

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA EL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN TERMINAL Y LÍNEA ASOCIADA A 115 kV”

CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

TABLA DE CONTENIDO

2	Descripción del proyecto	7
2.1	Localización	7
2.2	Características del proyecto.....	9
2.2.1	Objetivos	9
2.2.2	Etapas del proyecto	9
2.2.3	Subestación Terminal	11
2.2.3.1	Actividades previas a la construcción de la SE Terminal	12
2.2.3.1.1	Adquisición de predios.....	12
2.2.3.1.2	Organización laboral.....	12
2.2.3.1.3	Uso y adecuación de accesos.....	13
2.2.3.1.4	Diagnostico vial	14
2.2.3.1.5	Replanteo	15
2.2.3.2	Actividades de construcción de la SE Terminal	15
2.2.3.2.1	Personal operativo	15
2.2.3.2.2	Cantidades de obra.....	17
2.2.3.2.3	Adecuación del terreno.....	23
2.2.3.2.4	Transporte de elementos constructivos.....	24
2.2.3.2.5	Colocación de malla de puesta a tierra	24
2.2.3.2.6	Construcción de cimentaciones	24
2.2.3.2.7	Construcción de obras civiles.....	32
2.2.3.2.8	Montaje de estructuras metálicas	41
2.2.3.2.9	Instalación de barras y accesorios.....	41
2.2.3.2.10	Montaje de equipos y pruebas	41
2.2.3.2.11	Inspecciones.....	43
2.2.3.3	Especificaciones generales (subestación eléctrica)	43
2.2.3.3.1	Aspectos sísmicos	43
2.2.3.3.2	Especificaciones de los equipos	44
2.2.3.3.3	Mantenimiento línea viva	45
2.2.3.3.4	Ruido.....	45
2.2.3.3.5	Sistema de prevención de incendios	46
2.2.3.3.6	Pruebas	48



2.2.3.3.7	Gestión ambiental	48
2.2.4	Línea de transmisión.....	49
2.2.4.1	Campos electromagnéticos	51
2.2.5	Operación y mantenimiento de la SE y LT	52
2.2.5.1	Energización.....	52
2.2.5.2	Operación	52
2.2.5.2.1	Personal requerido.....	52
2.2.5.3	Mantenimiento preventivo	52
2.2.5.4	Mantenimiento correctivo	53
2.2.6	Desmantelamiento y cierre de la SE y LT	53
2.2.7	Infraestructura y servicios intersectados	53
2.2.7.1	Servicios públicos provisionales	54
2.2.7.2	Servicios públicos definitivos.....	54
2.2.8	Requerimientos de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	54
2.2.8.1	Demanda de bienes y servicios	54
2.2.8.2	Alternativas para cruces de cuerpos de agua.....	58
2.2.8.3	Disposición de sobrantes de excavación	58
2.2.9	Asentamientos humanos e infraestructuras sociales, culturales y económicas a intervenir.....	60
2.2.10	Costo total del proyecto	62
2.2.11	Cronograma del proyecto	62
2.2.12	Estructura organizacional del proyecto.....	62
2.2.12.1	Gestión ambiental etapa constructiva.....	63
BIBLIOGRAFÍA		64

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Coordenadas del predio de la subestación terminal	7
Tabla 2-2 Etapas del proyecto	9
Tabla 2-3 Actividades del proyecto	15
Tabla 2-4 Estimación del personal requerido en la etapa de construcción	15
Tabla 2-5 Cantidades de obra para adecuación del terreno.....	18
Tabla 2-6 Cantidades de obra para la instalación del módulo de línea Techo.....	18
Tabla 2-7 Cantidades de obra para la instalación del módulo de línea Noroeste	18
Tabla 2-8 Cantidades de obra para la instalación del módulo del transformador D1 115/11,4kV	18
Tabla 2-9 Cantidades de obra para la instalación del módulo del transformador D2 115/11,4kV	19
Tabla 2-10 Cantidades de obra para la instalación del transformador de potencia D1 115/11,4kV	19
Tabla 2-11 Cantidades de obra para la instalación del transformador de potencia D2 115/11,4kV	19
Tabla 2-12 Cantidades de obra para el muro cortafuegos.....	20
Tabla 2-13 Cantidades de obra para las carrileras	20
Tabla 2-14 Cantidades de obra para el tanque y sistema colector de aceite	20
Tabla 2-15 Cantidades de obra para la vía interna	20
Tabla 2-16 Cantidades de obra para urbanismo y cerramiento	21
Tabla 2-17 Cantidades de obra para cimentaciones columnas barraje 115kV	21
Tabla 2-18 Cantidades de obra para casa de control y caseta de vigilancia	21
Tabla 2-19 Cantidades de obra para drenajes de aguas lluvias en patio de conexiones.....	22
Tabla 2-20 Cantidades de obra para canalizaciones de control y potencia y cimentaciones celdas de 11,4kV y 34,5kV	23
Tabla 2-21 Criterios generales para el cálculo de la fuerza por sismo	44
Tabla 2-22 Transformador trifásico de potencia	45
Tabla 2-23 Coordenadas estructuras línea de transmisión en llegada a SE Terminal	49
Tabla 2-24 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos.....	51
Tabla 2-25 Perfil profesional del personal requerido en la etapa operativa.....	52
Tabla 2-26 Posibles proveedores de arena, gravas y recebo	55
Tabla 2-27 Posibles sitios de disposición de sobrantes de excavación	59
Tabla 2-28 Costos de intervención proyecto terminal	62
Tabla 2-29 Costos anuales de operación proyecto subestación terminal	62

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Localización del proyecto	8
Figura 2-2 Disposición física de espacios SE terminal	12
Figura 2-3 Acceso al lote.....	13
Figura 2-4 Geometría típica de cimentaciones	25
Figura 2-5 Cimentación típica zapatas aisladas transformador de tensión y pararrayos – vista en planta	26
Figura 2-6 Cimentación equipo híbrido – vista en planta	27
Figura 2-7 Cimentación equipo híbrido – vista en alzado	27
Figura 2-8 Planta de cimentación transformadores.....	28
Figura 2-9 Isométrico cimentación transformadores	29
Figura 2-10 Diagrama de cortante (Ton).....	30
Figura 2-11 Diagrama de momento (Ton*m)	30
Figura 2-12 Cimentación de la carrilera	31
Figura 2-13 Cimentación columna de pórticos – vista en planta	32
Figura 2-14 Fachada lateral tipo casa de control	33
Figura 2-15 Planta placa de entepiso	33
Figura 2-16 Fachadas en perfil longitudinal	34
Figura 2-17 Detalle típico – sección transversal de cárcamos	35
Figura 2-18 Sección típica banco de ductos	36
Figura 2-19 Características de ductos corrugados de PVC.....	37
Figura 2-20 Caja de inspección en concreto - Tipo vehicular	37
Figura 2-21 Trampa de arenas – vista en planta	38
Figura 2-22 Cimentación foso de transformador	39
Figura 2-23 Estructura de pavimento típica	41
Figura 2-24 Silueta poste R5 terminal H = 27 m.....	50
Figura 2-25 Corte en planta de la cimentación y anclaje del poste a la pila	50
Figura 2-26 Unifilar Subestación Terminal	51
Figura 2-27 Plano localización SE Terminal	61
Figura 2-28 Estructura organizacional proyecto	63

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 2-1 Calle 17, Bogotá – vía de acceso14

LISTA DE ANEXOS

Anexo cartográfico, 2.MXD, MAPAS PDF, 1002-EA-9-401-H01-R0
 Anexo Cap. 2: Cronograma
 Anexo Cap. 2: MC_Campo electromagnético
 Anexo Cap. 2: UNAL_Modelamiento_ruido

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La empresa prestadora del servicio de energía eléctrica para el territorio de Bogotá D.C. CODENSA S.A. E.S.P plantea la construcción de una nueva subestación eléctrica denominada SE Terminal, con el fin de reforzar el sistema de distribución local, en la zona de influencia de CODENSA para atender el crecimiento de la demanda (generada por los planes parciales Procables, La Felicidad y Bavaria, y próximamente la demanda comercial del proyecto centro comercial El Edén), la cual se ubicará en la ciudad de Bogotá, localidad de Fontibón para recibir energía desde las subestaciones Noroeste y Techo en el nivel de tensión 115 kV.

La Subestación Terminal tendrá una Línea de Transmisión a 115 kV que interconectará las subestaciones Noroeste y Techo. La línea en configuración doble circuito, tendrá sus módulos de llegada en la subestación Terminal, la cual constará, además, de una barra de 115 kV con dos módulos de transformación 115/11,4 kV. Asociados con los módulos de transformación se utilizarán dos trenes de celdas de distribución en el nivel de 11,4 kV que permitirán distribuir la energía transformada por la subestación y requerida por los clientes de la zona.

2.1 Localización

El proyecto de construcción de la nueva subestación Terminal se sitúa geográficamente en la ciudad de Bogotá, en el lote ubicado en la calle 17 al occidente de la Avenida Boyacá en la zona denominada S.C. Interindustrial (contigua a los barrios Paraíso Bavaria y Visión Semindustrial) de la localidad de Fontibón, entre carreras 78G y 80, costado sur occidental de la mencionada calle.

Las coordenadas de los cuatro (4) vértices del predio objeto del proyecto se presentan en la Tabla 2-1.

Tabla 2-1 Coordenadas del predio de la subestación terminal

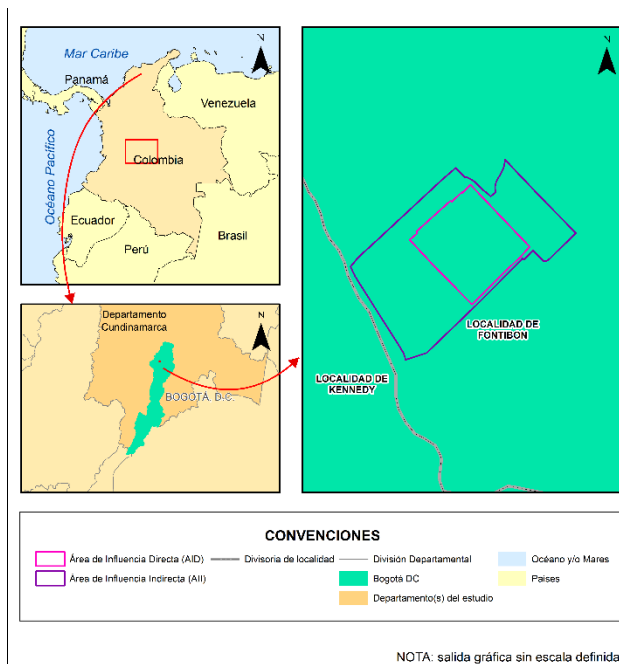
VÉRTICE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS COLOMBIA - BOGOTÁ	
	ESTE (m)	NORTE (m)
1	993935,67	1006366,53
2	993994,78	1006422,97
3	994056,56	1006357,52
4	993995,45	1006302,75

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

El globo de terreno que conforman los dos predios, objeto de implantación, suma un área aproximada de 9389,7 m², que se presenta esquemáticamente en la Figura 2-1.

En el **Anexo cartográfico, 2.MXD, MAPAS PDF, 1002-EA-9-401-H01-R0** del presente documento, se encuentra un plano georreferenciado en coordenadas planas a escala 1:1000, donde se presenta el sistema general de infraestructura y la red hídrica cercana al sitio de proyecto.

Figura 2-1 Localización del proyecto



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018. CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2 Características del proyecto

La Subestación Terminal tendrá una capacidad instalada inicial de 80 MVA, que podrá ampliarse hasta 120 MVA con transformación a nivel de 11,4 kV. Estará conectada a través de una línea aérea de 115 kV con las subestaciones Noroeste y Techo. La subestación será construida con tecnología de equipos híbridos, que son equipos compactos que manejan aislamiento en SF6, sin embargo, sus conexiones con los barrajes y demás equipos son aisladas en aire. Contará con todos los lineamientos de seguridad y de cuidado medioambiental, es decir, que se tendrán fosos de aceite para los transformadores de potencia y muros cortafuego. Así mismo, los equipos estarán ubicados de manera que se minimice el impacto visual a los residentes de los predios vecinos a la subestación.

Dentro de la subestación se construirá una casa de control donde estarán instalados los equipos de control y protección, así como las celdas que alimentarán los circuitos de 11,4 kV.

Se construirá un tramo de línea de transmisión en doble circuito, con una longitud aproximada de 66,2 m, que interceptará la actual línea Noroeste -Techo (NO-TE), para formar las nuevas líneas Noroeste-Terminal y Techo-Terminal. Este tramo de línea se soporta en un poste terminal con una altura de 27 m.

