05	No reciclable
Mortero 1:3	M <sup>3</sup>	0,50	No reciclable
Acero 60000 PSI	kg	5.621,30	Reciclable
Antisol rojo sika	Kg	16,14	No reciclable
Arena	M <sup>3</sup>	0,30	Reutilizable
Bentonita	kg	1.350	No reciclable
Cemento Portland Tipo I	Sc	1,38	No reciclable
Concreto de 2500 PSI (17.5 MPA)	M <sup>3</sup>	8,99	Reutilizable
Concreto 3000 PSI	M <sup>3</sup>	273,30	Reutilizable
Concreto estampado de 3000 PSI (premezclado)	M <sup>3</sup>	0,65	Reutilizable
Estaca de 0,40 mt	Un	16.131,28	Reciclable
Granito No. 4	kg	8,64	No reciclable
Hidrosolta	kg	400,00	No reciclable
Imprimación incolora a base de poliuretano, para mejorar la cohesión de los bordes de la junta a sellar e incrementar la adherencia con la masilla selladora	Lt	5,87	No reciclable
Pintura para exterior koraza	Gl	0,04	No reciclable
Limpiador PVC	GL	0,49	No reciclable

Descripción	Un	Cantidad	Tipo
Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según ISO 11600, muy adherente, con elevadas propiedades elásticas, resistente al envejecimiento y a los rayos UV.	Un	19,60	No reciclable
Mezcla asfáltica	M <sup>3</sup>	2,10	No reciclable
Mortero 1:4	M <sup>3</sup>	0,01	No reciclable
Mortero rojo (placa o hecho en obra)	M <sup>3</sup>	3,62	No reciclable
Polywater (lubricante para cable)	GI	263,81	Biodegradable
Soldadura PVC	GI	0,98	No reciclable
Subbase para lleno vial tipo invias	M <sup>3</sup>	629,33	No reciclable
Tablon de gres	M <sup>2</sup>	10,87	No reciclable
Tubo PEAD 28"	MI	36,00	Reciclable
Tubo conduit P.V.C. DB 2"	MI	983,19	Reciclable
Tubo PVC corrugado de 8"	MI	1.760,84	Reciclable
Cable 123 kV AL XLPE 1x2000 mm <sup>2</sup>	MI	1.758,71	Reciclable

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

#### U. Sistemas y fuentes de generación de energía en las diferentes fases del proyecto

Las fuentes de generación de energía serán por medio de grupos electrógenos (plantas) en los sitios de las obras y en lo proceso de operación y mantenimiento del sistema de transmisión. Se calcula disponer de seis (6) plantas diésel de 25 KVA, debidamente calibradas y cumpliendo las normas sobre emisiones atmosféricas.

#### 3.2.3.2 Operación

##### 3.2.3.2.1 Esquema de operación del proyecto de transmisión de energía eléctrica.

La administración de la operación y del mantenimiento del Proyecto UPME STR 02-2019 se realizará durante 25 años. Será responsabilidad de Energía de Colombia realizar las siguientes actividades:

- Coordinar todas las actividades de la operación, manejo de personal y manejo de materiales.
- Coordinar todas las actividades de mantenimiento, manejo de personal y manejo de materiales.
- Hacer cumplir todas las normas nacionales e internacionales que apliquen en la operación y mantenimiento de subestaciones y líneas de Alta Tensión.
- Contratar, coordinar y supervisar la empresa de vigilancia de Subestaciones.
- Hacer la programación anual de la operación de las Subestaciones.
- Programar el Plan Anual de Mantenimiento de Subestaciones y Líneas.

- Programar el Plan Mensual de Mantenimiento de Subestaciones y Líneas.
- Presentar a las entidades del Ministerio de Minas los informes requeridos por esta entidad.
- Presentar al operador de red, los informes requeridos por esta entidad.
- Asistir a las reuniones programados por el Centro Nacional de Operaciones.
- Llevar la contabilidad del proyecto y hacer todos los pagos mensuales.
- Presentar las facturas de cobro mensuales al Ministerio de Minas y/o a la entidad que este designe.
- Dar soporte jurídico al Inversionista para resolver cualquier reclamación que se presente.
- Suministrar el personal idóneo y suficiente para operar las subestaciones del Proyecto, todo de acuerdo con los requerimientos del Operador de Red.
- Realizar las maniobras de apertura y cierre de interruptores y seccionadores de las 8 subestaciones del proyecto, de acuerdo con los procedimientos aprobados por el operador de red.
- Coordinar con el operador de red y el Centro Nacional de Operaciones-CNO, el Plan Anual de Consignaciones.
- Coordinar con el operador de red y el Centro Nacional de Operaciones-CNO, el Plan mensual de Consignaciones.
- Inscripción como agente y de la frontera comercial ante el ASIC.
- Presentar certificación de cumplimiento de código de conexión.
- Elaborar los Informes mensuales y anuales solicitados por el CON.
- Cumplir con toda la normativa nacional e internacional sobre la materia, aplicable en Colombia.
- Dar capacitación continua a los operadores de acuerdo con las políticas del Operador de Red.

#### 3.2.3.2.2 Potencia de transporte y nivel o niveles de tensión a instalar.

El alcance de los trabajos propuestos consiste en realizar la Administración, Operación y Mantenimiento durante 25 Años, para los siguientes equipos todo de acuerdo con lo requerido en los Términos de Referencia de la Convocatoria UPME-STR-02-2019-ATLÁNTICO:

##### A. Subestación Estadio 110 kV – Nueva- GIS

- Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E Centro.
- Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E Oasis.

- Una (1) Bahía de acople de barras-110 kV-GIS.
  - Configuración 110 KV: barraje doble más seccionador de Transferencia
- B. Subestación Magdalena 110 kV – Nueva-GIS
- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV-GIS a la S/E Unión.
  - Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E El Rio.
  - Una (1) Bahía de Línea 110 kV-GIS a la S/E TEBSA.
  - Una (1) Bahía de acople de barras-110 kV-GIS.
  - Configuración 110 kV: Barra doble más seccionador de Transferencia.
- C. Subestación La Unión 110 kV- Nueva- GIS
- Una (1) Bahía de Línea 110 kV- GIS a S/E Magdalena.
  - Una (1) Bahía de Línea 110 kV- GIS a S/E TEBSA- Línea Existente.
  - Configuración: Barraje doble más seccionador de Transferencia.
- D. Ampliación subestación Termoflores 110 kV-GIS-Compacta
- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV- a la S/E OASIS-1-GIS.
  - Una (1) Bahía de Línea a 110 kV- a la S/E OASIS-2-(ESTADIO)-GIS.
  - Configuración: Barraje doble con By-pass.
- E. Ampliación subestación Centro-110 kV-GIS
- Una (1) Bahía de línea a 110 kV-GIS a sub. Estadio
  - Una (1) Bahía de Acople de Barras a 110 kV-GIS
  - Configuración: Barraje doble.
- F. Ampliación subestación Las Flores-110 kV-GIS
- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV a la S/E Termoflores- GIS.
  - Una (1) Bahía de Línea a 110 kV a la S/E OASIS-RIO- GIS.
  - Una (1) Bahía de Acople de Barras a 110 kV-GIS.
  - Configuración: Barra doble.
- G. Ampliación subestación Oasis-110 kV-GIS
- Una (1) Bahía de Línea a 110 kV a la S/E Estadio
  - Una (1) Bahía de Acople de Barras a 110 kV-GIS.
  - Configuración: Barra doble.



#### H. Ampliación S/E El Rio 110 kV - Convencional

- Una (1) Bahía de Línea 110 kV- Convencional a la S/E Magdalena.
- Configuración: Barra Sencilla.

#### I. Líneas Subterráneas 110 kV

- Línea Termoflores – Oasis-1 110 kV- Subterránea, 3,5 km.
- Línea Termoflores - Oasis-2 110 kV- Subterránea, 3,5 km.
- Línea Oasis – Estadio 110 kV – Subterránea, 3,0 km.
- Línea Estadio- Centro 110 kV – Subterránea, 3,5 km.
- Línea Las Flores – Termoflores 110 kV- Subterránea, doble circuito, 1.200 metros
- Línea Las Flores – El Rio 110 kV-Reconfigurada en Oasis - 100 metros aéreos circuito sencillo.
- Línea Nueva Magdalena - El Rio - 110 kV - Subterránea, 5,5 km
- Línea Nueva Magdalena - Unión - 110 kV - Subterránea, 2.0 km
- Línea Nueva Magdalena- TEBSA 110 kV- Subterránea, 2.0 km.

#### 3.2.3.2.3 Actividades y procesos para ejecutar durante la etapa de operación del proyecto

Esta etapa, puesta en marcha del sistema, inicia cuando se ponen en funcionamiento las líneas de transmisión. Las actividades que se realizan en esta etapa se muestran en la Tabla 3.4

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

##### A. Equipos y sistemas objeto de mantenimiento en las subestaciones eléctricas

- Celdas GIS 110kV, bahías de Líneas.
- Interruptores
- Seccionadores
- Pararrayos (Descargadores de sobretensión)
- Transformadores de corriente
- Transformadores de tensión
- Fusibles
- Sistemas de protecciones.
- Sistemas de medición y control
- Sistema de comunicaciones

- Sistema de barras colectoras (buses)
  - Sistemas servicios auxiliares de la S/E.
  - Sistema de Instalaciones eléctricas e iluminación.
  - Sistema de Puesta a Tierra.
  - Sistema de Apantallamiento
  - Cables aislados de Potencia, de fuerza y control.
  - Cables desnudos de aluminio y cobre.
  - Motores de corriente alterna y continua.
  - Bandejas porta cables.
  - Conectores y Terminales.
- B. Materiales para el mantenimiento preventivo
- Aeropack penetrante de 16 onzas
  - Penetrox a13 de ocho (8) onzas
  - Tornillos con su tuerca M12\*60 rosca corrida de acero inoxidable.
  - Arandelas planas para tornillo M12 en acero inoxidable.
  - Arandelas de presión para tornillo M12.
  - Cepillos de acero
  - Pliegos de lija 400
  - Kilos de trapo
  - Grasa.
  - Aceite SAE40.
  - Un (1) cilindro de SF6
  - Empaquetadura de neopreno.
  - Loctite pegante
- C. Herramientas individuales técnico de mantenimiento
- Alicates Aislado 9"
  - Alicates De Corte Diagonal De 6"
  - Caja De Herramientas 50x18x20 Cm
  - Cautín Eléctrico 50w

- Pinza Voltiamperimetrica Digital
  - Juego De Destornilladores De Pala 3"X5-3/4, 4"X7-1/2, 6"X10, 7"X11-1/4
  - Destornilladores De Estria 2-3/8 X 5-1/8, 3-1/8 X 6-3/4, 4"X8", 6"X 10-1/4"
  - Llave De Expansión Insulada De 10"
  - Alicate Multipropósito 8"
  - Flexómetro 5m
  - Pie De Rey
  - Juego De Llaves Tork (T40,T30,T27, T25, T20, T15, T10, T9)
  - Recogedor Magnético Flexible
  - Juego De Llaves Hexagonales (Allen) De 1.5 Mm A 10 Mm
  - Juego De Llaves Hexagonales (Allen) De 5/64" A 1/4"
- D. Herramientas para el grupo de mantenimiento subestaciones
- Alicate Insulado 9"
  - Alicate De Corte Diagonal De 6"
  - Alicate Pelacable
  - Alicate Multiproposito 8"
  - Pinza Pico Loro De 9"
  - Bolsa Porta Herramientas
  - Caja De Herramientas 50x18x20 Cm
  - Candados para La Caja
  - Cautin Eléctrico 50w
  - Juego De Cincel Acerado 10 A 12"
  - Cuchilla De Corte Retráctil
  - Juego De Destornilladores De Pala 3"X5-3/4, 4"X7-1/2, 6"X10, 7"X11-1/4
  - Juego De Destornilladores De Estria 2-3/8 X 5-1/8, 3-1/8 X 6-3/4, 4"X8", 6"X 10-1/4"
  - Juego De Llaves Mixtas 3/8" A 1"
  - Juego De Llaves Mixtas 7 A 21 Mm
  - Juego De Copas Milimétricas 10 A 26 Con Mando De 1/2"
  - Juego De Copas De 3/8" A 1-1/4" Con Mando De 1/2"