2.2.1 Objetivos

El objeto del proyecto corresponde al reforzamiento y aumento de confiabilidad del STN (Sistema de Transmisión Nacional) para atender el crecimiento de demanda de la zona Centro-Occidente de la ciudad de Bogotá, que es actualmente atendida por las subestaciones Fontibón y la Paz. El crecimiento de demanda energética es proyectado con base en los planes parciales residenciales Procables, La Felicidad y Bavaria junto con la demanda propiciada por el crecimiento comercial del proyecto centro comercial El Edén.

2.2.2 Etapas del proyecto

El proyecto consta de cuatro etapas, a saber: 1) Pre – construcción, 2) Construcción, 3) Operación y mantenimiento y 4) Desmantelamiento y abandono.

Tabla 2-2 Etapas del proyecto

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
PRE-CONSTRUCCIÓN	Adquisición de predios	Para la construcción de la subestación, CODENSA S.A. ESP adquirió dos predios en la localidad de Fontibón, con un área 9389,7 m ² .
	Planificación	Se refiere al desarrollo de labores de oficina como elaboración de diseños, estudios ambientales, entre otros. Así mismo, en esta etapa se realiza la gestión permisos: licencia ambiental, plan de implantación, licencia de construcción ante la curaduría urbana, y el permiso de movilidad con la implementación del Plan de Manejo del Tráfico –PMT ante la Secretaría de Movilidad.
	Contratación, inducción y capacitación de mano de obra	Comprende la contratación de mano de obra calificada o no calificada, así como la inducción y capacitación para ejecutar las subsecuentes actividades del proyecto.
	Replanteo	Consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas para la construcción de la subestación.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	Gestión de aprovisionamiento	Denota la adquisición de maquinaria, equipos, materiales y demás elementos necesarios para la ejecución del proyecto.
CONSTRUCCIÓN	Adecuación del terreno	Corresponde al retiro de la capa vegetal, el material orgánico y las zonas blandas y/o zonas débiles que se observen falladas. De igual forma, incluye la instalación de la malla de puesta a tierra, con el fin de que todos los sobrevoltajes que se originen dentro de la subestación sean descargados a tierra y no se produzcan descargas eléctricas peligrosas durante condiciones normales de funcionamiento.
	Construcción de cimentaciones	Se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, en forma manual o mediante el uso de excavadoras sobre orugas compactas o de largo alcance. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades mediante ensayos de suelo.
	Desarrollo de obras civiles	En el área donde se instalará la subestación, se realizará la construcción de 1) Una casa de control 2) Muros cortafuegos, 3) Canalizaciones como cárcamos, bancos de ductos y tuberías, 4) Sistema de alcantarillado pluvial y sanitario, 5) Tanque de aceite para recolectar el aceite en caso de algún derrame, 5) Muro de cerramiento, 6) Poste metálico tipo R5 (sobre el separador central de la vía de la Avenida Calle 17) y 7) Vía de acceso y circulación interna de vehículos. Por otro lado, según se requiera, se realizará la demolición parcial o total del encerramiento actual del predio de la subestación.
	Obras eléctricas	Las obras eléctricas constan del montaje de equipos de potencia y servicios auxiliares, conexiones de alta y baja tensión y pruebas para medir y verificar el buen funcionamiento del componente, equipo o sistema, correcta instalación y si cumple las funciones para las cuales fue previsto; e informan sobre las condiciones iniciales para los registros históricos del mantenimiento. Durante esta actividad se realiza el filtro-prensado el cual corresponde al proceso mediante el cual se hace circular el aceite del transformador a un filtro prensa y viceversa con el objetivo de calentar el líquido, eliminar la humedad y extraer los lodos y otros residuos que se presentan por el calentamiento propio del funcionamiento del equipo. El proceso se emplea tanto para el llenado de aceite a la cuba del transformador, como para el mantenimiento del equipo.
	Transporte de material, equipo y otros	El personal, las estructuras de apoyo y demás elementos constructivos, serán trasladados hasta el sitio de montaje, por medio de vehículos automotores.
	Manejo de residuos sólidos y líquidos	En la ejecución de la etapa constructiva, se generarán residuos sólidos y líquidos de construcción y demolición (RCD), domésticos e industriales, que serán separados y dispuestos en puntos limpios temporales y finalmente serán recolectados y dispuestos mediante un tercero autorizado por las entidades ambientales.

ETAPA	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Energización	La operación del proyecto Terminal consiste en la transmisión de la energía en forma continua, de acuerdo con las normas de seguridad y cumpliendo los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos.
	Mantenimiento	Comprende la preservación de la zona de servidumbre, revisión del estado de los elementos, mantenimiento de los sitios de apoyo (postes y SE), y el mantenimiento correctivo que implica la reparación de los daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el suministro de energía eléctrica.
	Manejo de residuos sólidos y líquidos	Durante la etapa operativa, se generarán residuos sólidos y líquidos domésticos e industriales, que serán separados y dispuestos en puntos limpios temporales y finalmente serán recolectados y dispuestos mediante un tercero autorizado por las entidades ambientales.
DESMANTELAMIENTO Y ABANDONO	Desenergización	Se refiere a dejar sin energía todos los elementos conductores de energía eléctrica.
	Desmantelamiento y cierre de subestación	Consiste en desmontar y retirar del sitio los elementos que hacen parte de la subestación.
	Disposición de elementos	Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la subestación. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otra infraestructura, mientras que los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
	Reconformación de área intervenida	Implica la ejecución de labores para la recuperación de ecosistemas que fueron intervenidos.

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

2.2.3 Subestación Terminal

Las subestaciones de distribución (SE) son aquellos puntos de transformación de los niveles de voltaje de transmisión o subtransmisión a niveles de suministro, que controlan directamente el flujo de potencia al sistema, a través de transformadores de potencia que están protegidos por equipos de corte e interrupción controlados a su vez por equipos de control y protección. Las subestaciones de distribución se clasifican de acuerdo con su ubicación urbana o rural.

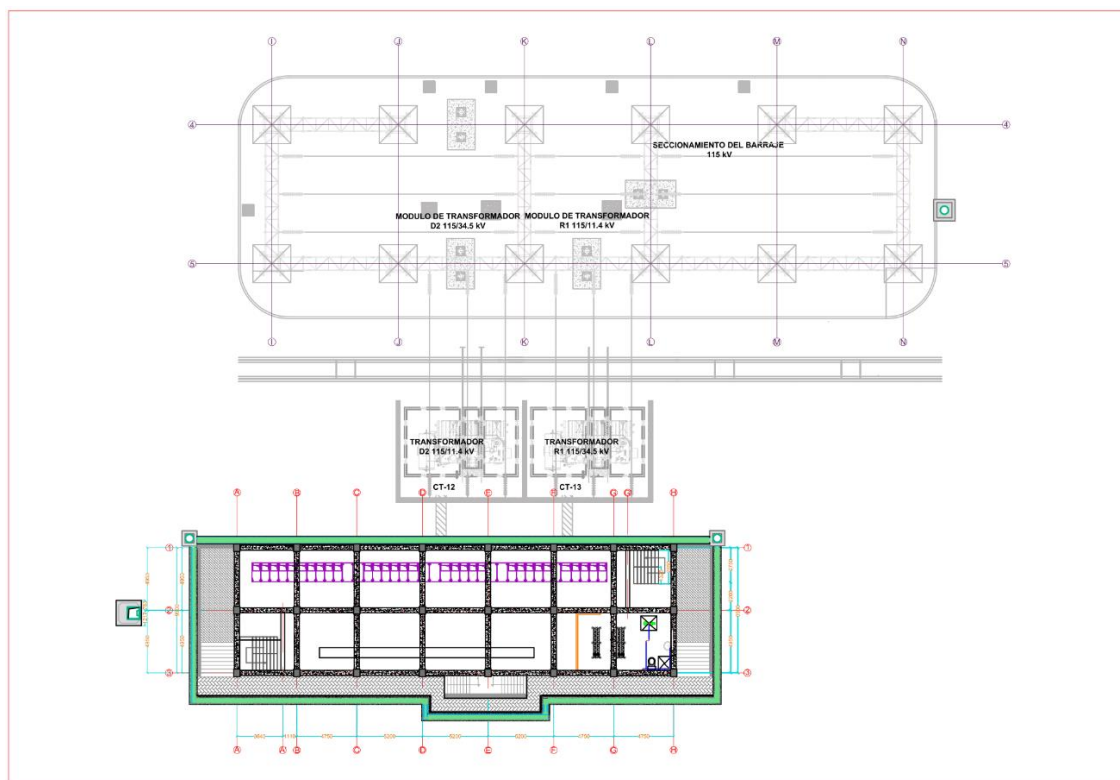
El sistema de distribución local, en la zona de influencia de CODENSA debe ser reforzado para atender el crecimiento de la demanda, mediante la construcción de una nueva subestación eléctrica denominada Terminal, que se ubicará en la ciudad de Bogotá, localidad de Fontibón para recibir energía desde las subestaciones Noroeste y Techo en el nivel de tensión 115 kV.

La subestación Terminal tendrá una línea de transmisión a 115 kV que interconectarán las subestaciones Noroeste y Techo. La línea en configuración doble circuito tendrá sus módulos de llegada en la subestación Terminal, que constará, además, de una barra de 115 kV con dos (2) módulos de transformación 115/11,4 kV. Asociados con los módulos de transformación, se utilizarán dos trenes de celdas de distribución en el nivel de

11,4 kV que permitirán distribuir la energía transformada por la subestación y requerida por los clientes de la zona.

En la Figura 2-2 se presenta la distribución física de los espacios en la subestación Terminal.

Figura 2-2 Disposición física de espacios SE terminal



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.1 Actividades previas a la construcción de la SE Terminal

2.2.3.1.1 Adquisición de predios

Para la construcción de la subestación, CODENSA S.A. ESP adquirió el predio indicado en la Figura 2-1 del presente documento, el cual cuenta con un área 9389,7m².

2.2.3.1.2 Organización laboral

Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para la realización de las actividades; adicionalmente, se seleccionará en el sitio de la obra un área donde se levantará una caseta y construcciones provisionales, que reúnan los requisitos de higiene, comodidad, ventilación y ofrezca protección, seguridad y estabilidad.

- **Obras transitorias**

Estas obras provisionales están previstas en cinco (5) sitios bien definidos.

- Zona de oficina
- Zona para personal
- Zona de almacén
- Zona de patio
- Zona de patios para el almacenamiento de residuos

La zona de oficina se utilizará primordialmente para la dirección y residencia de la Interventoría. La zona para personal será el sitio en el que el personal de obra realice cambio de atuendos, descansar, entre otros. El almacén será el sitio destinado al resguardo de equipos y materiales delicados. La zona de patio estará destinada al almacenamiento de materiales de cantera, ladrillos, etc.

2.2.3.1.3 Uso y adecuación de accesos

Actualmente, el ingreso al predio donde se construirá la SE Terminal, se realizará desde la Calle 17 hacia el interior del lote, es de anotar, que el lote no cuenta con vías de acceso, pero se construirán para permitir el tránsito de maquinaria, equipos, etc., dando cumplimiento a lo definido en el Artículo 182 del Decreto Distrital 190 de 2004 acerca de accesos vehiculares.

Figura 2-3 Acceso al lote



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

En la Figura 2-3 se observan las vías a construir por donde se conectarán los accesos al lote donde se construirá la Subestación Terminal.

2.2.3.1.4 Diagnóstico vial

Como se mencionó en el numeral anterior, el acceso a la SE Terminal se llevará a cabo desde la calle 17, sentido occidente oriente, que corresponde a una calzada vial con un ancho total de 11,75 m, que cuenta con tres (3) carriles con ancho aproximado de 3,5 m construidos en pavimento flexible.

El separador vial que divide los dos (2) sentidos de la calle 17, corresponde a una zona verde con un ancho aproximado de 1,5 m. En cuanto al andén en el costado del predio de la SE Terminal, actualmente consiste en una zona sin adecuaciones, como se puede apreciar en la Fotografía 2-1. Esta zona será adecuada para dar el acceso a la subestación.

Fotografía 2-1 Calle 17, Bogotá – vía de acceso



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

2.2.3.1.5 Replanteo

El replanteo se realizará justo después de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación. Consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas para ubicar de manera precisa las cimentaciones, para los diferentes equipos y estructuras y, en general, para todas las obras civiles a ser construidas.

En esta actividad se realiza la georreferenciación a partir de la materialización y posicionamiento de dos puntos de amarre con GPS; posteriormente se calculan las coordenadas de los puntos de amarre y, finalmente, se ajustan los diseños preliminares de la SE a estas coordenadas.

2.2.3.2 Actividades de construcción de la SE Terminal

Las obras de construcción de la subestación tendrán una duración de 421 días, distribuidos tal como se observan en Tabla 2-3.