- Estrobo De Seguridad 1,8m
  - Flexómetro 5m
  - Juego De Llaves Hexagonales (Allen) De 1.5 Mm A 10 Mm
  - Juego De Llaves Hexagonales (Allen) De 5/64" A 1/4"
  - Extractores De Fusibles
  - Extensión Eléctrica 30m
  - Juego De Punzones O Botadores De 0.8 A 4.0 Mm X 6" De Largo
  - Juego De Centro Punto De 0.8 A 2.4 Mm X 5" De Largo
  - Juego De Llaves Torx 10 Piezas 2-3/8" A 5-3/16"
  - Juego De Brocas De 1/16 A 1/2"
  - Llave De Tubo De 14"
  - Llave De Tubo De 18"
  - Lampara Fluorescente Con Extensión
  - Hombre Solo Boca Recta 10"
  - Llave De Expansión Insulada De 12"
  - Taladro Percutor 4500 Rpm
  - Torquímetro
  - Remachadora Profesional
  - Pinza Voltiamperométrica Digital
  - Segueta Insulada
  - Lima Redonda 10"
  - Lima Plana 10"
  - Martillo De Bola De 2-1/2 Lb
  - Multímetro Digital
  - Manila O Cuerda De Servicio 50m
- E. Equipos especializados para el grupo de mantenimiento de subestaciones
- Compresor Neumático 100lb MIN.
  - Pistola De Pintura Con Boquilla De Corto Alcance
  - Pistola De Pintura Con Boquilla De Largo Alcance

- 
- Bomba Sumergible
  - Bomba Tipo Reloj Para Aceites
  - Esmeril De Banco
  - Prensa Portátil
  - Megger 5kV
  - Aspiradora Industrial Mediana
  - Motor Tool
  - Pulidora 4500 Rpm
  - Juego De Extractores De Tornillos
  - Secador
  - Sierra De Agujeros
  - Motor Tool
  - Calibrador De Roscas
  - Caladora
  - Prensa Fija
  - Pistola De Soldadura De 250w
  - Pinza Voltiamperimétrica Digital
  - Planta Eléctrica 1hp
  - Juego De Extractor De 6 Ton.
  - Ponchadora Hidráulica
  - Binóculo 7x35
  - Escaleras Doble, De Fibra De Ocho (8) Metros.
  - Detector De Sf6.
  - Equipo Para Llenado De Sf6.
  - Bomba Motorizada Para Trasegar Aceite Dieléctrico.
  - Regulador De Presión Para Sf6
  - Grúa Portátil Para Cambiadores De Tomas.
  - Grúa Telescópica Para Retirar Bujes Y Radiadores Con Pesos De 400 Kilos.
  - Cinturones De Seguridad.

- Graseira.
  - Aceitera.
- F. Grupo de trabajo utilizado mantenimiento preventivo
- Un (1) ingeniero coordinador del Mantenimiento Preventivo,
  - Dos (2) técnicos.
  - Cuatro (4) operarios calificados

#### 3.2.3.2.5 Mantenimientos de equipos

##### A. Documentos requeridos para el mantenimiento

- Manual de mantenimiento de la Empresa.
- Manual de mantenimiento del fabricante de los equipos.
- Formato para diagnóstico e inspección de equipos
- Hoja de vida de los equipos.
- Normas para pruebas de equipos.
- Procedimientos para realización de las pruebas.
- Formatos para reporte de las pruebas.
- Tiempos y frecuencias recomendadas para el mantenimiento.
- Formato con experiencia y conocimientos técnicos del personal y los contratistas del mantenimiento.
- Cantidad de personal técnico y recursos para realizar el mantenimiento.
- Repuestos para el mantenimiento.
- Seguridad industrial en el mantenimiento.
- Programas de salud ocupacional en el mantenimiento.
- Manejo de la información (archivos físicos y magnéticos).
- Entrega de Informe final con recomendaciones de cada una de las actividades realizadas y de los hallazgos positivos y negativos encontrados.

##### B. Mantenimiento de líneas de transmisión

A continuación, se presenta un resumen de lo que será el Procedimiento para el Mantenimiento de Líneas Subterráneas del proyecto UPME-STR-02-2019 Atlántico:

#### 1) Inspección visual

La inspección visual consiste en revisar con una frecuencia preestablecida ciertos puntos de la línea subterránea con el fin de detectar posibles anomalías y de entorno, normalmente



de aparición rápida, además de informar del estado de las instalaciones, de las deficiencias encontradas y su plazo de reparación, así como conseguir una mayor garantía de calidad de servicio, optimizando recursos.

La inspección de una línea subterránea de alta tensión (AT) consiste en:

- Un recorrido por la ruta de la línea, con el objetivo de detectar las anomalías que, bien por modificaciones del entorno, antirreglamentarias provocadas por terceros o desgaste del material, puedan provocar averías de consecuencias graves y para las que el tiempo entre dos revisiones exhaustivas es insuficiente para su prevención.
- Inspecciones termográficas en terminales y empalmes accesibles.
- Inspecciones por disparos después de la actuación de las protecciones.

## 2) Recorrido ruta de las líneas

El recorrido por la Ruta de la línea consiste en la revisión del entorno siguiendo el trazado, considerando los siguientes puntos a revisar:

- Maquinaria pesada en las inmediaciones del trazado.
- Movimientos de tierras.
- Carteles anunciando obras presentes y futuras.
- Tapas de cajas de conexión (cross-bonded.)
- La frecuencia de estas inspecciones es anual.

## 3) Revisiones exhaustivas

La revisión exhaustiva consiste en comprobar conexiones, realizar mediciones y determinados ensayos. La revisión exhaustiva se realiza igual que la inspección, con la instalación fuera de servicio.

### a) Mantenimiento en cajas de conexión (cross-bonded, etc.)

- Destapar y comprobar las conexiones (apriete de tornillos y estanqueidad).
- Medición de las puestas a tierra (P.A.T.)

Las medidas de resistencia de las puestas a tierra (P.A.T.) consisten en medir, mediante el instrumento adecuado, los valores resistivos de todos los conjuntos de picas que existen.

Estas mediciones se realizan en:

- Puntos de conexión de pantallas a tierra
- Cajas de conexión (cross-bonded, etc.)
- Estos valores serán inferiores o iguales a  $5\Omega$ .

Verificación de la integridad de los descargadores. Se sacan los descargadores de su alojamiento y son sometidos individualmente a una prueba de tensión de 2kV en corriente

continua (cc). Verificando que la corriente absorbida no supera 0,1 mA. En este caso el descargador se considera en buen estado. Durante el desmontaje de los descargadores se verifica y se limpia el interior de su alojamiento de cualquier traza de humedad u otro elemento que pueda alterar las características eléctricas de los descargadores.

b) Pruebas de cubierta del cable

Prueba de tensión para la cubierta del cable. Se realiza aplicando una tensión en corriente continua (cc) de 5kV entre la pantalla metálica y tierra. Durante esta prueba se desconectan los descargadores, extrayéndolos de su posición.

Adicional a lo mencionado anteriormente, para la adecuada operación de las subestaciones del proyecto se deben considerar los siguientes tipos de mantenimiento:

C. Mantenimiento preventivo de equipos y sistemas

Para el mantenimiento preventivo se deben realizar las siguientes pruebas a los equipos:

1) Interruptor de potencia – GIS – pruebas para mantenimiento preventivo

- Inspección visual de la pintura o galvanizado.
- Inspección y verificación de mecanismos de operación, apertura y cierre manual.
- Verificación presión de gas.
- Verificación de mando local y a distancia, apertura y cierre.
- Verificación de hermeticidad.
- Prueba de operación mecanismo de accionamiento.
- Verificación de disparos por protecciones.
- Verificar la puesta a tierra. Ajuste en terminales de puesta a tierra.
- Verificación de equipo de supervisión del gas.
- Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
- Limpieza manual con trapo a porcelanas.
- Comprobar en el armario de mando el estado de la calefacción.
- Detectar y corregir escapes de SF6 por racores, manómetros, bridas, cabezotes y tuberías.
- Comprobar las presiones de SF6.

2) Seccionadores de Potencia – GIS – Pruebas mantenimiento preventivo

- Inspección visual de la pintura o galvanizado.
- Verificación apertura y cierre local - remoto

- Operación cuchilla de puesta a tierra.
  - Verificar la puesta a tierra.
  - Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
  - Limpieza a contactos del seccionador y aplicación de grasa conductora.
  - Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas.
  - Verificar el perfecto alineamiento del seccionador y posición de contactos o cuchillas.
  - Lubricar articulaciones y partes móviles del seccionador.
  - Ajuste en terminales de puesta a tierra
  - Comprobar en el armario de mando el estado de la calefacción.
  - Ajuste de las cajas de mando.
  - Comprobar la operación manual del seccionador en las diferentes direcciones y detectar e identificar cualquier anomalía en sus rodamientos.
- 3) Transformadores de corriente – GIS – pruebas para mantenimiento preventivo
- Inspección visual de la pintura o galvanizado.
  - Verificación de conexiones en alta y baja tensión.
  - Inspección de hermeticidad y nivel de aceite sí lo tiene.
  - Verificar la puesta a tierra.
  - Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conector.
  - Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas
  - Ajuste en terminales de puesta a tierra.
- 4) Transformadores de Tensión – GIS – pruebas para mantenimiento preventivo
- Inspección visual a la pintura o galvanizado.
  - Verificar conexiones en alta y baja tensión.
  - Hermeticidad y nivel de aceite si lo tiene.
  - Verificar la puesta a tierra.
  - Verificación de la placa de características.
  - Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión, aplicar grasa conductora en terminales del conductor.

- Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas.
  - Ajuste en terminales de puesta a tierra.
- 5) Descargadores de sobretensión – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificación anclaje y conexiones.
  - Contador de descarga, verificación de operación.
  - Verificar la puesta a tierra.
  - Verificar corriente de fuga
  - Cambio de tornillería y mantenimiento a conectores de alta tensión aplicar grasa conductora en terminales del conector.
  - Limpieza manual con trapo e inspección de porcelanas
  - Ajuste en terminales de puesta a tierra.
- 6) Malla de puesta a tierra y apantallamiento – pruebas para mantenimiento preventivo
- Inspección calibre del cable de puesta a tierra.
  - Inspección de los electrodos de puesta a tierra, características técnicas.
  - Verificación cajas de pruebas.
  - Limpieza de gravilla.
  - Medida de la resistencia de puesta a tierra.
  - Verificación, conexiones de los equipos y estructuras a la malla de puesta a tierra.
  - Medición de las tensiones de paso y contacto en los sitios acordados con la Interventoría, mediante la inyección de corriente por electrodo remoto.
- 7) Barrajes y cables desnudos – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificación tipo del estado del material (tubo o cable).
  - Inspección soportes: cadenas, aisladores, grapas, conectores.
  - Inspección y ajuste de conectores y terminales
- 8) Tableros de control y medida – Pruebas de mantenimiento
- Inspección visual de la pintura.
  - Anclaje al piso.
  - Calefacción.
  - Verificar Puesta a tierra.
  - Verificación lista de equipos y accesorios.