Tabla 2-3 Actividades del proyecto

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN
Adecuación del terreno (incluye malla de puesta a tierra)	30 días
Construcción de la casa de control	60 días
Construcción de bases de equipos	45 días
Construcción de drenajes y cárcamos	30 días
Cerramiento definitivo y obras de urbanismo	60 días
Obras eléctricas Etapa 1 (incluye montaje de equipos de potencia y servicios auxiliares, conexiones y pruebas)	92 días
Obras eléctricas Etapa 2 (incluye montaje de equipos de potencia y servicios auxiliares, conexiones y pruebas)	104 días

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018



2.2.3.2.1 Personal operativo

En la Tabla 2-4 se presenta el estimado de la cantidad de personal requerido en la etapa de construcción del proyecto, así como el perfil requerido.

Tabla 2-4 Estimación del personal requerido en la etapa de construcción

CARGO	PERFIL	CANTIDAD
PROFESIONALES DE OBRA CIVIL (CONSTRUCCIÓN)		
Director de proyecto	Preferiblemente certificado PMP, debe tener experiencia en la dirección, coordinación y supervisión de diseño, suministros, construcción, montaje y pruebas de subestaciones nuevas o ampliaciones en capacidad de transformación de subestaciones de las siguientes características, en los últimos diez años: Tres o más subestaciones con dos o más líneas de 115 kV con transformación de 20 MVA o superior, o subestaciones con mayor nivel de tensión	1
Supervisor construcción de obra civil	Ingeniero civil con matrícula profesional vigente, experiencia en dirección de ejecución de obras civiles de dos o más subestaciones de 115 kV o nivel superior, 20 MVA o mayores.	1

CARGO	PERFIL	CANTIDAD
Sistema de calidad	Profesional con conocimientos demostrables en sistemas de gestión de calidad, con experiencia en elaboración e implementación de planes de calidad en dos o más proyectos de subestaciones de 115 kV o nivel superior.	1
Sistema de gestión ambientales	Ingeniero Ambiental con experiencia en implementación planes de manejo ambiental, sistemas de gestión ambiental y/o trámites de licencia ambientales. Deberá tener experiencia certificada de haber realizado gestión ambiental con experiencia mínima de dos años en al menos 1 proyecto de obra civil de subestaciones eléctricas de alta tensión con licencia ambiental.	1
Seguridad y salud en el trabajo	Profesional en Salud Ocupacional o en ciencias de la ingeniería con especialización en salud ocupacional. Otros profesionales con la misma especialización deben ser aprobados por CODENSA S.A. ESP, debe poseer licencia vigente en salud ocupacional expedida por Secretaría de Salud. Con conocimiento en Gestión por procesos e implementación de sistemas OHSAS 18001: 2007, con experiencia mínima de tres años en sectores industriales con tareas de alto riesgo, preferiblemente en el sector eléctrico. Depende directamente de la gerencia de compañía contratista	2
Maestro de construcción de obra civil	Deberá ser un técnico o tecnólogo en construcción o demostrar experiencia en construcción civil. El título como TECNÓLOGO debe ser de una universidad o entidad reconocida por el Ministerio de Educación. Se requiere que cuente con tarjeta profesional expedida por Consejo Profesional de Ingeniería - COPNIA. De no ser profesional, demostrar con certificados laborales cinco (5) años de experiencia como maestro de obras civiles.	3
PROFESIONALES DE MONTAJE (CONSTRUCCIÓN)		
Montaje y pruebas	Ingeniero electricista con matrícula profesional vigente, con experiencia profesional mínima de 8 años en montaje y pruebas de equipos de potencia, control y protecciones para dos o más subestaciones nuevas de 115 kV o nivel superior, con dos o más líneas, transformación de 20 MVA o superior o ampliaciones de subestaciones equivalentes en los últimos 5 años	1
Especialista en protecciones, control y comunicaciones	Ingeniero electricista o electrónico con matrícula profesional vigente, con experiencia en configuración y puesta en servicio de relés de protección, unidades de control de bahía, sistemas de control de nivel 2, sistemas de comunicaciones para dos o más subestaciones nuevas de 115 kV o nivel superior, con dos o más líneas, transformación de 20 MVA o superior o ampliaciones de subestaciones equivalentes	2
Técnico electricista o electrónico o instrumentación y control	Deberá ser técnico electricista o electrónico o instrumentación demostrar experiencia en trabajos en subestaciones de potencia. El título como TÉCNICO debe ser de un centro educativo o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Tarjeta profesional expedida por Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y afines. Matrícula mínima requerida clase TE-5	3
Técnico conexcionista	Deberá ser técnico electricista o electrónico o instrumentación demostrar experiencia en trabajos en subestaciones de potencia. El título como TÉCNICO debe ser de un centro educativo o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Tarjeta profesional expedida por Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y afines. Matrícula mínima requerida clase TE-5	4

 INGEDISA <small>INGENIERÍA & DISEÑO</small>	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	 <small>codensa</small>
---	--	---

CARGO	PERFIL	CANTIDAD
Supervisor especialista en montaje electromecánico	Deberá ser un tecnólogo electromecánico o estar o haber cursado y aprobado séptimo (7) semestre de Ingeniería Eléctrica o Electrónica con conocimientos en montaje de equipos de potencia, conexiónado y/o pruebas eléctricas para subestaciones. El título como TECNÓLOGO debe ser de una universidad o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Mínimo cinco (5) años de experiencia en la ejecución de montaje y obras de equipos de potencia de las subestaciones	2
Supervisor de obras eléctricas	Deberá ser un tecnólogo electromecánico o estar o haber cursado y aprobado séptimo (7) semestre de Ingeniería Eléctrica o Electrónica con conocimientos en montaje de equipos de potencia, conexiónado y/o pruebas eléctricas para subestaciones. El título como TECNÓLOGO debe ser de una universidad o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Mínimo cinco (5) años de experiencia en la ejecución de montaje y obras de equipos de potencia de las subestaciones	2
Montajista electromecánico	Técnico electricista o electromecánico - El título como técnico debe ser de un centro educativo o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Tarjeta profesional expedida por Consejo Profesional Nacional de Tecnólogos en Electricidad, Electromecánica, Electrónica y afines. Matrícula mínima requerida clase TE-5. Experiencia mínima de dos (2) años en ejecución de trabajos de construcción, montaje de estructuras y equipos de poder	5
MANO DE OBRA NO CALIFICADA		
Oficial de obras civiles	Deberá tener educación media académica (BACHILLER). Debe demostrar con certificados laborales tres (3) años de experiencia como oficial civil de obra.	16
Ayudante de obras civiles	Persona con conocimientos de lectoescritura, demostrar con certificados laborales seis (6) meses de experiencia como ayudante civil de obra.	40
Ayudante en obras de alta tensión	Deberá tener educación media académica (BACHILLER). El título como BACHILLER debe ser de un centro educativo o entidad reconocida por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Mínimo seis (6) meses de experiencia en la ejecución de mantenimiento o montajes en subestaciones eléctricas de potencia.	4

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.2.2 Cantidades de obra

Las cantidades de obra requeridas para las actividades de adecuación de terreno se presentan en la Tabla 2-5, para la instalación del módulo de línea 1 a 115 kV se presenta en la Tabla 2-6, para el módulo de línea inicial 2 en la Tabla 2-7, para la instalación del módulo del transformador D1 115/11,4kV en la Tabla 2-8, para el transformador D2 en la Tabla 2-9, para la instalación del transformador de potencia D1 115/11,4kV en la Tabla 2-10, para el transformador de potencia D2 en la Tabla 2-11, para el muro cortafuegos en la Tabla 2-12, para las carrileras en la Tabla 2-13, para el tanque y sistema colector de aceite en la Tabla 2-14, para la vía interna en la Tabla 2-15, para urbanismo y cerramiento en la Tabla 2-16, para las cimentaciones columnas barraje 115kV en la Tabla 2-17, para casa de control y caseta de vigilancia en la Tabla 2-18, para los drenajes de aguas lluvias en patio de conexiones en la Tabla 2-19, para canalizaciones de control y potencia y cimentaciones celdas de 11,4kV y 34,5kV.

Tabla 2-5 Cantidades de obra para adecuación del terreno

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Localización y replanteo	6028	m ²
Excavación mecánica	4550	m ³
Relleno en recebo compactado B-400 con maquinaria	3915	m ³
Retiro de escombros	4095	m ³

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-6 Cantidades de obra para la instalación del módulo de línea Techo

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	1392,84	Kg
Concreto f'c=14Mpa	1,64	m ³
Concreto f'c=21Mpa	13,82	m ³
Instalación de moldaje	69,09	m ²
Bombeo de concreto	13,82	m ³
Excavación manual	50,34	m ³
Relleno en recebo compactado B-400 con material de la excavación	29,32	m ³
Pernos de anclaje f=M20 L=400mm SAE 1016 calibrado	5,6	Unid.
Pernos de anclaje f=1/2" SAE 1016 calibrado	11,2	Unid.
Pernos de anclaje f=5/8" SAE 1016 calibrado	25,2	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-7 Cantidades de obra para la instalación del módulo de línea Noroeste

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	1989,77	Kg
Concreto f'c=14Mpa	2,34	m ³
Concreto f'c=21Mpa	19,74	m ³
Instalación de moldaje	98,7	m ²
Bombeo de concreto	19,74	m ³
Excavación manual	71,92	m ³
Relleno en recebo compactado B-400	41,89	m ³
Pernos de anclaje f=M20 L=400mm SAE 1016 calibrado	8	Unid.
Pernos de anclaje f=1/2" SAE 1016 calibrado	16	Unid.
Pernos de anclaje f=5/8" SAE 1016 calibrado	36	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-8 Cantidades de obra para la instalación del módulo del transformador D1 115/11,4kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	911,9	Kg
Concreto f'c=14MPa	1,03	m ³
Concreto f'c=21MPa	9,12	m ³
Instalación de moldaje	45,61	m ²
Bombeo de concreto	9,12	m ³
Excavación manual	31,78	m ³
Relleno en recebo compactado B-400 con material de la excavación	18,42	m ³
Pernos de anclaje f=M20 L=400mm SAE 1016 calibrado	5,6	Unid.
Pernos de anclaje f=1/2" SAE 1016 calibrado	5,6	Unid.

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Pernos de anclaje $f=5/8"$ SAE 1016 calibrado	16,8	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-9 Cantidades de obra para la instalación del módulo del transformador D2 115/11,4kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	911,95	Kg
Concreto $f'c=14$ MPa	1,03	m ³
Concreto $f'c=21$ MPa	9,12	m ³
Instalación de moldaje	45,61	m ²
Bombeo de concreto	9,12	m ³
Excavación manual	31,78	m ³
Relleno en recebo compactado B-400 con material de la excavación	18,42	m ³
Pernos de anclaje $f=M20$ L=400mm SAE 1016 calibrado	5,6	Unid.
Pernos de anclaje $f=1/2"$ SAE 1016 calibrado	5,6	Unid.
Pernos de anclaje $f=5/8"$ SAE 1016 calibrado	16,8	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-10 Cantidades de obra para la instalación del transformador de potencia D1 115/11,4kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	1404,64	Kg
Concreto $f'c=14$ MPa	1,9	m ³
Concreto $f'c=21$ MPa	14,04	m ³
Instalación de moldaje	70,21	m ²
Bombeo de concreto	14,04	m ³
Excavación manual	53,24	m ³
Relleno en recebo compactado B-400	3,5	m ³
Estructura metálica galvanizada ingeniería, fabricación y transporte	1902,54	Kg
Riel 60 lb/yard	6,79	m

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-11 Cantidades de obra para la instalación del transformador de potencia D2 115/11,4kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	1404,64	Kg
Concreto $f'c=14$ MPa	1,9	m ³
Concreto $f'c=21$ MPa	14,04	m ³
Instalación de moldaje	70,21	m ²
Bombeo de concreto	9,83	m ³
Excavación manual	53,24	m ³
Relleno en recebo compactado B-400	3,5	m ³
Estructura metálica galvanizada ingeniería, fabricación y transporte	1902,54	Kg
Riel 60 lb/yard	6,79	m

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-12 Cantidades de obra para el muro cortafuegos

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	1647,16	Kg
Concreto f'c=14MPa	0,99	m ³
Concreto f'c=21MPa	8,27	m ³
Instalación de moldaje	41,37	m ²
Bombeo de concreto	8,27	m ³
Excavación Manual	43,2	m ³
Relleno en recebo compactado B-400	32,73	m ³
Muro en Bloque abusardado 390x190x140mm	529,2	m ²

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-13 Cantidades de obra para las carrileras

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	6441,158	Kg
Concreto f'c=14MPa	7,551	m ³
Concreto f'c=21MPa	64,499	m ³
Instalación de moldaje	193,496	m ²
Bombeo de concreto	64,499	m ³
Excavación manual	84,417	m ³
Relleno en recebo compactado B-400	14,7	m ³
Riel 60 lb/yd	98,196	Kg

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-14 Cantidades de obra para el tanque y sistema colector de aceite

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	2114,18	Kg
Concreto f'c=14MPa	0,54	m ³
Concreto f'c=21MPa	12,86	m ³
Instalación de moldaje	90	m ²
Bombeo de concreto	12,86	m ³
Excavación manual	38,6	m ³
Tubería de gress f=6"	31,05	m
Tubería metálica galvanizada f=6"	1,91	m

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-15 Cantidades de obra para la vía interna

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Pavimento asfáltico MDC 2 80 -100 en planta	76,22	m ³
Concreto MR 42	48,49	m ³
Relleno en base granular BG2 y BG1	122,5	m ³

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-16 Cantidades de obra para urbanismo y cerramiento

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo	1255,71	Kg
Concreto f'c=21MPa	50,88	m³
Suministro e instalación de malla metálica en subestaciones	450,64	m
Construcción de muro con ladrillo perforado asentado de soga	360,51	m²
Suministro de Grava de patio f=2"	581	m³
Colocación o retiro de grava	145,25	m²
Empradización	161	m²
Bordillo en concreto E=15 cm	406	ml

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-17 Cantidades de obra para cimentaciones columnas barraje 115kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	8783,57	Kg
Concreto f'c=14MPa	16,04	m³
Concreto f'c=21MPa	116,98	m³
Excavación manual	572,07	m³
Relleno en recebo compactado B-400	545,66	m³
Pernos de anclaje f=M20 L=400mm SAE 1016 calibrado	168	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-18 Cantidades de obra para casa de control y caseta de vigilancia

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Localización y replanteo	350	m²
Excavación manual	423,5	m³
Relleno en recebo compactado B-400	274,43	m³
Acero de refuerzo FY=420MPa	11021,33	Kg
Suministro e instalación de malla electrosoldada	997,92	Kg
Concreto f'c=14MPa	34,15	m³
Concreto f'c=21MPa	227,7	m³
Instalación de moldaje	75,9	m²
Bombeo de concreto	227,7	m³
cubierta estructura metálica	15050	Kg
Teja eternit termoacustica o similar cubierta edificación m² con suministro	343	m²
Suministro e instalación de punto hidráulico ø 3/4"	3,5	un
Suministro e instalación tubería pvc p ø 3/4"	38,5	ml
Suministro e instalación accesorios para tubería pvc p ø 3/4"	24,5	un
Suministro e instalación tubería sanitaria ø 2"	63	ml
Suministro e instalación accesorios para tubería sanitaria ø 2"	17,5	un
Suministro e instalación de enchape en cerámica para muros	14	m²
Suministro e instalación puerta entambrada en lámina cal. 18	7,7	m²
Suministro e instalación puerta tipo persiana en lámina cal. 18	15,68	m²
Suministro e instalación ventanearía proyectante en aluminio vidrio crudo 5mm	42,88	m²

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Suministro e instalación de baranda desmontable	7,56	ml
Suministro e instalación sanitario de porcelana - grifería con botón sobre tapa de tanque	2	un
Suministro e instalación orinal mediano - grifería tipo push	2	un
Suministro e instalación lavamanos de porcelana mediano - grifería	2	un
Suministro e instalación ducha torrencial de emergencia y fuente lava ojos.	1	un
Suministro e instalación de juego incrustación para baño	2	un
Suministro e instalación de secador de manos eléctrico activación con sensor	2	un
Suministro e instalación de espejo para baño	2	un
Piso en gress cuarto de baterías	28	m ²
Piso en baldosa bh5 de alfa (piso tipo terrazo)	322	m ²
Guardaescoba en baldosa bh5 de alfa (piso tipo terrazo)	87,5	ml
Caja de inspección para desagües y filtros	4,2	un
Bordillo en concreto e=15 cm	343	ml
Construcción de muro con ladrillo perforado asentado de soga	385	m ²
Lavado e impermeabilización de ladrillo o fachaleta	385	m ²
Suministro e instalación tubería de aguas lluvias ø4"	50,4	ml
Geotextil tipo no tejido	315	m ²
Suministro e instalación de viga canal en lámina	77	ml
Dovelas en grouting para mampostería	482,3	ml
Construcción de andén en concreto e= 8 cm	80,5	m ²

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-19 Cantidades de obra para drenajes de aguas lluvias en patio de conexiones

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	774,03	Kg
Concreto f'c=14MPa	0,59	m ³
Concreto f'c=21MPa	13,85	m ³
Excavación manual	114,07	m ³
Tubería PVC f=6"	119,24	m
Tubería PVC f=10"	164,63	m
Tubería PVC f=20"	33,08	m
Geotextil no tejido PAVCO NT 1600 o similar	130,66	m ²
Grava f=2"	2,29	m ³

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Tabla 2-20 CANTIDADES de obra para canalizaciones de control y potencia y cimentaciones celdas de 11,4kV y 34,5kV

ACTIVIDAD/MATERIAL/EQUIPO	CANTIDAD	UNIDAD
Acero de refuerzo FY=420MPa	2437,12	Kg
Concreto f'c=14MPa	4,63	m ³
Concreto f'c=21MPa	81,19	m ³
Excavación manual	197,45	m ³
Tubería PVC tipo TDP f=6"	492,82	m
Campanas terminales f=6"	756	Unid.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.2.3 Adecuación del terreno

Una vez determinada la localización de la infraestructura civil requerida dentro del proyecto de construcción de la Subestación Terminal, identificando la intervención de cuatro (4) áreas con diferentes características, se procede con el retiro de la capa vegetal, el material orgánico y las zonas blandas y/o zonas débiles que se observen falladas.

Para realizar el mejoramiento del terreno, se realiza primero un relleno inicial con material tipo rajón en las zonas a intervenir, sobre el cual se rellena un segundo relleno en base granular tipo BG-2, hasta lograr una compactación del 95% del proctor modificado y alcanzar los niveles requeridos del proyecto.

El volumen aproximado de excavación será de 12,86 m³, posterior a la excavación se realizará un relleno con material tipo rajón en un volumen aproximado de 1950 m³. El volumen para el relleno en base granular en material tipo BG-2 será de aproximadamente 4680 m³.

Con equipo de construcción vial, se llegará hasta los diferentes niveles que cada uno de los componentes de la obra, principalmente las vías internas y la conformación del patio de 115 kV. La adecuación del terreno se realizará usando maquinaria como retroexcavadoras, canguro operado con grúa, mezcladoras de concreto, vibrocompactador, volquetas, bombas de agua, vibroapisonadores mecánicos, herramienta diferencial y, esporádicamente, grúa de canasta.

• Maquinaria y equipo

Las principales máquinas y equipos requeridos para la ejecución de la obra se relacionan a continuación.

- Camabaja
- Grúas hidráulicas
- Retroexcavadora
- Vibrador para concreto
- Camión mixer
- Formaletas
- Herramienta básica
- Maquinaria para el transporte de los diversos materiales dentro de la subestación

2.2.3.2.4 Transporte de elementos constructivos

Consiste en el traslado de los elementos constructivos hasta el sitio de montaje. Para esta actividad se analiza el tipo de acceso y movilidad de transporte para el acarreo adecuado de los materiales.

2.2.3.2.5 Colocación de malla de puesta a tierra

Como inicio para la construcción de la subestación, se debe instalar la malla de puesta a tierra, con el fin de que todos los sobrevoltajes, que se originen dentro de la subestación, sean descargados a tierra, y no se generen descargas eléctricas peligrosas durante condiciones normales de funcionamiento.

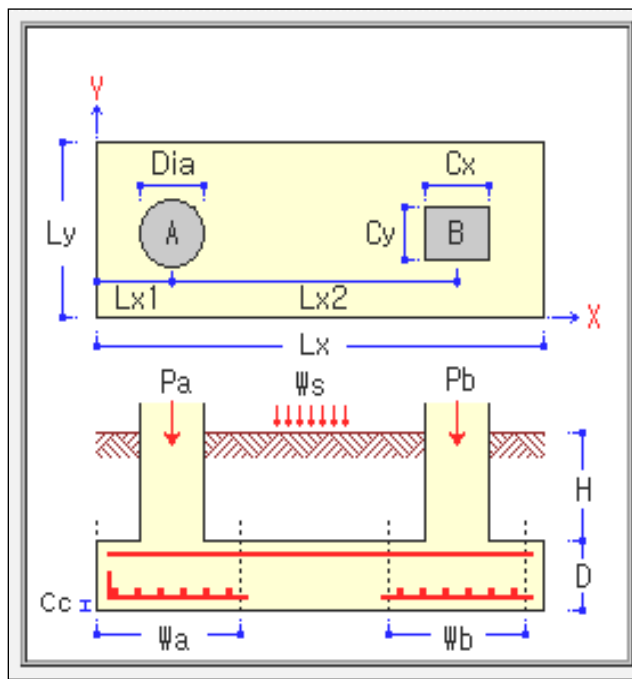
La malla de puesta a tierra es un conjunto de conductores desnudos que permiten conectar los equipos que componen una instalación a un medio de referencia. Estos conductores van enterrados a una profundidad máxima de 1 m y están unidos entre sí, con varillas de cobre, unidas mediante soldadura exotérmica, que van hincadas al suelo.

Todos los elementos metálicos y algunos equipos como los descargadores de sobretensiones se deben conectar a la malla de puesta a tierra de la subestación para proteger los equipos y la vida de las personas que circulen en el área. Estas conexiones se realizarán procurando que su recorrido sea mínimo (evitando tensiones inducidas en los bajantes de conexión) y sin cambios bruscos de dirección. Las uniones y cruces de la malla de puesta a tierra y las uniones con las varillas de cobre Copperweld, se realizarán con soldadura exotérmica de 115 g.

La malla de puesta a tierra se instalará en cable de cobre desnudo blando recocido de 107,2 mm² de sección (No. 4/0 AWG), que deberá enterrarse a una profundidad máxima de 1 m. Para mejorar la resistencia de la malla de puesta a tierra y disminuir las tensiones, en esos puntos se instalarán 13 varillas de cobre en el perímetro de la malla. Finalmente, se dejarán varios conductores de cobre desnudo calibre 4/0 AWG, unidos a la malla de puesta a tierra (colas) por medio de soldadura exotérmica, con el fin de aterrizar el neutro de los transformadores de potencia, pararrayos, cajas de control en patio, estructuras metálicas, etc.

2.2.3.2.6 Construcción de cimentaciones

Se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, en forma manual o mediante el uso de excavadoras sobre orugas compactas o de largo alcance. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades mediante ensayos de suelo. La Figura 2-4 presenta la geometría típica de estas cimentaciones.

Figura 2-4 Geometría típica de cimentaciones


Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

- **Cimentaciones para equipos “transformaciones de tensión y pararrayos”**

Para el análisis y diseño de los elementos estructurales, se utilizó concreto con un peso volumétrico de $24,0 \text{ kN/m}^3$, resistencia a la compresión a los 28 días de $f_c = 21 \text{ MPa}$ y acero de refuerzo con un límite de fluencia de $F_y = 420 \text{ MPa}$ según la norma NTC 2289 (ASTM A-706).

Las dimensiones mínimas de los pedestales son aquellas que permitan soportar adecuadamente la placa base del soporte del equipo. El espesor de la zapata es aquel que garantice capacidad a cortante de la sección y la estabilidad al volcamiento, y debe ser como mínimo de un espesor de 0,25 m de altura de acuerdo con la NSR-10.

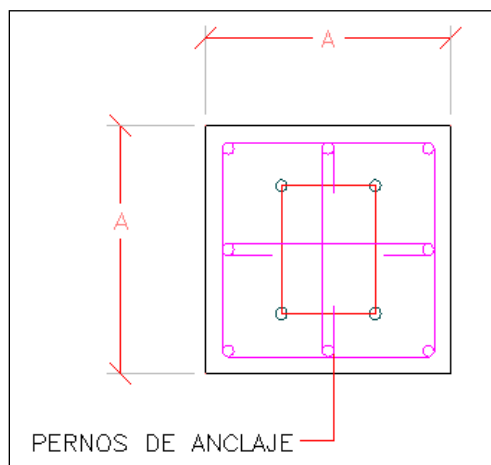
Todas las cimentaciones de equipos se desplantaron a 1,2 m de profundidad teniendo en cuenta que los pedestales deben sobresalir 0,2 m del nivel de acabado de patio, el cual cuenta con un espesor de 0,1 m, es decir, la altura mínima de las cimentaciones de equipos es de 1,4 m.

La cimentación de equipos se realizará mediante un solo pedestal y una losa de cimentación que garantiza la estabilidad al volcamiento. La dimensión mínima de los pedestales para poder albergar los pernos de anclaje será de 0,6 m.