- Verificación identificación de cables y borneras.
  - Verificación señales desde transformadores de corriente y de potencial.
  - Verificación y operación de instrumentos.
  - Verificación de mandos.
  - Verificación de señalización
  - Verificación de sincronismo.
  - Verificación de alarmas.
  - Identificación de elementos.
- 9) Tableros de Relés – pruebas para mantenimiento preventivo
- Inspección visual de la pintura
  - Anclaje al piso
  - Verificación e identificación de cables y borneras.
  - Verificación Puesta a tierra.
  - Verificación de alarmas.
  - Verificación de disparos
  - Verificar Identificación de elementos
- 10) Tableros de servicios auxiliares – pruebas para mantenimiento preventivo
- Inspección visual
  - Verificación e identificación de cables y borneras.
  - Verificar anclaje al piso
  - Verificar Puesta a tierra.
  - Verificar Identificación de barras y cables
  - Interruptores: verificación de capacidad nominal
  - Mandos, Alarmas y enclavamientos
  - Verificación de operación de relés y alarmas
  - Identificación de elementos
- 11) Cargadores – pruebas para mantenimiento preventivo
- Anclaje al piso
  - Verificación calefacción.

- Verificación Puesta a tierra
  - Identificación de cables y borneras
  - Identificación de elementos
  - Verificación de mandos
  - Verificación de enclavamientos.
  - Verificación de voltajes y corriente de carga
- 12) Baterías – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificación de tensión.
  - Verificación de la densidad del electrolito
  - Verificación del nivel del electrolito
  - Verificación de conexiones entre celdas
  - Verificación de conexiones a tableros de distribución
  - Carga rápida- lenta-temperatura
  - Ventilación adecuada
- 13) Planta Diesel de emergencia – pruebas para mantenimiento preventivo
- Anclaje al piso, alineación, nivelación.
  - Verificar puesta a tierra.
  - Verificación ciclos de operación
  - Enclavamientos.
  - Equipos de medida y señalización.
  - Revisión del generador y sus conexiones.
  - Conexiones al tanque de ACPM.
  - Nivel de aceite, reposición.
  - Verificación carga de Baterías.
  - Limpieza general.
- 14) Sistema de instalaciones eléctricas e iluminación – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificar el contacto seguro en las conexiones y borneras.
  - Realizar limpieza de elementos que puedan ser afectados por el polvo y la contaminación.



- Medir el nivel de tensión o regulación
- 15) Motores de corriente alterna y continua
- Verificar estado de fijación a la base.
  - Verificar conexiones.
  - Verificar Puesta a tierra.
  - Prueba de termografía.
  - Verifica estado de la pintura o galvanizado.
  - Medir tensión de operación
- 16) Bandejas portacables – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificar el estado del galvanizado
  - Verificar el estado de los empalmes.
  - Verificar la puesta a tierra.
- 17) Conectores y terminales – pruebas para mantenimiento preventivo
- Verificar el apriete de las conexiones
- 18) Materiales para el mantenimiento preventivo
- Aeropack penetrante de 16 onzas
  - Penetrox a13 de ocho (8) onzas
  - Tornillos con su tuerca M12\*60 rosca corrida de acero inoxidable.
  - Arandelas planas para tornillo M12 en acero inoxidable.
  - Arandelas de presión para tornillo M12.
  - Cepillos de acero
  - Pliegos de lija 400
  - Kilos de trapo
  - Grasa.
  - Aceite SAE40.
  - Un (1) cilindro de SF6
  - Empaquetadura de neopreno.
  - Loctite pegante

19) Grupo de trabajo para el mantenimiento preventivo

- Un (1) ingeniero coordinador del Mantenimiento Preventivo,
- Dos (2) técnicos.
- Cuatro (4) operarios calificados

D. Mantenimiento predictivo de equipos y sistemas. Listado de pruebas.

Es un mantenimiento basado fundamentalmente en detectar una anomalía antes de que suceda una falla, para dar tiempo a corregirla sin perjuicios al servicio, ni a clientes, etc. Estos controles deben poder llevarse a cabo de forma periódica o continua, en función del tipo de equipo, tipo de red, etc.

Por otra parte, el mantenimiento basado en condiciones, también llamado “predictivo”, se lleva a cabo midiendo periódicamente algunas variables físicas de cada activo, con el uso de los transductores apropiados. Lo anterior se realiza durante la operación normal de los equipos y bajo sus condiciones de tensión nominal. De forma análoga, se realiza el estudio de los “signos vitales”, cuya evaluación permite identificar las condiciones “reales” de operación y confiabilidad del activo. Con la evaluación de la condición se pretende hacer el “mantenimiento correcto en el momento correcto”; ni más, ni menos del requerido, ni antes, ni después de ser realmente necesario. Con ello se busca realmente reducir los costos de mantenimiento, pero, sin sacrificar la confiabilidad de la operación.

Entonces, el objetivo central de mantenimiento predictivo es proveer información sobre la condición de cada activo, suficiente, precisa y oportuna para la toma de decisiones.

Para llegar al objetivo anterior, según la norma ISO 13374-1 (Condition monitoring and diagnostics of machines — Data processing, communication and presentation), es necesario llevar a cabo los siguientes seis pasos:

- Adquisición de Datos
- Procesamiento de los Datos
- Detección de la Condición
- Determinación de la condición de “salud”
- Prognosis o pronóstico de condición
- Generación de Avisos

Se considera que la falta de observancia de cualquiera de estos pasos hará que no se alcance satisfactoriamente el objetivo planteado.

E. Mantenimiento correctivo de equipos y sistemas.

Las siguientes son las actividades que deben realizar para el mantenimiento correctivo de equipos de subestaciones:

- 1) Interruptores de potencia
  - Cambio de contactos de potencia Fijo y Móvil.
  - Cambio del SF6
  - Cambio del mecanismo de operación.
  - Cambio del Interruptor de Potencia.
- 2) Seccionadores de potencia
  - Llenado de SF6
  - Cambio de contactos.
  - Cambio del mecanismo de operación.
  - Cambio de Brazos de corriente.
  - Cambio de aisladores soporte.
  - Cambio de sistema de engranaje.
  - Cambio del Seccionador de Potencia.
- 3) Transformadores de corriente
  - Llenado de SF6.
  - Cambio del Transformador de Corriente.
- 4) Transformadores de tensión
  - Llenado de SF6
  - Cambio del Transformador de Corriente.
- 5) Descargador de sobretensiones
  - Cambio del Descargador de sobretensiones.
- 6) Malla de puesta a tierra
  - Cambio o refuerzo del conductor de la malla y de las colas
  - Cambio de las conexiones.
  - Reposición de gravilla.
- 7) Barrajes y conectores
  - Cambio del conductor o del barraje tubular
- 8) Tableros de control, medidas y protecciones
  - Cambio de borneras.

- Cambio del tablero

#### F. Mantenimiento locativo

Se describen a continuación los trabajos a realizar para llevar a cabo el mantenimiento el mantenimiento locativo de las instalaciones físicas de las subestaciones:

##### 1) Aseo

De acuerdo con la cantidad de tareas y periodicidad de estas, se clasifican los trabajos en dos tipos:

Conservación ordinaria que incluye, con carácter general los siguientes trabajos:

- Limpieza y desinfección de todos los pisos de las instalaciones internas (oficinas, baños, cocinas, bodegas, sala, etc.) y externas (Ventanas, paredes, pasillos, andenes, patios) de la Subestación.
- Retirada de polvo en todo el mobiliario, extintores, barandillas, puertas, ventanas, etc.
- Conservación intensiva que contemplará adicionalmente, la limpieza general de persianas, ventanas, etc., así como la aspiración de polvo en las salas de control, canales de cables en edificios y limpieza de frentes de armarios y paneles.
- El aseo de las instalaciones de la subestación debe realizarse, con una frecuencia de dos (2) veces por semana (en subestaciones donde haya operadores permanentes), y de dos (2) veces por mes (en subestaciones desatendidas) de tal forma que garantice una estricta limpieza en cada subestación en particular.

##### 2) Fumigaciones

Se debe garantizar la erradicación y control de plagas en las subestaciones con fumigaciones y desratización, consistente en la aplicación de fungicidas y cebas en patio de conexiones (cárcamos) y edificaciones en general, para lo cual se deberán cumplir los siguientes puntos:

- Se debe elaborar un cronograma detallado de las fumigaciones para coordinar la presencia del personal de la empresa en las respectivas subestaciones.
- Se deben describir las técnicas que se utilizarán para el control de plagas.
- Se debe anexar la lista de personal que utilizará en estas actividades.
- La rotación de las fumigaciones se hará en ciclos bimensuales o tantas veces como sea necesario para garantizar un control efectivo, previo conocimiento del personal de La Empresa.
- El producto debe cambiarse periódicamente tanto en su presentación como en su composición, buscando siempre la mayor eficacia del proceso.
- La Empresa programará las visitas a las Subestaciones donde se ejecutarán las labores de mantenimiento.

- Se debe garantizar que los productos y procedimientos de trabajo a utilizar para el tratamiento cumplen toda la Normatividad Ambiental Legal vigente.
- Los productos y procedimientos de trabajo deberán cumplir las normas de seguridad no afectando a las personas ni a las instalaciones.

### 3) Desratización

Se deben ejecutar los trabajos y utilizar los materiales necesarios para efectuar la total eliminación de roedores, particularmente de ratas, ratones, zorro chuchó de los recintos de las subestaciones.

El tratamiento se llevará a cabo en todas las zonas del recinto de subestación, abarcando la periferia de la instalación, exteriores e interiores de los edificios, canalizaciones, especialmente en las que existan cables de fuerza y control, desagües y alcantarillados y todas las demás áreas donde puedan alojarse roedores.

Los productos que utilizará en las labores deberán ser Solfac 050 en rotación con k-ohrines y Stomoxin, Racumin en rotación con Klerat Parafinado y Musal granulado, si el tipo de infestación lo amerita los productos pueden ser cambiados comunicándolo por escrito a LA EMPRESA sin costo alguno. A su vez se evitará su deterioro, procediendo a su retirada después de tres meses de exposición o antes en el caso de que deteriorasen.

La desratización deberá controlarse o deberá cambiarse de productos cada tres (3) meses.

### 4) Plaguicidas

Se ejecutarán los trabajos y utilizará los materiales necesarios para efectuar la total eliminación y control de plagas, particularmente de moscas, mosquitos, cucarachas, termitas, etc.

El tratamiento se llevará a cabo en todas las zonas del recinto de la subestación, abarcando la periferia de la instalación, exteriores e interiores de los edificios, canalizaciones, especialmente en las que existan cables de fuerza y control, desagües y alcantarillados y todas las demás áreas donde puedan alojarse estas plagas.