Por último, el diseño de concreto reforzado se llevó a cabo con base en la teoría de la rotura, a partir de los esfuerzos calculados con cargas últimas. Se utilizaron cuantías mínimas de 0,0018 para zapatas y de 0,0050 para pedestales.

La Figura 2-5 presenta la cimentación típica en zapatas aisladas para transformador de tensión y pararrayos.

Figura 2-5 Cimentación típica zapatas aisladas transformador de tensión y pararrayos – vista en planta



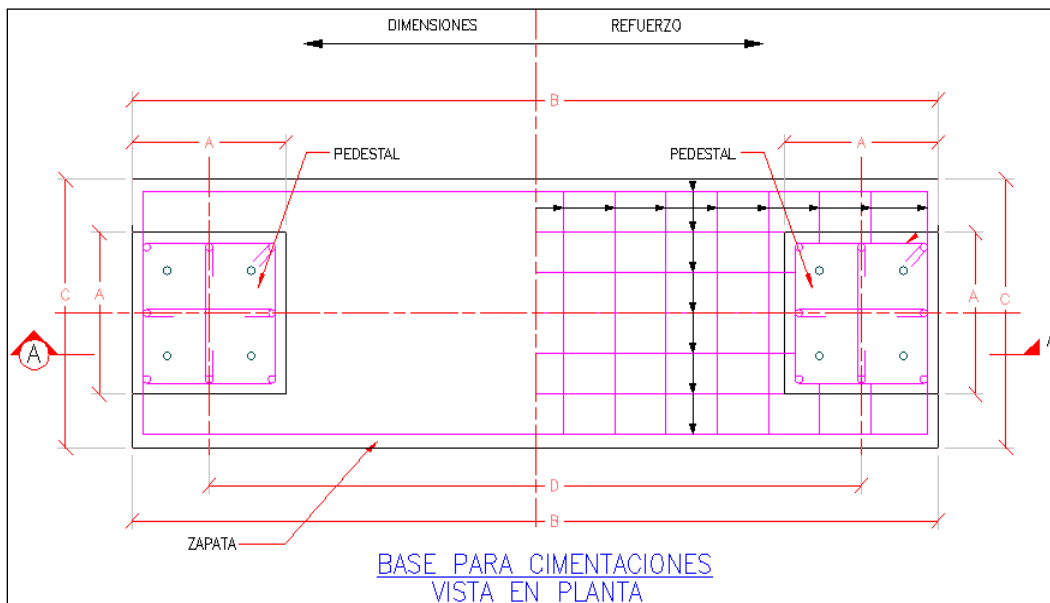
Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

- **Cimentación de equipos híbridos**

La cimentación del equipo híbrido se dispondrá para su montaje en el patio 115 kV.

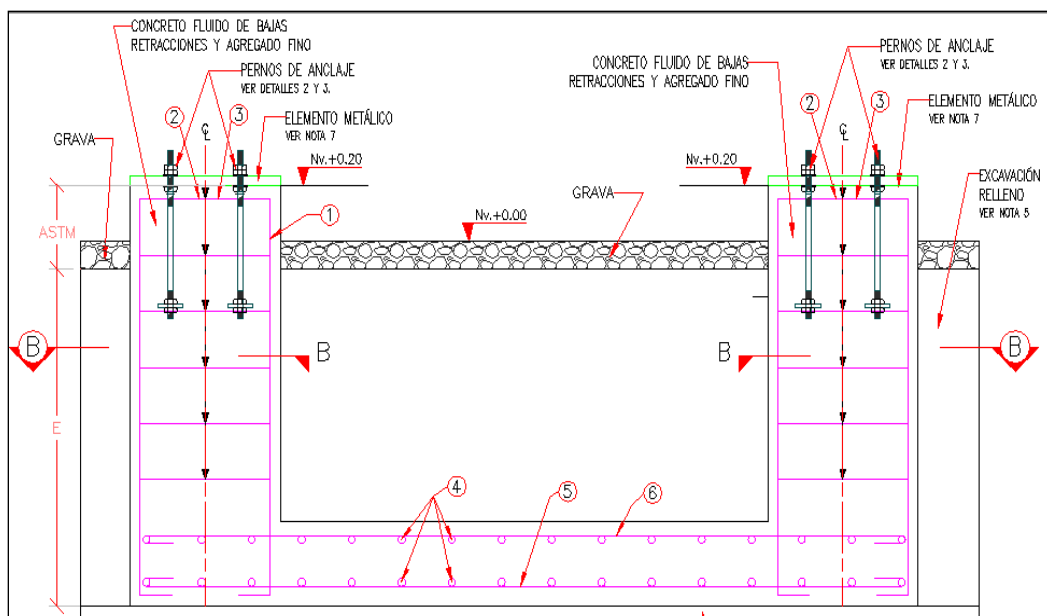
Para cimentar la estructura se plantea inicialmente una estructura en concreto reforzado con $f_c = 21$ MPa conformada por dos pedestales con sección de 0,5 m x 0,6 m y altura de 1,2 m, con separación entre ejes de 2,53 m, apoyados sobre una zapata de concreto reforzado con $f_c = 21$ MPa y dimensiones de 1 m x 3,5 m x 0,3 m, la estructura metálica se fijará a la estructura de concreto mediante cuatro pernos de anclaje de diámetro M20 suministrados por el equipo o con una longitud de 0,4 m, en cada uno de los pedestales. La Figura 2-6 y Figura 2-7 presentan la geometría típica de la cimentación del equipo híbrido.

Figura 2-6 Cimentación equipo híbrido – vista en planta



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Figura 2-7 Cimentación equipo híbrido – vista en alzado



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

La zapata se construirá sobre una capa de concreto de limpieza de $f_c = 14$ MPa con espesor de 0,05 m.

Para el refuerzo de la estructura se requiere instalar 4 barras No. 5 en la parte superior e inferior de la zapata, y 17 barras No. 5 en la parte superior e inferior de la zapata, para el control por flexión transversal. Como refuerzo longitudinal del pedestal de concreto, se instala un área de acero igual al 1 % del área transversal de dicho pedestal, es decir, 8 barras No. 7, transversalmente, se instalan flejes No. 3 cada 0,15 m.

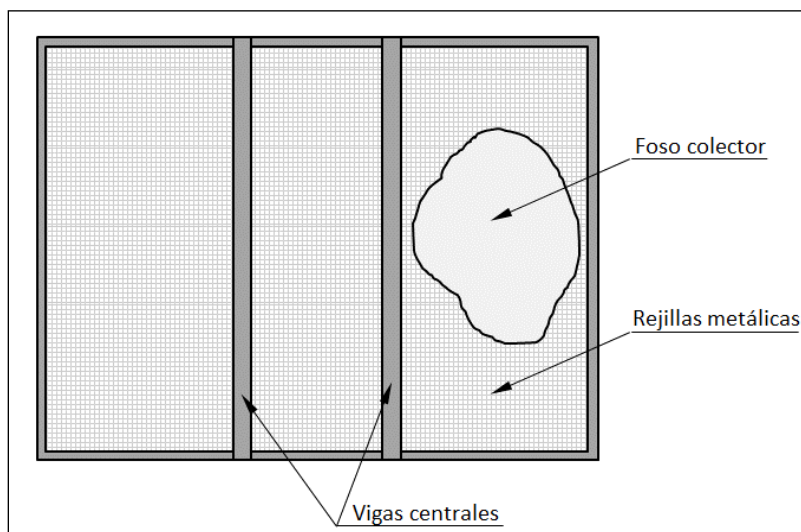
- **Cimentación de transformador de potencia D1 y D2 115/11,4 kV**

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

Para cubrir la eventualidad de un derrame de aceite hacia el sistema de aguas lluvias, por daño en el transformador, se diseñará como estructura de cimentación para el equipo, un foso colector. Este foso descargará el aceite hacia el tanque de aceite previsto en los diseños de la subestación. El área del foso se determinará de acuerdo con el tamaño del equipo seleccionado garantizando que cualquier fuga que se llegará a presentar, sea recogida dentro del foso. Las dimensiones del foso a diseñar cubrirán la proyección en planta de todo el equipo más 0,15 m libres en todas las direcciones.

Tanto el aceite recogido en el foso como el agua lluvia, drenarán por medio de tuberías no inflamables hacia el tanque separador de aceite.

Figura 2-8 Planta de cimentación transformadores

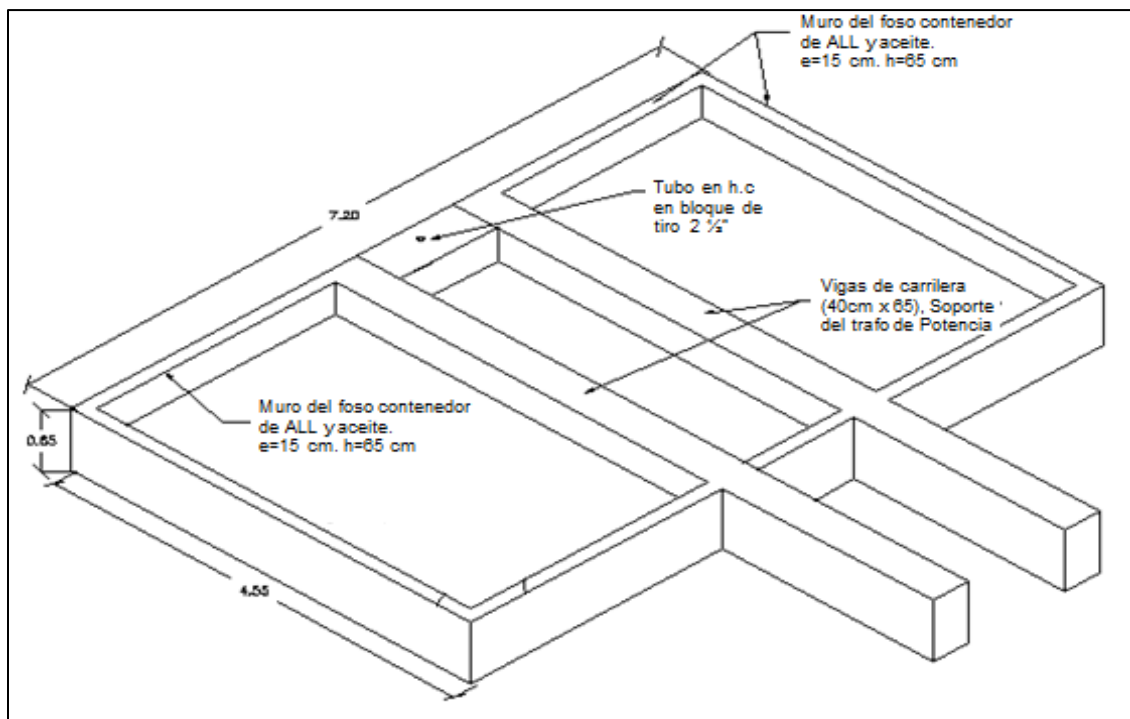


Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

En el foso se instalarán rejillas metálicas, para soportar una capa mínima de 0,2 m de material granular redondeado, uniforme, de diámetro entre cinco y ocho centímetros para ayudar a extinguir el fuego en el caso de que el aceite caiga inflamado. En la Figura 2-8 se presenta la planta típica de la cimentación de transformadores.

Alrededor de la cimentación del transformador, y como parte integral de ésta, para evitar filtraciones, se dispondrá una fosa de derrames completa de concreto y con brocal a una altura ligeramente superior al nivel de piso terminado. La grava es usada para disminuir el peligro de incendio. El piso debe tener una pendiente tal que permita el desalojo del agua o del aceite.

Figura 2-9 Isométrico cimentación transformadores



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

El Foso está a una profundidad aproximada de 0,65 m (0,35 m de altura de muros y 0,3 m altura de placa) desde el nivel actual del patio de conexiones sobre un relleno en recebo con una capacidad portante crítica de 50 KPa (5 Ton/m²), la cimentación se dimensionó para abarcar todo el perímetro del transformador; además, para garantizar que los esfuerzos transmitidos al suelo, con base en las cargas de trabajo, no sobrepasen el valor de la capacidad portante admisible.

Para cada uno de los elementos estructurales se adoptó un modelo de diseño como se enuncia a continuación.