Los plaguicidas deberán ser utilizados o esparcidos con una frecuencia mensual

Se suministrará el herbicida que se utilizará en la fumigación, el cual debe ser: Herbicida ROUND UP DE MONSANTO o uno de igual o mejor calidad del tipo biodegradable con Licencia aprobada por el Ministerio del Medio Ambiente.

Queda expresamente prohibido el empleo de fuego como procedimiento de trabajo.

Los tratamientos se aplicarán mínimo cada vez que se realice desmonte y podas o tantas veces como sea necesario para alcanzar los objetivos exigidos por la empresa.

El procedimiento de aplicación debe cumplir con las normas de seguridad evitando en todo caso el contacto con la piel y los ojos, para lo cual se empleará dispensadores con aplicadores que puedan dosificar la cantidad requerida y que al mismo tiempo eviten el contacto con el producto.

Se efectuarán como mínimo cuatro aplicaciones técnicas al año para cada instalación, realizadas conjuntamente. En caso de que se requiera, se efectuarán inspecciones adicionales.

Se garantizará la eliminación total de la vegetación no deseada en la superficie a tratar.

El transporte del producto a utilizar desde el lugar de almacenamiento por parte del Contratista hasta el lugar de aplicación será efectuado siguiendo las instrucciones del fabricante y el cumplimiento de la Normatividad Ambiental Legal vigente para transporte de sustancias químicas.

El almacenaje de los químicos, en las instalaciones del contratista, debe cumplir con las Normas exigidas en materia ambiental y de Seguridad contra incendios.

3.2.3.2.6 Identificar las rutas más transitadas durante la operación del proyecto.

El Proyecto UPME STR 02-2019 no realizará actividades que impliquen tránsito en las vías durante la etapa de operación.

### 3.2.3.3 Infraestructura asociada al proyecto

#### 3.2.3.3.1 Campamentos transitorios

El Proyecto UPME STR 02-2019 no contará con campamentos para el alojamiento del personal.

#### 3.2.3.3.2 Sitios temporales de acopio y almacenamiento de materiales

El Proyecto UPME STR 02-2019 tendrá acopios temporales en el área de intervención del Proyecto. Para el almacenamiento de materiales, se arrendarán bodegas en áreas aledañas que cumplan con los requerimientos de almacenamiento del material de manera temporal.

#### 3.2.3.3.3 Fuentes de materiales

Dado que el Proyecto UPME STR 02-2019 se encuentra en el Distrito Especial, Turístico y Portuario de Barranquilla, es posible encontrar diferentes opciones para la adquisición de materiales. En la Tabla 3.16 se presentan a dicha autoridad algunos de los establecimientos autorizados

Tabla 3.16 Depósitos de fuentes de materiales

Almacén / Depósito	Licencia Ambiental	Título Minero	Localización
Homecenter Barranquilla	NA	NA	Cl. 30 # 48 – 400. Barranquilla
Materiales la 38	NA	NA	Cr 38 # 57 – 30 Barranquilla
Materiales Barranquilla S.A.S	NA	NA	Cl 36 # 43 - 113 Barranquilla
Materiales atlántico	NA	NA	Cl 31 # 38 – 39 Barranquilla
Materiales Rueda Ltda	NA	NA	Cl 75 # 48 – 13 Barranquilla



Almacén / Depósito	Licencia Ambiental	Título Minero	Localización
Agregados del Atlántico	NA	NA	Complejo industrial Metroparque M1, bodega 24 Barranquilla
Cantera Nisperal / Cementos Argos	Resolución N° 228 del 19 de marzo de 1996, emanada por el Ministerio de Ambiente	Contrato de concesión Minera N° 02952	Km 16 vía al mar zona urbana de Puerto Colombia
Cantera Loma China / Cementos Argos	Plan de Manejo Ambiental otorgado por el ministerio de medio ambiente por resolución n°228 de 19 marzo de 1996	Título minero N° 02952 Reg. Minero DIHC -01 de 07/09/1990	autopista que conduce de Barranquilla a Puerto Colombia, a la altura del Km 8 en la margen izquierda antes de la Ye de los Chinos (cruce a Salgar)
Cantera Casa vieja / Alfredo Cure	licencia ambiental otorgada por resolución N° 0000644 de 8 octubre de 2008	Mediante resolución N° 701052 del 27/06/1997 el ministerio de Minas le otorga Licencia de Explotación N° 21366	Tomando la vía Barranquilla Tubará e el corregimiento Juan Mina por el carretable a 4 Km margen derecha
Cantera San Juan de Dios / Cementos Argos	Se otorgó Licencia Ambiental mediante Resolución N° 00040 de 14 de enero de 2005	Mediante Resolución N° 701437 de 12/09/1997, se otorgó concesión minera con registro 21539 y se registró bajo el número GHMH-01, expedido por MINERCOL, posteriormente se cedieron derechos el 12 marzo de 2003 a CONCRECEM y se protocolizo con el Reg. Mine	finca San Juan de Dios

Fuente: Integral S.A., 2020

#### 3.2.3.3.4 Plantas de procesos

En la Tabla 3.17 se pueden observar las plantas de proceso que se pueden encontrar cerca o en la zona del proyecto, con el fin de adquirir con terceros autorizados.

Tabla 3.17 Plantas de proceso

Planta	Descripción	Localización
Ultracem	Cemento, concreto, mortero seco y cal hidratada	Km 2,3, Carretera de la Cordialidad, Galapa
Cantera Nisperal / Cementos Argos	Cemento, concreto y agregados	Km 16 vía al mar zona urbana de Puerto Colombia
Cantera Loma China / Cementos Argos	Cemento, concreto y agregados	autopista que conduce de Barranquilla a Puerto Colombia, a la altura del Km 8, en la margen izquierda antes de a Ye de los Chinos (cruce a Salgar)

Fuente: Integral S.A., 2020

### 3.2.3.3.5 Infraestructura de drenaje

El Proyecto UPME STR 02-2019 por las características y la ubicación dentro del área Metropolitana de Barranquilla, cuenta con infraestructura existente para la conexión de la red de drenaje que incluye el sistema de acueducto y alcantarillado de la ciudad.

### 3.2.3.3.6 Infraestructura de geotecnia

Como resultados del análisis de ingeniería, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- De acuerdo con la investigación geotécnica realizada, el perfil estratigráfico se determinó que es típico del sector, la estratigrafía está definida en su totalidad por suelos granulares, de los cuales clasificaron de acuerdo al sistema unificado de clasificación de suelos, como arenas limosas, arenas arcillosas, arenas limo arcillosas, arenas limosas bien gradada y mal gradadas y limos arcillosos de baja plasticidad., presentando compacidades relativas entre suelta y muy densa, correspondiente a números de golpes/pie, superiores a 5, obtenidos del ensayo de penetración estándar SPT.
- Cualquier tipo de excavación para la construcción de la cimentación, se podrá ejecutar a talud vertical (con taludes a 90°) hasta una altura crítica de 1.40 metros, debiéndose evitar su exposición a régimen de escorrentías superficiales, para los cuales se recomienda que no se mantengan abiertas por mucho tiempo. De acuerdo a las características del suelo.
- Es importante tener en cuenta que si se desea realizar excavaciones mayores a la altura crítica de corte, se deberán tomar medidas por parte del constructor que estabilicen el corte, mediante la colocación de ademes, entibados o similar.
- Como resultado de la ejecución de esta obra, se deben estudiar las variantes que puedan presentarse en cuanto a condiciones ambientales o afectación de obras adyacentes. De acuerdo con las necesidades del proyecto, la conveniencia del lugar cumple ampliamente con los requisitos geotécnicos, para la ejecución de este

#### A. Cimentación banco de ductos

De acuerdo con los análisis efectuados, la cimentación para los bancos de ductos se podrá realizar, Bajo una capa de solado de resistencia 17.5 Mpa, con un espesor cercano a 0.10 metros (véase Figura 3.15), luego se recubrirá el banco de ductos con material seleccionado compactado en capas no mayores a 0.20 metros, hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima obtenido del ensayo Proctor modificado, este material seleccionado se extenderá encima del tubo superior del banco como mínimo 0.15 metros de espesor. Luego de disponer el material seleccionado, se ubicará una placa en concreto de espesor 0.05 metros, de resistencia definida por el ingeniero estructural; encima de la placa de concreto se seguirá colocando el material seleccionado debidamente compactado y con un espesor cercano a 0.15 metros.

Encima de la estructura o capas que conforman el banco, se ubicará el material seleccionado tipo subbase de espesor cercano a 0.20 metros, y 0.15 metros de arenilla, correspondiente a la estructura de andén. La base de los ductos tendrá una profundidad de 1.30 metros con respecto a la cota actual del terreno – Vía, Sin embargo, en algunos puntos del trazado se requerirá enterrarlas a 2.5 m, a continuación, se muestran los esquemas de los bancos de ductos a construir.

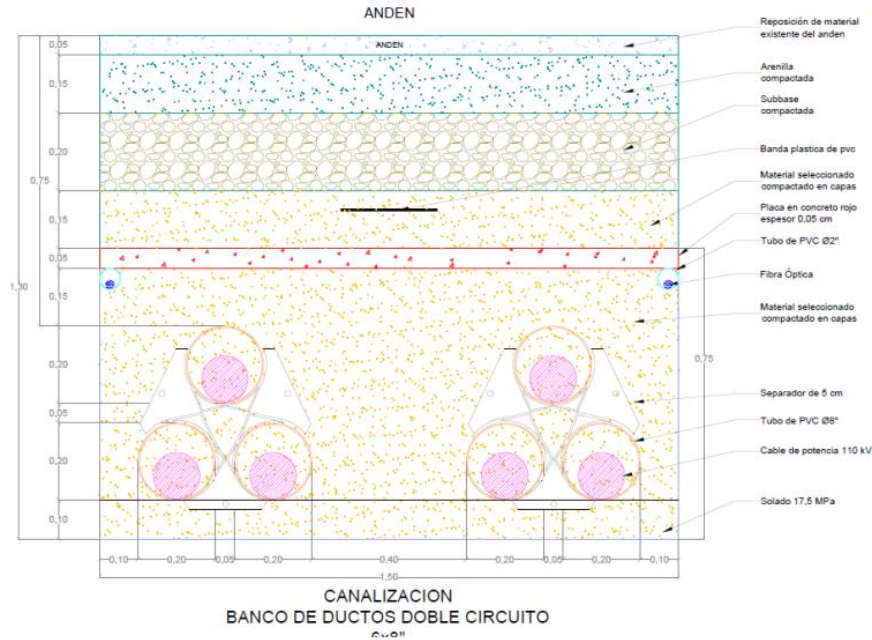


Figura 3.15 Detalles de banco de ductos doble circuito 6x8"

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

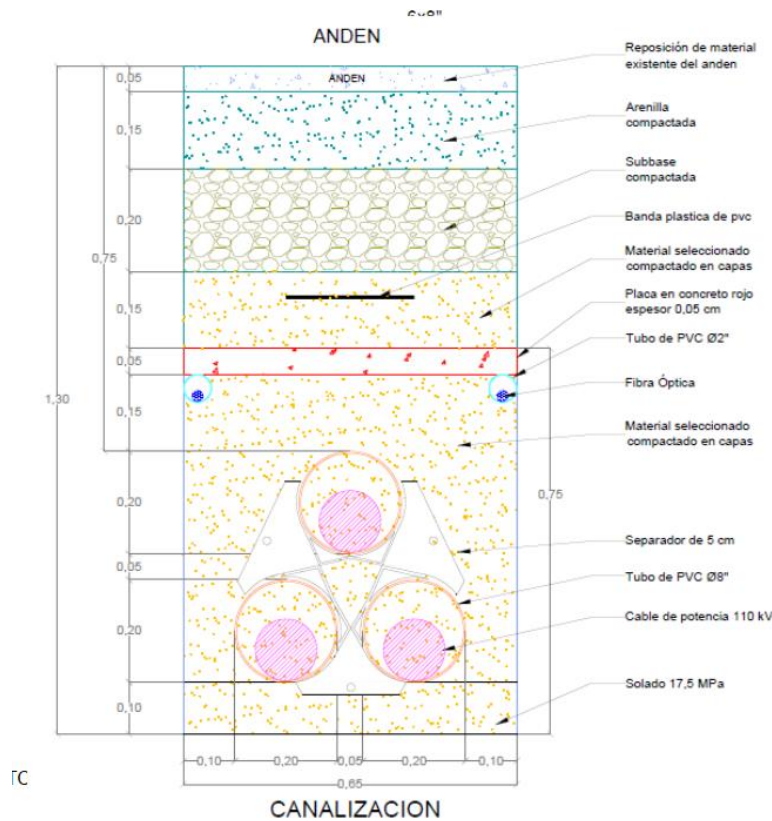


Figura 3.16 Detalles de banco de ductos circuito sencillo 3x8”

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

### B. Profundidad de desplante

Dadas las características del terreno y el tipo de estructura a construir, se recomienda que la base de los ductos se desplante a 1.30 metros de profundidad o 2.50 metros cuando se requiera.

### C. Capacidad portante

Para el cálculo de la capacidad portante, en base a las características geotécnicas de los suelos evidenciados, se plantearon modelos geotécnicos para determinar la capacidad portante. Se define a continuación los modelos:

- Modelo I: entre sondeos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8.
- Modelo II: entre sondeos 9, 10, y 11.

La cimentación de los ductos en este sector se diseñará para una capacidad portante del suelo de 18.00 ton/m<sup>2</sup>. A la profundidad de desplante de 1.30 metros y para el tipo de

cimentación recomendado se tiene un valor de módulo de reacción del suelo  $K_s = 2.16$  kg/cm<sup>3</sup>.

Tabla 3.18 Capacidad admisible del suelo a distintas profundidades

Profundidad de desplante (m)	Capacidad admisible (ton/m <sup>2</sup> )	Módulo de reacción del suelo (kg/cm <sup>3</sup> )
1.3	18.00	2.16
2.0	20.40	2.44
2.5	22.70	2.66

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

#### D. Capacidad portante modelo II

La cimentación de los ductos en este sector se diseñará para una capacidad portante del suelo de 24.70 ton/m<sup>2</sup>. A la profundidad de desplante de 1.30 metros y para el tipo de cimentación recomendado se tiene un valor de módulo de reacción del suelo  $K_s = 2.97$  kg/cm<sup>3</sup>.

Tabla 3.19 Capacidad admisible del suelo a distintas profundidades

Profundidad de desplante (m)	Capacidad admisible (ton/m <sup>2</sup> )	Módulo de reacción del suelo (kg/cm <sup>3</sup> )
1.3	24.70	2.97
2.0	27.70	3.33
2.5	31.10	3.73

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

#### E. Cimentación cajas de empalme y de tiro

Bajo losa de cimentación apoyada sobre una capa de solado de 0.05 metros.

#### F. Losa de cimentación

Las cajas de empalme y de tiro se apoyarán sobre una losa de concreto reforzado con un espesor sugerido entre 0.10 m y 0.15 m de espesor, el cual será chequeado y definido por el ingeniero estructural, la cual reposará sobre una capa de solado de 0.05 m de espesor.

#### G. Profundidad de desplante

Dadas las características del terreno y el tipo de estructura a construir, se recomienda que la cimentación se desplante a una profundidad de 1.45 metros con respecto a la cota actual del terreno.

#### H. Capacidad portante modelo I

Para cimentación bajo losa, a una profundidad de 1.45 metros, el suelo presenta una capacidad de soporte admisible de 19.40 ton/m<sup>2</sup>. Se esperan asientos máximos en el orden de 2.28 cm. Para la cimentación recomendada, se deberá tener en cuenta un módulo de reacción  $K_s = 2.32$  kg/cm<sup>3</sup>.

#### I. Capacidad portante modelo II

Para cimentación bajo losa, a una profundidad de 1.45 metros, el suelo presenta una capacidad de soporte admisible de 25.70 ton/m<sup>2</sup>. Se esperan asentamientos máximos en el orden de 1.57 cm. Para la cimentación recomendada, se deberá tener en cuenta un módulo de reacción  $K_s = 3.08 \text{ kg/cm}^3$ .

#### J. Entibados

Es importante aclarar que de acuerdo con las características del suelo encontrado, se podrán ejecutar taludes verticales (90°), hasta 1.40 metros. Si se proyectan excavaciones mayores a 1.40 metros, el entibado escogido podrá ser metálico o de madera, pero capaz de soportar el valor máximo alcanzado por el esfuerzo total en la profundidad de la zanja. Siguiendo la teoría de Rankine, se presentan los coeficientes de presión de tierras para las condiciones de reposo ( $K_o$ ), activo ( $K_a$ ) y pasivo ( $K_p$ ), para la determinación de las presiones que ejercerá el suelo contra estructuras de contención.

$$K_o = 1 - \sin \phi$$

$$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$$

$$K_p = \tan^2 (45 + \phi/2)$$

Se tendrá en cuenta empujes de tierra con un coeficiente de presión de tierras activo y estático de  $K_a = 0.36$ , y empuje pasivo  $K_p = 2.77$ , y un peso unitario de  $\gamma_s = 1.90 \text{ ton/m}^3$ .

##### 1) Procedimiento constructivo

Para las excavaciones que se requiere efectuar, se podrán realizar manualmente o con equipo mecánico, con taludes a 90°, hasta una profundidad de 1.40 metros, no se prevé utilizar sistemas de abatimiento de aguas.

El fondo de las excavaciones para las cimentaciones deberá ser nivelado antes de proceder a fundir el cimiento.

Se aplicará un solado en concreto de 2.500 psi con espesores entre cinco y siete centímetros, luego será colocado el refuerzo de la cimentación para su posterior vaciado.

Los rellenos proyectados serán compactados en subcapas no mayores a 0.20 metros, hasta alcanzar el 95% de la densidad seca máxima, obtenida del ensayo Proctor modificado.

Se prevé que para las perforaciones horizontales dirigidas no se tengan problemas de acuerdo a la estratigrafía encontrada, de igual forma el constructor deberá revisar la viabilidad de las perforaciones, según los puntos en el trazado de la línea.

##### 3.2.3.3.7 Infraestructura de suministro de energía

Las fuentes de generación de energía serán por medio de grupos electrógenos (plantas) en los sitios de las obras y en lo proceso de operación y mantenimiento del sistema de transmisión. Se calcula disponer de seis (6) plantas diésel de 25, debidamente calibradas y cumpliendo las normas sobre emisiones atmosféricas.



### 3.2.3.3.8 Infraestructura de suministro de agua

El agua para uso industrial y doméstico se obtendrá de terceros debidamente autorizados. Se podrá obtener de la empresa prestadora de servicio de acueducto del Distrito Especial, Turístico y Portuario de Barranquilla, Triple A.

### 3.2.3.4 Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

Por las características y ubicación de la infraestructura del proyecto, no se requiere que se realicen actividades de reubicación o traslado de ninguna infraestructura o red de servicios presentes en la zona. En la Tabla 3.20 se muestra la infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.

Tabla 3.20 Infraestructura y redes de servicios

Tipo	Infraestructura	Descripción
Servicios Públicos	Redes de acueducto y alcantarillado	3_ANEXOS_ABIOTICO_5_DP_GEORADAR_TERMOFLORES_OASIS 3_ANEXOS_ABIOTICO_6_DP_GEORADAR_OASIS_ESTADIO 3_ANEXOS_ABIOTICO_7_DP_GEORADAR_ESTADIO_CENTRO 3_ANEXOS_ABIOTICO_8_DP_GEORADAR_MAGDALENA_RIO 3_ANEXOS_ABIOTICO_9_DP_GEORADAR_MAGDALENA_TEBSA 3_ANEXOS_ABIOTICO_10_DP_GEORADAR_MAGDALENA_UNION
	Redes de oleoductos y gas	
	Redes eléctricas	
	Redes de tecnologías de la información y las comunicaciones	

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

### 3.2.4 Insumos del proyecto

Para la ejecución y operación del proyecto se debe presentar el listado y la estimación de los volúmenes de insumos que se relacionan a continuación:

Tabla 3 Insumos del proyecto

Características	Descripción
Materiales de construcción	Los Materiales pétreos (explotados en minas y canteras usados como agregados en la fabricación de concretos, pavimentos, obras de tierra y otros productos), deben ser adquiridos por terceros autorizados en cumplimiento de la normatividad nacional vigente.
Otros	Los materiales y productos como combustibles, aceites, grasas, disolventes, reactivos, entre otros. Deben ser adquiridos por terceros autorizados en cumplimiento de la normatividad nacional vigente.
Material sobrante	Balance de masas de los materiales de excavación y de relleno: Se debe especificar la cantidad de material a reutilizar en el proyecto. Para cada ZODME propuesta describir la conformación tipo, taludes, altura máxima y las obras necesarias para el manejo.

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

En la Tabla 3.21 se muestra el listado de insumos que se estiman para realizar la construcción del Proyecto UPME STR – 02.