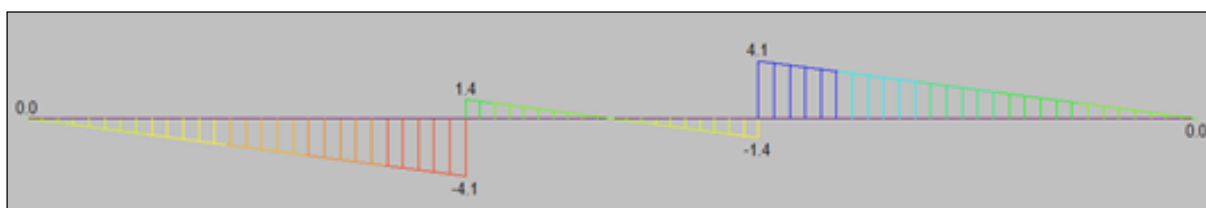
- Placa de fondo: se adoptó el modelo de una cimentación o zapata combinada asumiendo las cargas aplicadas desde el transformador como fuerzas puntuales aplicadas en el centro de las vigas.
- Vigas principales: Se asumió una carga distribuida a lo largo de la viga, en la cual se toman las ruedas del transformador como 2 apoyos simples para la viga.
- Para el vacío formado entre las vigas de apoyo y las paredes del foso, se instalarán rejillas estructurales troqueladas, prensadas y soldadas, considerando que el tamaño fuera suficiente para que la manipulación (transporte y movimiento) se hiciera fácilmente, y que además se dejará una

ventana en dicha rejilla para permitir el paso de la tubería de control y sistema de malla de puesta a tierra.

Las vigas de la carrilera tienen una longitud de 4,55 m (en la zona del foso) y una sección de 0,4 m x 0,65 m de concreto reforzado $f_c=21$ MPa. Considerando el peso total del transformador igual a 68000 kg. Dada la capacidad portante del terreno, en el sentido longitudinal de las vigas, se contempla una carga de reacción de 1,9 Ton/m en cada viga.

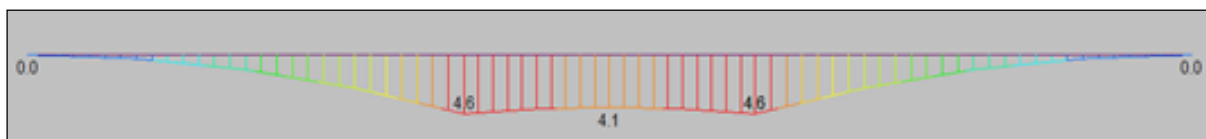
Teniendo en cuenta un suelo rígido y considerando las ruedas del transformador como apoyos simples de la viga se tienen los siguientes diagramas de corte y momento, Figura 2-10 y Figura 2-11 respectivamente.

Figura 2-10 Diagrama de cortante (Ton)



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Figura 2-11 Diagrama de momento (Ton*m)



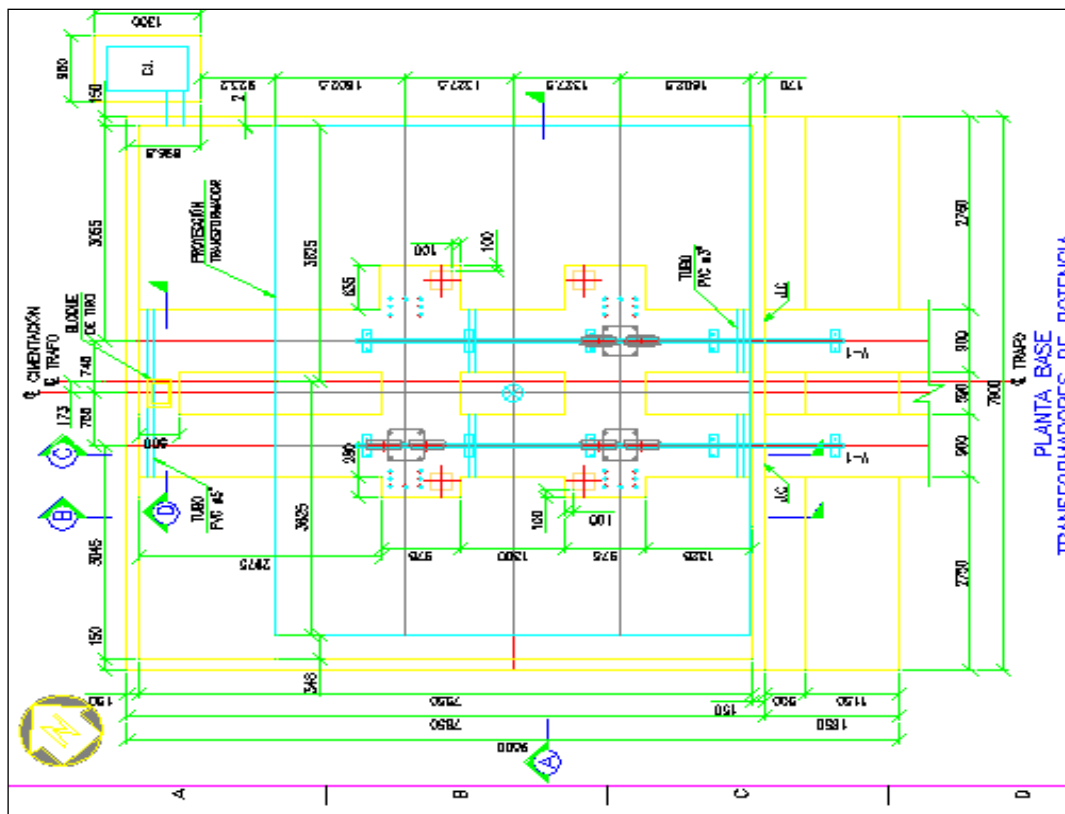
Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

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

- **Carrilera**

La carrilera para el paso de los transformadores de potencia dentro de la subestación estará conformada por una placa de concreto reforzado de sección transversal 1 m x 3 m dilatada máximo cada 3 m.

La carrilera estará conformada por tres etapas, la primera es una base en concreto ciclópeo, la segunda etapa en concreto reforzado y una tercera con una losa superficial en concreto, que soportará los rieles de acceso y el peso propio del reactor, donde la distancia entre ejes de los rieles corresponde a la separación entre ruedas del transformador.

Figura 2-12 Cimentación de la carrilera


Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

• Cimentación de pórticos barra 115 kV

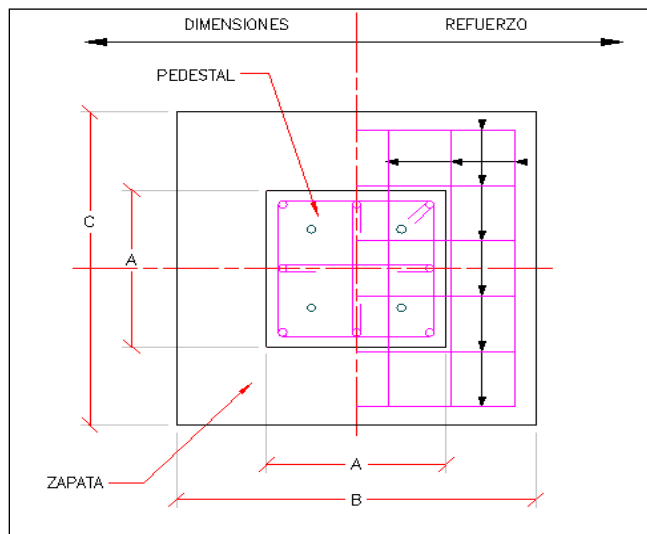
Se plantea como estructura de cimentación cuatro pedestales en concreto reforzado $f_c=21$ MPa con dimensiones de 0,5 m x 0,5 m x 1,6 m, en cada uno estos pedestales, se instalarán cuatro pernos de anclaje de diámetro de 1 in y de 0,4 m de longitud, estos pedestales se apoyarán sobre una zapata en concreto reforzado $f_c= 21$ MPa con dimensiones de 2,6 m x 3,1 m x 0,3 m.

La zapata mencionada anteriormente se construirá sobre una capa de concreto de limpieza de $f_c= 14$ MPa con espesor de 0,05 m.

Para el refuerzo de las presentes cimentaciones se requiere instalar 12 barras No. 5 en la parte superior e inferior de la zapata contra la flexión presentada en sentido longitudinal, adicionalmente es necesario instalar 10 barras No. 5 en la parte superior e inferior de la zapata contra los efectos de la flexión en el sentido transversal. Como refuerzo longitudinal del pedestal de concreto se instalarán 8 barras No. 7, transversalmente se instalarán flejes No. 3 cada 0,15 m.

La Figura 2-13 muestra una imagen en planta de la cimentación de las columnas de pórticos y una vista en corte.

Figura 2-13 Cimentación columna de pórticos – vista en planta



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.2.7 Construcción de obras civiles

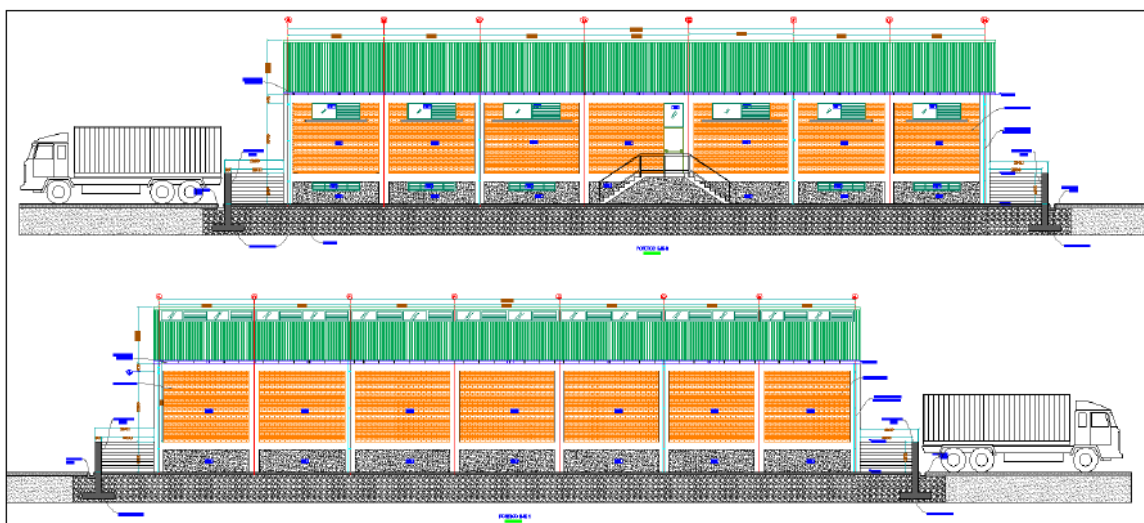
Adicional a las obras civiles mencionadas previamente, requeridas para la ubicación de los equipos de patio, es necesario llevar a cabo la construcción de obras adicionales, que se describen a continuación.

- **Casa de control**

El diseño eléctrico plantea la necesidad de instalar dentro de la casa de celdas dos (2) trenes de celdas de 11,4kV; a partir de estas consideraciones, se dimensionó en planta y perfil la casa, donde se garantiza el ingreso de los tableros, la fachada tipo se presenta a continuación.

La construcción de los muros de fachada de la casa de control se plantea en ladrillo Santafé, prensado liviano de 6 cm x 12 cm x 24,5 cm y se recomienda la implementación del aparejo a sogas, esto con el fin de evitar desperdicios en obra, como anteriormente se mencionó, el muro con vista a los transformadores se realizará con doble mampostería, que será trabada en todos los sentidos. Adicionalmente se plantea la construcción de dos tipos de andén, el primero en concreto, con bordillo prefabricado, y el segundo también en concreto, con bordillo prefabricado, pero será un andén elevado a nivel +1500 con el fin de conectar la entrada de la casa control con los camiones de descarga.

Figura 2-16 Fachadas en perfil longitudinal



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

- **Muro corta fuegos**

El muro cortafuegos es una estructura que permite controlar el fuego en caso de incendio, aislando de manera adecuada los transformadores de potencia.

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

El concreto para zapata, columnas y vigas será de f_c 21 MPa, el concreto para solado de f_c 14 MPa, el acero para barras mayores o iguales a la N° 3 tendrá un $f_y=420$ MPa. El recubrimiento del acero de refuerzo en zapata será de 7,5 cm y en los demás elementos 5.00 cm, según recomendaciones mínimas de norma.

El material de relleno será recebo BG-2 y se compactará en capas de 10 cm hasta alcanzar el 90% del proctor modificado.

- **Canalizaciones (banco de ductos y cárcamos)**

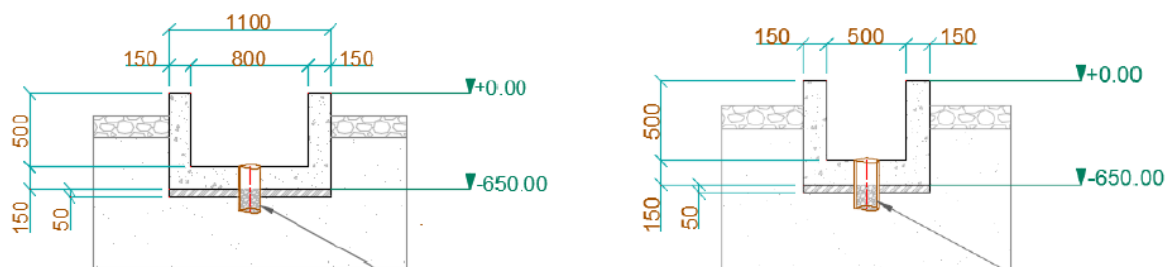
En la construcción de redes subterráneas como símil a las aéreas, los apoyos son constituidos por las cajas de paso y el tendido se realiza a través de canalizaciones como cárcamos, bancos de ductos y tuberías de PVC;

las derivaciones de ramales y acometidas parten de las cajas de paso o deflexión.