Tabla 3.21 Insumos preliminares para construcción del Proyecto UPME STR - 02

Descripción	Un	Cantidad
Concreto premezclado 4000 PSI e: 18	M³	4.849,91
Bloque	Un	402,00
Mortero 1:3	M³	20,06
Abrazadera de cable BKK	Un	378,00
Acero 60000 PSI	kg	224.852,00
Combustible Vehiculos	Gl	28.800
Adoquin 10x20x8 centímetros	Un	3.335,00
Antisol rojo sika	Kg	645,42
Arena	M³	11,85
Bentonita	kg	54.000,00
Cable de cobre desnudo No. 4/0	MI	3.840,00
Caja Linkbox SC18/90 X - cross bonding	Un	37,00
Capuchon temoretractil para cable 2000 mm²	Un	156,33
Cemento Portland Tipo I	Sc	55,30
Cinta de señalización de polietileno apra señalización ductos	MI	19.393,80
Concreto de 2500 PSI (17.5 MPA)	M³	359,67
Concreto 3000 PSI	M³	10.932,19
Concreto estampado de 3000 PSI (premezclado)	M³	26,10
Empalme recto MCB145	Un	90,00
Entibado	M²	217.946,80
Estaca de 0,40 mt	Un	645.251,12
Fibra óptica multimodo, 12 Fibras, chaqueta color naranja, con armadura tipo served (SWA)	MI	71.178,60
Gramma natural	M²	3.204,20
Granito No. 4	kg	345,60
Hidrosolta	kg	16.000,00
Imprimación incolora a base de poliuretano, para mejorar la cohesión de los bordes de la junta a sellar e incrementar la adherencia con la masilla selladora	Lt	234,76
Pintura para exterior koraza	Gl	1,79
Limpiador PVC	GL	19,66
Cartucho de masilla elastómera monocomponente a base de poliuretano, de color gris, de 600 ml, tipo F-25 HM según ISO 11600, muy adherente, con elevadas propiedades elásticas, resistente al envejecimiento y a los rayos UV.	Un	784,18
Mezcla asfáltica	M³	84,00

Descripción	Un	Cantidad
Motero 1:4	M <sup>3</sup>	0,27
Mortero rojo (placa o hecho en obra)	M <sup>3</sup>	144,86
Polywater (lubricante para cable)	Gl	10.552,23
Puntilla de 2 ½".	LB	25.810,04
Soldadura caldwell 150 gr	Un	1.152,00
Soldadura PVC	Gl	39,33
Soporte en tresbolillo en PVC	Un	15.651,93
Subbase para lleno vial tipo invias	M <sup>3</sup>	25.173,15
Tablon de gres	M <sup>2</sup>	434,84
Tubo PEAD 28"	MI	1.440,00
Terminal GIS (SF6) MBB 126 MBB-126A-AL2500M/400 TMOKC	Jg	29,00
Tubo conduit P.V.C. DB 2"	MI	39.327,60
Tubo PVC corrugado de 8"	MI	70.433,70
Varilla cooperweld 5/8" x 2,44 mt	Un	128,00
Cable 123 kV AL XLPE 1x2000 mm2	MI	70.348,20

Fuente: Energía de Colombia S.T.R E.S.P S.A.S, 2020

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

Cuando sea posible el material extraído de las excavaciones será utilizado en los rellenos previa aprobación del Interventor. Cuando el aprovechamiento no sea inmediato el Contratista procederá a colocarlo en un sitio conveniente para su utilización posterior. El material sobrante de las excavaciones deberá llevarse a las zonas de desecho mostradas en los planos o indicadas por el Interventor.

Las zonas de desecho deben dejarse en condiciones satisfactorias de nivelación y drenaje. El Contratista deberá preparar adecuadamente los sitios en donde se va a depositar los materiales de desecho y colocar estos en forma tal que se garantice su estabilidad. El material se colocará en capas no mayores de 50 cm extendidas de tal manera que los equipos de acarreo pasen por encima de las capas colocadas anteriormente para darles alguna compactación. En ningún caso se permitirá botar el material a los lados de la excavación y tampoco en pilas en las zonas de desecho.

El proyecto no requerirá ZODME. El material sobrante de excavación que no será reutilizado se dispondrá en cualquiera de los sitios autorizados en el Distrito Especial, Turístico y Portuario de Barranquilla (por la Autoridad ambiental Barranquilla Verde o por la CRA), de igual forma el transporte de este material se realizará por empresas autorizadas para tal fin. Algunos de los gestores autorizados se pueden ver en la Tabla 3.11.

Tabla 3.22 Sitios autorizados para la gestión de residuos de construcción y demolición (RCD)

Gestor	Tipo de Autorización	Teléfono	Dirección
Construcciones y Desarrollo Urbano S.A.S	Transporte	(5) 356 69 77	Calle 110 N° 35 – 78 Bodega 2
DEMOLCON S.A.S	Transporte	300 554 36 98	Carrera 21 N° 105 -104
Triple A S.A. E.S.P	Transporte	(5) 361 43 45	Carrera 58 N° 67 – 09
ROYAL IMGENIERIA S.A.A	Planta de aprovechamiento	(5) 311 78 31	Carrera 57 N° 99ª – 65
Grupo Argos S:A.	Planta de aprovechamiento	(5) 361 67 00	NA
Mar Aseo S.A.S E.S.P	Planta de aprovechamiento	(5) 373 16 55	Carrera 64 N°79 - 117

Fuente: Integral S.A., 2020

Los volúmenes estimados del material al disponer se encuentran en la Tabla 3.12 y Tabla 3.13 dicho material será entregado a un gestor autorizado previa verificación del cumplimiento de la documentación ambiental vigente.

Tabla 3.23 Localización georreferenciada de los gestores autorizados

GESTOR	X	Y
Construcciones y Desarrollo Urbano S.A.S	4.799.477,00	2.771.876,20
DEMOLCON SAS	4.806.555,54	2.769.563,34
Triple A S.A. E.S.P	4.803.806,49	2.773.897,95
ROYAL IMGENIERIA S.A.A	4.800.389,08	2.775.989,39
Mar Aseo S.A.S E.S.P	4.802.761,00	2.775.337,65
Homecenter Barranquilla	4.805.060,80	2.768.286,84
Materiales la 38	4.803.786,20	2.772.216,58
Materiales Barranquilla SAS	4.805.620,82	2.772.174,77
Materiales Atlántico	4.805.811,06	2.771.562,79
Materiales Rueda Ltda	4.802.510,91	2.773.896,42
Agregados del Atlántico	4.799.665,16	2.768.261,42
Cantera Nisperal Cementos Argos S:A.	4.799.844,36	2.777.878,85
Cantera Loma China / Cementos Argos	4.791.372,35	2.775.220,75
Cantera San Juan de Dios / Cementos Argos	4.789.848,78	2.775.416,76
Grupo Argos S:A.	4.805.901,22	2.764.520,67
Cantera Casa vieja / Alfredo Cure	4.789.476,51	2.770.623,82

Fuente: Integral S.A., 2020

### 3.2.6 Residuos peligrosos y no peligrosos

Los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción del proyecto se clasificarán en residuos peligrosos y no peligrosos, y se llevarán a cabo actividades de

separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte y disposición; además de las respectivas actividades de capacitación de manejo integral de residuos sólidos.

El manejo de los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos se hará de acuerdo con el PMA\_ABIO\_03 Programa de Manejo integral de residuos sólidos, escombros y excavación.

La disposición final de los residuos sólidos ordinarios que genere el proyecto se realizará por medio de la empresa de servicios públicos de Barranquilla. Es importante anotar que esta empresa cuenta con su propio relleno sanitario, el cual se ubica a 15 km de Barranquilla en la vía Juan Mina – Tubará, Municipio de Galapa, y cuenta con licencia ambiental otorgada por la Corporación Autónoma de Atlántico- CRA- mediante resolución. La generación aproximada de residuos sólidos se presenta en la Tabla 3.24.

Tabla 3.24 Clasificación de los residuos sólidos no peligrosos

Producción en Peso					Producción en Volumen			
Tipo de residuos	Composición %	Producción estimada			*Peso Específico kg/m <sup>3</sup>	Volumen estimado		
		kg/día	kg/Sem	kg/Mes		m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /sem	m <sup>3</sup> /mes
Reciclables								
Papel	10%	24	168	672,00	89	0,270	1,888	7,551
Cartón	10%	24	168	672,00	50	0,480	3,360	13,440
Vidrio	10%	24	168	672,00	196	0,122	0,857	3,429
Metales (latas)	1%	2,4	16,8	67,20	89	0,027	0,189	0,755
Plástico	5%	12	84	336,00	65	0,185	1,292	5,169
	Total	86,4	604,80	2.419,20	Total	1,084	7,586	30,343
No reciclables								
Residuos de comida	55%	132	924,00	3.696,00	291	0,454	3,175	12,701
Residuos de jardinería	4%	9,6	67,20	268,80	101	0,095	0,665	2,661
Otros: contaminados sin posibilidad de reciclaje (mezclados)	5%	12	84,00	336,00	131	0,092	0,641	2,565
Total	100%	153,6	1.075,20	4.300,80	Total	0,640	4,482	17,927
Producción total reciclables + no reciclables		240	1680	6720	Volumen total reciclables y no reciclables	1,724	12,068	48,271

\*Fuente: Tchobanoglous G, Theisen H; Vigil S., Gestión Integral de residuos sólidos. Vol. I, México, 1998. Pag. 82,83

Fuente: Integral S.A., 2020

### **3.2.6.1 Separación, clasificación y almacenamiento de residuos sólidos, escombros y excavación**

Cada frente de obra deberá tener uno o varios sitios para el almacenamiento temporal de los residuos, según su tipo, debidamente señalizados y de acuerdo con el código establecido. El tamaño y tipo de recipiente dependerá de la cantidad y tipología de los

residuos generados. El rótulo deberá contener información clara y fabricarse en materiales resistentes al agua.

La separación de los residuos sólidos en la fuente es la forma más eficaz de lograr la recuperación y aprovechamiento de materiales y garantizar la correcta disposición final de los residuos de acuerdo con sus características. En las instalaciones temporales y frentes de trabajo se separan los residuos sólidos generados, para lo cual se contará con recipientes localizados en áreas estratégicas para que se hagan visibles. Los recipientes para la clasificación de los residuos se identificarán de acuerdo con el código de colores establecido en el artículo cuarto de la Resolución 2184 de 2019 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que se presenta en la Tabla 3.25 y deberán ser rotulados indicando el tipo de residuo que se debe depositar en cada uno.

Tabla 3.25 Clasificación de residuos sólidos más frecuentes

Tipo de Residuo	Residuos más frecuentes	Color
Residuos orgánicos aprovechables	Estos son los que se componen de restos de comida y restos vegetales de origen domiciliario	Verde
Residuos Aprovechables	Plástico, vidrio, metales, multicapa, papel y cartón	Blanco
Residuos No Aprovechables	Envolturas de mecato, chicles, icopor, servilletas sucias y espumas.	Negro

Fuente: Integral S.A., 2020



3.2.7 Costos del proyecto

PROYECTO UPME STR 02 – 2019 ATLANTICO  
PRESUPUESTO DE OBRAS UPME STR 02 – 2019



	COSTO EN USD	COSTO EN COP	COSTO TOTAL COP *
<b>1. COSTOS DE INVERSIÓN</b>	USD 8.796.877	COP 121.198.002.493	COP 160.779.209.488
<b>1.1 SUMINISTROS</b>	USD 8.796.877	COP 5.099.869.700	COP 34.681.376.451
GIS	USD 2.920.812		
SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES AC/DC y CABLES	COP	COP 5.099.869.700	COP 5.780.257.200
CABLE DE POTENCIA XLPE (incluye accesorios)	USD	USD 5.875.265	
<b>1.2 COSTOS DE PREPARABILIDAD, FACTIBILIDAD Y DISEÑO</b>		COP 3.923.603.508	COP 3.923.603.508
Costos de preparabilidad, factibilidad y diseño (contrato de diseño)	COP	COP 3.923.603.508	COP 3.923.603.508
<b>1.3 PREDIOS TERRENOS Y SERVIDUMBRES</b>		COP 3.700.000.000	COP 3.700.000.000
Costos de predios	COP	COP 3.700.000.000	COP 3.700.000.000
<b>1.4 OBRAS CIVILES PRINCIPALES Y ACCESORIAS</b>		COP 53.548.104.636	COP 53.548.104.636
Valor obras civiles en subestaciones e interfaces	COP	COP 12.055.002.717	COP 12.055.002.717
S.E. Estadio (2 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 3.016.504.884	COP 3.016.504.884
S.E. Magdalena (3 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 3.583.961.415	COP 3.583.961.415
S.E. la Unión (2 bahías, 1 barra)	COP	COP 2.454.067.889	COP 2.454.067.889
S.E. Termofores 1 (2 bahías convencionales, 2 barras)	COP	COP 1.111.993.360	COP 1.111.993.360
S.E. las Flores (2 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 218.046.082	COP 218.046.082
S.E. Oeste (1 bahía + Acople, 2 barras)	COP	COP 480.351.562	COP 480.351.562
S.E. Centro (1 bahía + acople, 2 barras)	COP	COP 271.469.103	COP 271.469.103
S.E. El Río (1 bahía convencional, 1 barra)	COP	COP 918.606.410	COP 918.606.410
S.E. Tebas (1 bahía sólo consola)	COP		
Valor obras civiles en líneas eléctricas	COP	COP 41.493.181.919	COP 41.493.181.919
LT 3C 110KV SE Oeste - SE Estadio (2km)	COP	COP 7.657.114.406	COP 7.657.114.406
LT 3C 110KV SE Estadio - SE Centro (3,5km)	COP	COP 6.490.858.489	COP 6.490.858.489
LT 3C 110KV SE Termofores 1 - SE Oeste (3,5km)	COP	COP 9.300.531.853	COP 9.300.531.853
LT 3C 110KV SE Termofores 1 - SE las Flores - Río (1 km)	COP	COP 1.142.784.350	COP 1.142.784.350
LT 3C 110KV SE Magdalena - SE Tebas (2km)	COP	COP 3.958.732.671	COP 3.958.732.671
LT 3C 110KV SE Magdalena - SE Unión (2km)	COP	COP 4.466.398.136	COP 4.466.398.136
LT 3C 110KV SE El Río - SE Magdalena (5,5km)	COP	COP 8.476.762.029	COP 8.476.762.029
<b>1.5 MONTAJE ELECTROMECANICO LINEAS Y EQUIPOS</b>		COP 63.895.718.409	COP 63.895.718.409
Valor de obras de montaje electromecánico en subestaciones e interfaces	COP	COP 16.016.489.858	COP 16.016.489.858
S.E. Estadio (2 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 2.408.526.608	COP 2.408.526.608
S.E. Magdalena (3 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 3.202.751.213	COP 3.202.751.213
S.E. la Unión (2 bahías, 1 barra)	COP	COP 1.666.505.972	COP 1.666.505.972
S.E. Termofores 1 (2 bahías convencionales, 2 barras)	COP	COP 1.574.688.972	COP 1.574.688.972
S.E. las Flores (2 bahías + acople, 2 barras)	COP	COP 2.657.076.048	COP 2.657.076.048
S.E. Oeste (1 bahía + Acople, 2 barras)	COP	COP 1.829.465.921	COP 1.829.465.921
S.E. Centro (1 bahía + acople, 2 barras)	COP	COP 1.789.803.571	COP 1.789.803.571
S.E. El Río (1 bahía convencional, 1 barra)	COP	COP 987.630.552	COP 987.630.552
S.E. Tebas (1 bahía sólo consola)	COP		
Valor obras de montaje electromecánico en líneas	COP	COP 47.879.288.551	COP 47.879.288.551
LT 3C 110KV SE Oeste - SE Estadio (2km)	COP	COP 6.480.179.286	COP 6.480.179.286
LT 3C 110KV SE Estadio - SE Centro (3,5km)	COP	COP 5.273.794.905	COP 5.273.794.905
LT 3C 110KV SE Termofores 1 - SE Oeste (3,5km)	COP	COP 14.195.720.025	COP 14.195.720.025
LT 3C 110KV SE Termofores 1 - SE las Flores - Río (1 km)	COP	COP 3.233.740.865	COP 3.233.740.865
LT 3C 110KV SE Magdalena - SE Tebas (2km)	COP	COP 4.698.638.025	COP 4.698.638.025
LT 3C 110KV SE Magdalena - SE Unión (2km)	COP	COP 3.176.068.308	COP 3.176.068.308
LT 3C 110KV SE El Río - SE Magdalena (5,5km)	COP	COP 10.821.147.138	COP 10.821.147.138
<b>1.6 VALOR DE INTERVENTORIA</b>		COP 1.030.696.240	COP 1.030.696.240
Valor contrato de interventoría	COP	COP 1.030.696.240	COP 1.030.696.240
<b>1.7 EJECUCIÓN DEL PLAN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		COP 0	COP 0
Valor ejecución del plan de Impacto ambiental	COP	COP 0	COP 0
<b>2. COSTOS DE OPERACIÓN</b>		COP 11.641.777.609	COP 11.641.777.609
<b>2.1 VALOR DE LAS MATERIAS PRIMAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL PROYECTO</b>		COP 722.500.000	COP 722.500.000
Repuestos, materiales y herramientas	COP	COP 722.500.000	COP 722.500.000
<b>2.2 VALOR MANTO DE OBRA CALIFICADA Y NO CALIFICADA EN ACM</b>		COP 10.736.213.283	COP 10.736.213.283
Cuadrilla de ACM por 25 años (incluye transporte)	COP	COP 10.736.213.283	COP 10.736.213.283
<b>2.3 VALOR ARRENDAMIENTOS, SERVICIOS PÚBLICOS, SEGUROS Y OTROS SERVICIOS</b>		COP 183.064.326	COP 183.064.326
Pagos de arrendamiento, servicios públicos, seguros y otros servicios	COP	COP 183.064.326	COP 183.064.326
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	USD 8.796.877	COP 162.839.870.102	COP 172.421.697.052

\* Nota: El valor usado para unificar el valor a pesos colombianos es la tasa representativa usada para la oferta 1 usd= 2363 pesos 2020 cuando se presenta la oferta a la UPME.

### 3.2.8 Cronograma del proyecto

La Operación de las subestaciones del proyecto se realizará durante 25 Años, contados a partir del día 30 de Octubre de 2023, fecha prevista como inicio de operación, período de tiempo al cual se suma el tiempo transcurrido entre el día 28 de enero de 2020 fecha de adjudicación de la convocatoria pública UPME STR 02-2019 y el 30 de Octubre de 2023, durante el cual se cumplirá con las etapas de diseños de ingeniería básica y de detalle, trámite de permisos y Licencias, la etapa constructiva, de suministros y montajes, puesta a punto y pruebas, lo cual da una duración cercana a los veintiocho (28) años.

En la Tabla 3.26 se muestra el cronograma del proyecto

Tabla 3.26 Cronograma del proyecto

id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
0	SUMINISTROS Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS A LAS SUBESTACIONES TERMOFLORES, LAS FLORES, CENTRO, OASIS, EL RIO, MAGDALENA, UNIÓN, TEBSA Y ESTADIO	1.211	28-ene-20	22-may-23	Sí											
1	HITOS	483	28-ene-20	24-may-21	No											
2	Adjudicación UPME	0	28-ene-20	28-ene-20	No											
3	Concepto de cumplimiento de requisitos para la emisión del IEA	0	27-feb-20	27-feb-20	Sí											
4	CREG 071 oficialización del EIA y notificación ejecutoria	0	19-may-20	19-may-20	No											
5	Firma contrato interventoría	0	27-may-20	27-may-20	No											
6	Contrato de interventoría firmado aprobado por la UPME	0	28-ene-20	28-ene-20	No											
7	Financiación y otros	207	30-oct-20	24-may-21	Sí											
8	Proceso de selección del banco y estudios	150	30-oct-20	28-mar-21	No											
9	Información necesaria disponible	0	09-may-21	09-may-21	Sí											
10	Desembolso de la deuda	0	24-may-21	24-may-21	Sí											
11	PRELIMINARES Y MOVILIZACION	63	27-feb-20	29-abr-20	Si											
12	Contratación personal inicial	63	27-feb-20	29-abr-20	Si											
13	Movilización	14	12-mar-20	25-mar-20	No											

id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
14	Implantación física	21	26-mar-20	15-abr-20	No											
15	<b>PERMISOS</b>	<b>429</b>	<b>28-mar-20</b>	<b>30-may-21</b>	No											
16	Permisos Ambientales	396	09-abr-20	09-may-21	Si											
40	Gestión Predial	429	28-mar-20	30-may-21	No											
96	<b>INGENIERÍA</b>	<b>1113</b>	<b>26-mar-20</b>	<b>12-abr-23</b>	No											
97	Invitación a licitar para seleccionar consultor ingeniería	35	26-mar-20	29-abr-20	No											
98	Gestión de contratación de ingeniería	28	30-abr-20	27-may-20	No											
99	<b>Ingeniería Básica</b>	<b>225</b>	<b>28-may-20</b>	<b>06-feb-21</b>	No											
110	<b>Ingeniería detalle</b>	<b>124</b>	<b>27-feb-21</b>	<b>30-jun-21</b>	No											
115	Elaboración de planos "as built" de líneas y subestacion	90	13-ene-23	12-abr-23	No											
116	<b>SUMINISTROS</b>	<b>565</b>	<b>13-dic-20</b>	<b>20-jun-22</b>	No											
117	Acuerdos técnicos con interventoría previos a la compra de equipo	30	03-dic-20	01-ene-21	No											
118	<b>Subestaciones</b>	<b>535</b>	<b>02-ene-21</b>	<b>20-jun-22</b>	No											
174	<b>Líneas subterráneas</b>	<b>429</b>	<b>02-ene-21</b>	<b>06-mar-22</b>	No											
220	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>848</b>	<b>05-ene-21</b>	<b>02-may-23</b>	No											
221	<b>CONTRATOS</b>	<b>367</b>	<b>05-ene-21</b>	<b>06-ene-22</b>	No											
246	<b>CONSTRUCCIÓN DE LAS SUBESTACIONES</b>	<b>661</b>	<b>01-jul-21</b>	<b>22-abr-23</b>	No											
247	<b>S.E. Estadio (2 bahías + acople, 2 barras)</b>	<b>605</b>	<b>01-jul-21</b>	<b>25-feb-23</b>	No											
248	Obras Civiles	330	01-jul-21	26-may-22	No											

id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
260	Montaje electromecánico	146	15-may-22	07-oct-22	No											
265	Pruebas	201	09-ago-22	25-feb-23	No											
271	<b>S.E. Magdalena (3 bahías + acople, 2 barras)</b>	<b>261</b>	<b>01-jul-21</b>	<b>22-abr-23</b>	<b>No</b>											
272	Obras Civiles	290	01-jul-21	16-abr-22	No											
284	Montaje electromecánico	146	15-may-22	07-oct-22	No											
289	Pruebas	227	08-sep-22	22-abr-23	No											
295	<b>S.E. La Unión (2 bahías, 1 barra)</b>	<b>606</b>	<b>31-jul-21</b>	<b>28-mar-23</b>	<b>No</b>											
296	Obras Civiles	285	31-jul-21	11-may-22	No											
306	Montaje electromecánico	159	05-jun-22	10-nov-22	No											
311	Pruebas	198	12-sep-22	28-mar-23	No											
317	<b>CONSTRUCCIÓN DE LAS INTERFACES</b>	<b>631</b>	<b>31-jul-21</b>	<b>22-abr-23</b>	<b>No</b>											
318	<b>S.E. Termoflores 1 (2 bahías convencionales, 2 barras)</b>	<b>610</b>	<b>31-jul-21</b>	<b>01-abr-23</b>	<b>No</b>											
319	Obras Civiles	360	31-jul-21	25-jul-22	No											
331	Montaje electromecánico	250	26-jul-22	01-abr-23	No											
338	Pruebas	155	29-oct-22	01-abr-23	No											
344	<b>S.E. Las Flores (2 bahías + acople, 2 barras)</b>	<b>567</b>	<b>30-ago-21</b>	<b>19-mar-23</b>	<b>No</b>											
345	Obras Civiles	345	30-ago-21	09-ago-22	No											
351	Montaje electromecánico	140	10-ago-22	27-dic-22	No											
356	Pruebas	142	29-oct-22	19-mar-23	No											