Por lo anterior, se requiere dirigir el cableado de control de los diferentes equipos de patio hacia la casa de control, por lo que se plantea una ruta de cableado nueva para comunicarlos a la casa de control.

Se plantea las rutas de los cárcamos teniendo en cuenta dos tipos de cárcamos, estos con el fin de recoger el cableado de control que se encuentra en el patio y llevarlos hacia la casa de control.

Figura 2-17 Detalle típico – sección transversal de cárcamos



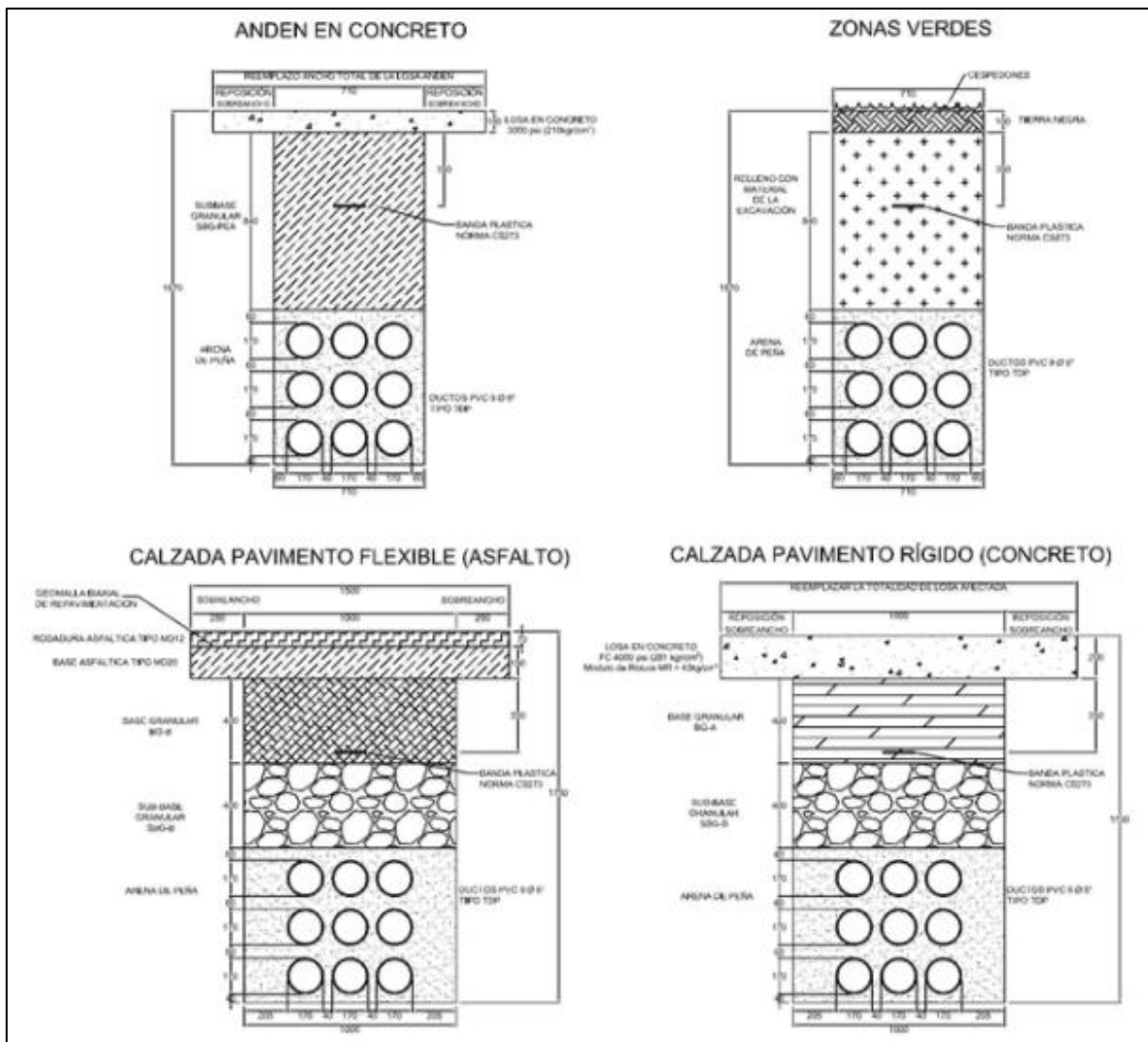
Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Los bancos de ductos son grupos de nueve (9) ductos corrugados con diámetro igual a 6" enterrados (ver Figura 2-18), los cuales están destinados a proteger y consolidar el cableado de media tensión que sale de la subestación para ser distribuido hacia usuarios finales. En un banco de ductos, los datos y los cables eléctricos se colocan dentro de los ductos corrugados de PVC que se juntan; estas agrupaciones de conducto están protegidos por arena o concreto simple, dependiendo de los requerimientos de esfuerzos a que puedan estar sometidos los ductos según el sitio donde se instalen. Para los efectos de bancos de ductos, se cumplirán con las normas CODENSA CS 207 a CS 221.

Para lograr un correcto asentamiento de los ductos, el fondo de la zanja debe ser uniforme y debe compactarse para evitar pandeos de la canalización. Los ductos más profundos deben descansar uniformemente sobre lechos nivelados y compactados. Se debe colocar una capa de arena de peña con un espesor mínimo de 4 cm en el fondo de la zanja. Después de haber colocado una capa de 200 mm de material de relleno sobre los ductos, se debe compactar el material con "rana" o "pisón" en capas de 150 mm hasta la superficie.

Las uniones de ductos dentro del tendido del banco deben quedar traslapadas, nunca deben quedar una sobre otra. El tendido de los ductos debe ser en línea recta, en la medida de lo posible. En caso de cambio de dirección, se debe construir una caja de paso para tal efecto. Cuando los bancos de ductos consten de más de seis (6) ductos, todas las cajas de inspección serán dobles. Al llegar a una de las cajas, los ductos deberán estar provistos de campanas para ductos de PVC o de boquillas terminales para ductos de acero galvanizado, según la norma CODENSA CS 205.

Figura 2-18 Sección típica banco de ductos



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

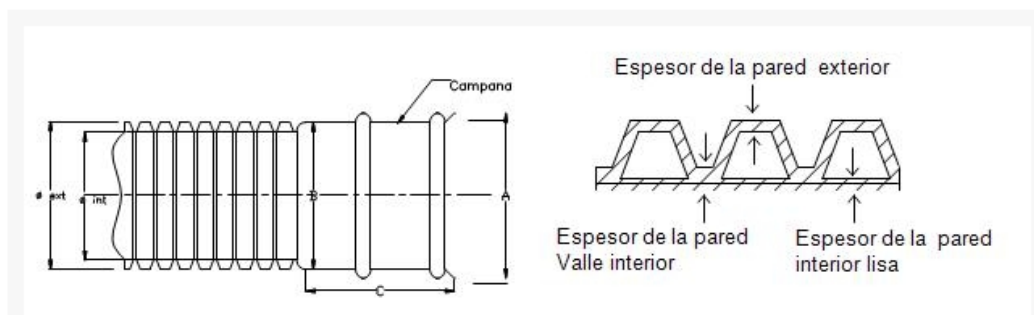
Si se planea dejar ductos de reserva, estos deberán taponarse a fin de mantenerlos libres de basura, tierra, según la indicación de la norma CODENSA CS 201.

Como señal preventiva de presencia de ductos eléctricos instalados, se debe colocar a lo largo de la zanja a una profundidad de 30 cm de la superficie del relleno, una banda plástica, que debe cumplir con las especificaciones de la norma CODENSA CS 273.

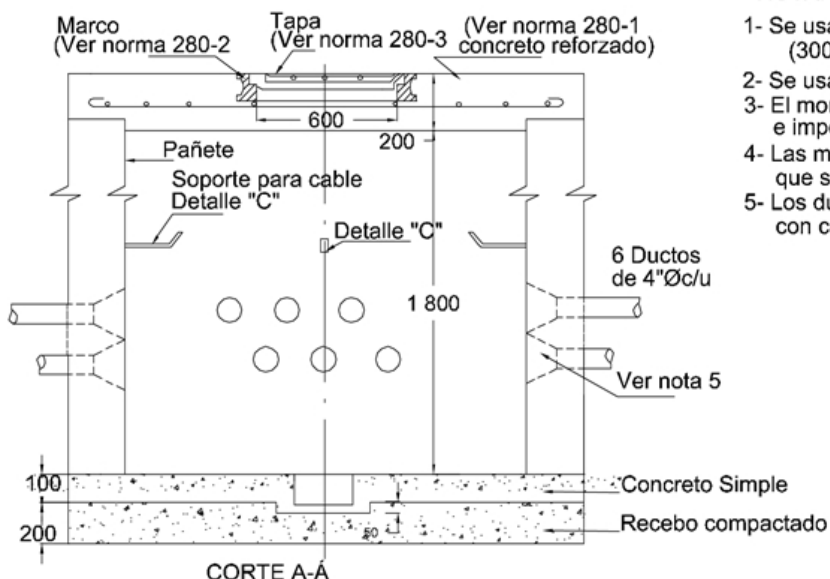
Al momento de realizar una excavación con equipo mecánico, se deben dejar los últimos 20 cm para ejecutar manualmente, esto para garantizar la correcta compactación del terreno.

Figura 2-19 Características de ductos corrugados de PVC

Requisitos Generales del Ducto de PVC								
Material					Poli(cloruro de vinilo) rígido			
Diámetro nominal		Diámetro exterior en mm			Diámetro interior mínimo	Espesor mínimo en mm		
Pulgadas	mm	Promedio	Tolerancia	Ovalamiento máximo	mm	Pared exterior	Pared interior	Pared del valle
3	88	88,90	± 0,28	1,60	75	0,40	0,40	0,60
4	109	109,20	± 0,32	2,40	100	0,40	0,40	0,60
6	168	168,28	± 0,32	2,40	150	0,60	0,60	0,90



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

Figura 2-20 Caja de inspección en concreto - Tipo vehicular

NOTA:

- 1- Se usará concreto de 210 kg./cm^2 (3000 PSI).
- 2- Se usará de refuerzo tipo P.D.R. 60.
- 3- El mortero será de una proporción 1:4. e impermeabilizado.
- 4- Las medidas estan en metros, a menos que se indique otra cosa.
- 5- Los ductos deben llegar a la caja con campana terminal.

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

- **Sistema de alcantarillado pluvial y sanitario**

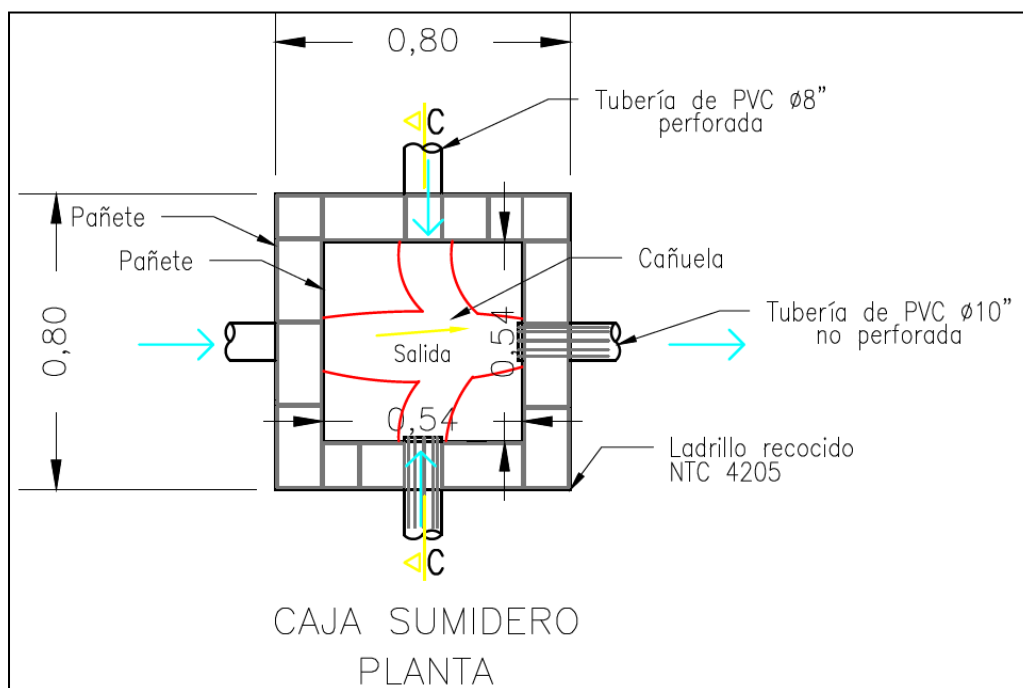
Para el diseño del alcantarillado pluvial de la subestación Terminal, se siguieron las recomendaciones del Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS-2000 en el TÍTULO D.