id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
362	S.E. Oasis (1 bahía + acople, 2 barras)	527	29-sep-21	09-mar-23	No											
363	Obras Civiles	330	29-sep-21	24-ago-22	No											
369	Montaje electromecánico	170	25-ago-22	10-feb-23	No											
374	Pruebas	87	13-dic-22	09-mar-23	No											
380	S.E. Centro (1 bahía + acople, 2 barras)	492	29-oct-21	04-mar-23	No											
381	Obras Civiles	315	29-oct-21	08-sep-22	No											
387	Montaje electromecánico	155	09-sep-22	10-feb-23	No											
392	Pruebas	82	13-dic-22	04-mar-23	No											
398	S.E. El Río (1 bahía convencional, 1 barra)	601	30-ago-21	22-abr-23	No											
399	Obras Civiles	300	30-ago-21	25-jun-22	No											
410	Montaje electromecánico	239	05-jun-22	29-ene-23	No											
417	Pruebas	83	30-ene-23	22-abr-23	No											
423	S.E. Tebsa (1 bahía solo conexión)	462	29-sep-21	03-ene-23	No											
424	Obras Civiles	345	29-sep-21	08-sep-22	No											
433	Montaje electromecánico	95	09-sep-22	12-dic-22	No											
438	Pruebas	82	14-oct-22	03-ene-23	No											
444	CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS 110kV	822	31-ene-21	02-may-23	No											
445	LT 1C 110KV SE Oasis - SE Estadio (3Km)	646	09-jun-21	16-mar-23	No											
446	Obras Civiles	265	09-jun-21	28-feb-22	No											
455	Instalación de cables	345	07-ene-22	17-dic-22	No											
461	Pruebas	89	18-dic-22	16-mar-23	No											



id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
464	LT 1C 110kV SE Estadio - SE Cenro (3,5km)	626	24-jun-21	11-mar-23	No											
465	Obras Civiles	370	24-jun-21	28-jun-22	No											
474	Instalación de cables	202	29-jun-22	16-ene-23	No											
480	Pruebas	54	17-ene-23	11-mar-23	No											
483	LT 2C 110KV SE Termoflores I - SE Oasis (3,5km)	626	09-jul-21	26-mar-23	No											
484	Obras Civiles	412	09-jul-21	24-ago-22	No											
493	Instalación de cables	175	25-ago-22	15-feb-23	No											
499	Pruebas	39	16-feb-23	26-mar-23	No											
502	LT 2C 110KV SE Termoflores I - SE Las Flores (0,6km)	611	24-jul-21	26-mar-23	No											
503	Obras Civiles	424	24-jul-21	20-sep-22	No											
510	Instalación de cables	164	15-sep-22	25-feb-23	No											
515	Pruebas	24	03-mar-23	26-mar-23	No											
516	Pruebas de cables	10	03-mar-23	12-mar-23	No											
517	Pruebas End to End	7	20-mar-23	26-mar-23	No											
518	LT 1C 110KV SE Las Flores - SE El Río (0,1km aéreo)	780	31-ene-21	21-mar-23	No											
519	Obras Civiles	194	31-ene-21	12-ago-21	No											
522	Instalación de cables	40	16-mar-22	24-abr-22	No											
525	Pruebas	5	17-mar-23	21-mar-23	No											

id	Actividad	Duración (días)	Comienzo	Fin	Tarea crítica	2020			2021			2022			2023	
						Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago	Sep-Dic	Ene-Abr	May-Ago
527	LT 1C 110KV SE Magdalena - SE Tebsa (2km)	693	09-jun-21	02-may-23	Si											
528	Obras civiles	195	09-jun-21	20-dic-21	Si											
537	Instalación de cables	353	12-nov-21	30-oct-22	No											
543	Pruebas	184	31-oct-22	02-may-23	Si											
546	LT 1C 110KV SE Magdalena - SE Unión (2km)	678	24-jun-21	02-may-23	Si											
547	Obras civiles	270	24-jun-21	20-mar-22	No											
556	Instalación de cables	160	05-sep-22	11-feb-23	Si											
562	Pruebas	80	12-feb-23	02-may-23	Si											
565	LT 1C 110KV SE El Río - SE Magdalena (5,5km)	648	24-jul-21	02-may-23	No											
566	Obras civiles	400	24-jul-21	27-ago-22	No											
576	Instalación de cables	134	27-ago-22	07-ene-23	Si											
582	Pruebas	56	27-feb-23	02-may-23	Si											
585	Coordinaciones previas con CND para la interconexión al SIN	180	24-nov-22	22-may-23	Si											
586	Reunión de inicio y entrega de documentación	0	24-nov-22	24-nov-22	No											
587	Coordinación de actividades para incorporación SIN	0	22-feb-23	22-feb-23	No											
588	Envío de señales y plan de pruebas de puesta en servicio al CND	0	23-abr-23	23-abr-23	Si											
590	Puesta en Operación Comercial (FPO)	0	22-may-23	22-may-23	Si											

### 3.2.9 Organización del proyecto

En la Figura 3.17 se puede observar el organigrama del proyecto.

#### 3.2.9.1 *Director ambiental y social*

##### 3.2.9.1.1 Propósito principal del cargo - responsabilidades

Proponer las políticas ambientales y de responsabilidad social a seguir por la organización y los proyectos que desarrolle *ENERGÍA DE COLOMBIA STR SAS ESP*, en adelante La Organización, proponer y coordinar y consolidar los procesos y cultura ambiental y social sostenible, la prevención y minimización de impactos ambientales y sociales que potencien la competitividad de la organización y minimicen aquellos que puedan incidir negativamente en la gestión de la organización y sus proyectos, en todas sus etapas.

##### 3.2.9.1.2 Descripción de las funciones esenciales

- Identificar toda la legislación ambiental aplicable a la organización y a los proyectos, obras y actividades que desarrolla, direccionar la compilación y sistematización de la legislación e información ambiental aplicable.
- Identificar, prevenir y atender oportunamente, los requerimientos para el cumplimiento de la normatividad técnica y legal aplicable en materia ambiental y de responsabilidad social de la organización, evitando incumplimientos o no conformidades que puedan afectar a la organización, sus proyectos y actividades.
- Supervisar la gestión medioambiental y social de las diversas áreas de la organización y de sus proveedores, durante los procesos de contratación, construcción y/o producción, suministro, instalación y operación.
- Coordinar y verificar el cumplimiento de los diversos planes y programas que hacen parte de las Licencias, permisos o autorizaciones de carácter ambiental y proponer las acciones de mejoramiento.
- Desarrollar los procesos de socialización y relaciones con la comunidad y grupos sociales de interés, estimulando y fortaleciendo un sólido relacionamiento y de alta confiabilidad entre los miembros de la organización y los terceros.
- Poner en conocimiento de la Gerencia General y las dependencias que correspondan, toda situación real o potencial que puedan generar en la organización ya sea beneficios o perjuicios medio ambientales y sociales en el desarrollo de su gestión.
- Coordinar la evaluación del sistema de gestión de calidad Ambiental de la organización, la realización de las auditorías y las acciones de mejoramiento para la organización y los proyectos de los cuales sea esta responsable.
- Realizar interventorías a los contratos y convenios cuyo objeto esté relacionado con el manejo ambiental y/o buenas prácticas ambientales y sociales sostenibles.

- Informar de manera inmediata al Gerente y/o responsable de las obras y actividades, con el fin que estas se suspendan o se tomen oportunamente las medidas preventivas y correctivas, cuando de continuarse se puedan ocasionar riesgos y afectaciones ambientales o incumplimiento de las normas y los estándares mínimos.
- Identificar y desarrollar las medidas correctivas necesarias ante situaciones de emergencia ambiental.
- Desarrollar y entregar la información correspondiente y necesaria para el cierre ambiental de cada frente y de cada obra.
- Revisar y mantener actualizados, los soportes documentales y procedimientos relacionados con la gestión ambiental y social de la organización.
- Representar a la organización frente a la comunidad, grupos de interés, proveedores y la administración pública, en todo lo relacionado con la organización, en cuanto tenga incidencia o efectos ambientales o sociales.
- Desempeñar las demás funciones y gestiones que le sean asignadas por el jefe inmediato, las que reciba por delegación y aquellas inherentes a las que desarrolle la dependencia.

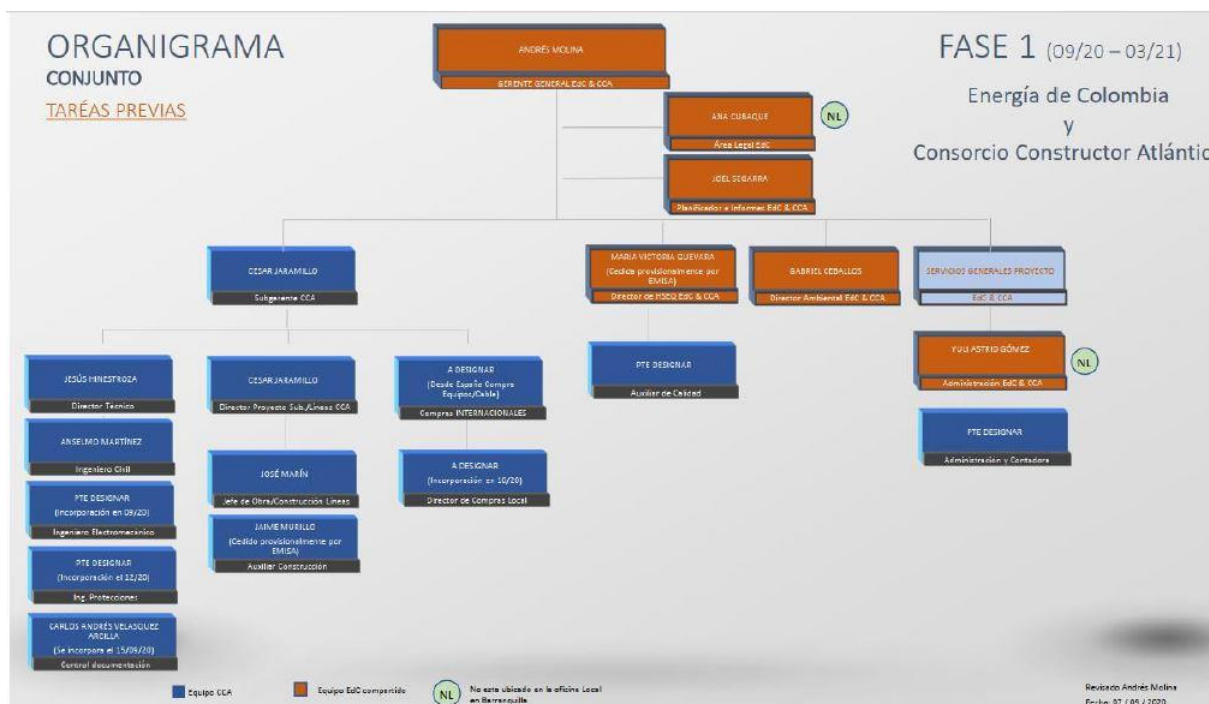


Figura 3.17 Estructura organizacional del proyecto

Fuente: Energía de Colombia SAS., 2020