Las edificaciones que hacen parte de la subestación tendrán una red de tubería en PVC, para el sistema pluvial y otro independiente para el sanitario, los cuales se conectarán con el sistema de alcantarillado que tiene la EAAB en la zona.

Las aguas lluvias que se recolecten de las edificaciones, serán transportadas a cajas sumidero de inspección, para luego ser evacuadas hacia el sistema de alcantarillado de la EAAB.

En todas las salidas de agua lluvia, tanto de las edificaciones como de los sumideros de las áreas abiertas de patios y vías, el agua deberá pasar por las cajas de inspección que funcionan como trampas de arenas, ya que el agua arrastra arena o polvo que cae en la superficie de la subestación. El material de mayor tamaño que las arenas quedarán en las canales y sumideros, ya que no pueden ser arrastrados por agua. El objetivo es evacuar el agua que precipita en el terraplén de la subestación, sin ningún tipo de material particulado que pueda llegar a obstruir los drenajes contiguos a la subestación. La caja sumidero tendrá una dimensión externa de 0.80 m por 0.80 m, con una profundidad variable. La construcción de la caja de inspección será con ladrillo tolete prensado. Las paredes internas estarán afinadas con mortero que impida la filtración de agua. La trampa deberá estar tapada para impedir que caiga material particulado y se le deberá hacer una limpieza periódica para evitar que se colmate de arena.

Figura 2-21 Trampa de arenas – vista en planta



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

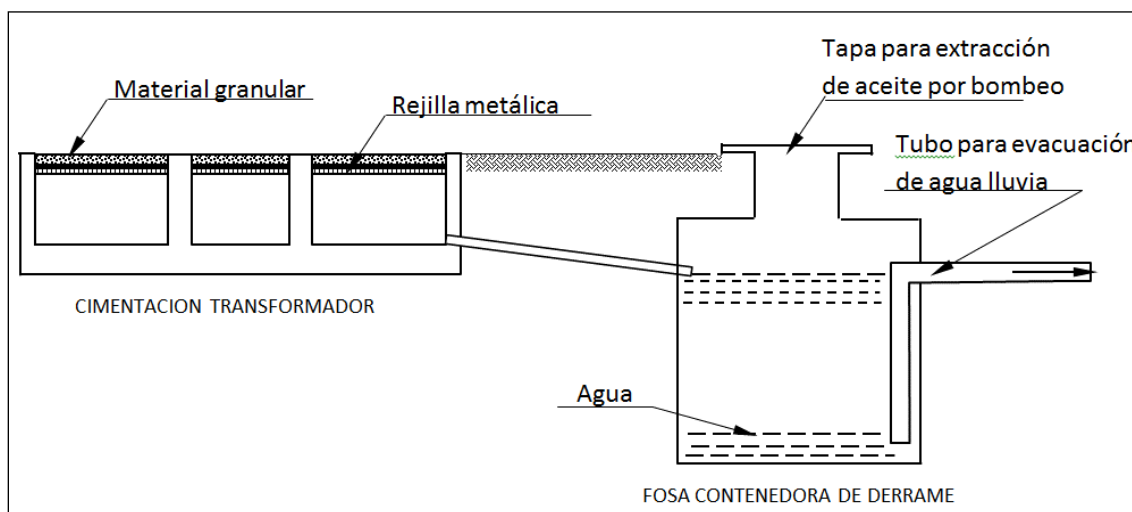
En la etapa de construcción se implementarán baños portátiles para uso del personal que interviene en el proceso constructivo. Los baños serán limpiados periódicamente, por una empresa especializada en el tema y que cuente con los permisos ambientales para este fin.

El agua residual que descarguen los lavatorios de ojos, que se ubicarán en los cuartos de baterías de la casa de control, irá a una caja independiente, ya que es posible que esta agua tenga residuos de ácido de las baterías, la caja estará en una cota inferior a la base de los lavatorios para que por gravedad llegue el agua. Luego para extraer el agua de la caja, se utilizará vactor, con el fin de no verter al exterior.

- **Tanque de aceite**

En la parte más baja de la cimentación del transformador, se colocará un tubo galvanizado con diámetro de 2" con el fin de dar drenaje a la zona. El otro extremo del tubo entrará a la fosa contenedora para el agua y/o el aceite.

Figura 2-22 Cimentación foso de transformador



Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

La fosa contenedora también denominada trampa de aceite, podrá ser construida en cualquier material impermeable, con volumen suficiente para contener todo el aceite, que a un futuro se pudiera derramar, más unos 25 cm de altura de agua en la parte inferior. Exactamente al nivel superior calculado del aceite se colocará un tubo en codo, de diámetro suficiente, en que su rama vertical llegará hasta a unos 20 cm del fondo y servirá como única salida del agua, y la rama horizontal descargará el agua al drenaje. Esta fosa tendrá una tapa para mantenimiento, y para sacar el aceite en caso de algún derrame.

- **Muro de cerramiento**

El predimensionamiento del muro de cerramiento se realiza teniendo en cuenta el área útil del lote, y según recomendación de norma NO 048 de CODENSA, así como lo dispuesto por Norma NSR-10 para muros en mampostería; estará conformado por ladrillo estructural liviano en los extremos superior e inferior y bloque en concreto estructural estriado hacia el centro del muro, esto se tiene en cuenta para las fachadas que quedan a la vista, las fachadas que no quedan a la vista se construirán con bloque en concreto estructural estriado,

teniendo en cuenta estos primeros parámetros, se realizará la disposición de muros, en los cuales se obtiene como resultado 5 tipos de muros típicos.

Se instalará una puerta vehicular de 14 m de ancho por 2,6 m de alto que se conformará por cuatro hojas de 3,41 m de ancho por 2,6 m de alto con marco en peinazo Calibre 12 y lamina estriada calibre 18; en una de las hojas que conforma la puerta vehicular se instalará una puerta peatonal de 1,03 m de ancho por 2,6 m de alto en lámina lisa Calibre 20, se le dará acabado a las puertas con anticorrosivo y pintura a base de aceite color gris plata.

- **Vías internas**

La Subestación Terminal contará con una vía interna perimetral, diseñada bajo los lineamientos del manual de diseño geométrico para carreteras, INVÍAS - 2008, que garantizará el libre tránsito de vehículos dentro de la subestación, adicionalmente esta vía contará con una zona destinada al parqueo de los vehículos y un área de descarga de equipos y materiales.

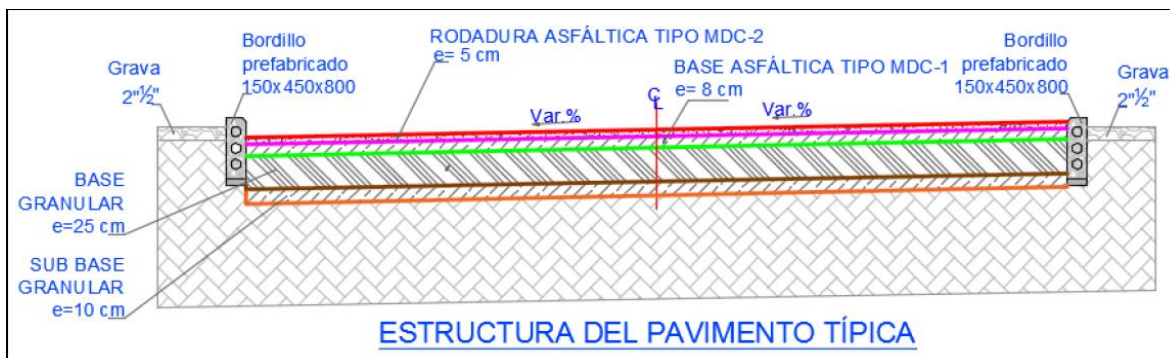
Además, esta vía interna se conectará con una vía a construir en el exterior de la subestación, que garantizará el acceso y salida de los vehículos de carga, desde y hacia la calle 17 (Avenida Centenario).

Para encontrar los valores de módulo resiliente de la subrasante de la estructura de pavimento, se tomaron los valores de compresión inconfiada, obtenidos sobre los estratos superficiales de arcilla. Se toma como valor de capacidad portante 0,5 (Kg/cm²), obteniendo como resultado un módulo de subrasante de 114 (Kg/cm²) teniendo las características del terreno se utilizará un CBR de 30% a nivel de la sub-base.

Las secciones transversales fueron diseñadas con un bombeo de (inclinación) del 1% para garantizar un rápido drenaje.

Dado que las repeticiones de carga son las mismas, se han considerado para el diseño un número de ejes equivalentes de 8,2T de 1 e+06.

Con el CBR de 30% mecánicamente no se requerirían espesores adicionales de material granular, sin embargo, para lograr el acabado final de la vía se requiere una transición de las capas granulares, a través de la colocación de una base granular de 0,25 m de espesor, con el fin de tener un material intermedio con una plasticidad mucho menor y una granulometría ajustada que asegure un esqueleto mineral mayor.

Figura 2-23 Estructura de pavimento típica


Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.2.8 Montaje de estructuras metálicas

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

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

2.2.3.2.9 Instalación de barras y accesorios

Las barras serán conformadas por conductores de aluminio que sirven para realizar la conexión entre los diferentes equipos y las salidas de las líneas, de acuerdo con el diseño establecido para el efecto. Las barras van tensadas entre las estructuras metálicas, siendo necesaria la instalación de las cadenas de aisladores y los elementos de sujeción a la estructura.

Las barras serán instaladas y tensadas mediante métodos que no ocasionen daños al conductor. Se deberán tomar precauciones especiales para impedir que el conductor se tuerza, se doble o sufra abrasión de cualquier naturaleza o que la superficie del mismo sufra rozamiento o daños de cualquier tipo. Cuando el conductor resulte dañado deberá ser reemplazado por uno nuevo.

2.2.3.2.10 Montaje de equipos y pruebas

El montaje de cada componente, equipo o sistema incluye, según sea aplicable, la revisión, protección contra lluvia o suciedad, instalación, alineamiento, nivelación, fijación, desbloques, calibraciones, pulido, limpieza, pintura, identificación del equipo, conexiones de alta tensión, conexiones de baja tensión, identificación de conductores, conexión de tierra, verificaciones de correcta instalación o funcionamiento, elaboración y entrega de planos según lo construido.

Las pruebas en sitio incluyen las medidas y verificaciones necesarias para demostrar que el componente, equipo o sistema no tiene daños, está correctamente instalado y cumple las funciones para las cuales fue

previsto; e informan sobre las condiciones iniciales para los registros históricos del mantenimiento. Si alguna prueba no es satisfactoria, se corregirán las causas y se repetirá la prueba. Todas las pruebas deben consignarse en formatos previamente aprobados por CODENSA S.A. ESP.

La puesta en servicio de un componente, equipo o sistema representa su condición normal de operación, integrada al resto de componentes de la subestación, cuando ésta se encuentra operando en las condiciones de transmisión y transformación de energía eléctrica para las que fue prevista.

Para los montajes, pruebas y puesta en servicio se utilizarán las herramientas y equipos adecuados, en buen estado, con calibración certificada y vigente.

- **Pruebas de fábrica**

- **Realización de pruebas**

Se entregarán reportes de las pruebas tipo y las pruebas de rutina y aceptación. Los equipos de pruebas tendrán certificados de calibración vigentes. El plan de pruebas debe incluir lo siguiente.

- Equipo por probar
 - Fecha prevista para la ejecución de las pruebas
 - Normas que rigen la prueba
 - Pruebas por realizar
 - Tipo de prueba: tipo, rutina, aceptación, de muestreo o prueba de acuerdo con la práctica del fabricante
 - Procedimiento (incluyendo el formato del fabricante para el registro de la prueba)

- **Montaje**

En esta etapa se realizará el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, su cableado y conexonado, hasta las casetas de cada uno de los patios y, desde allí, hasta la casa de control, donde finalmente se ubicarán los mandos y sistemas de operación y control de cada uno de los equipos y de la subestación en su conjunto.

Una parte de los equipos se acoplarán sobre las estructuras metálicas, en tanto que otros se instalarán directamente sobre las bases de hormigón armado, construidas para tal efecto, con los pernos de anclaje necesarios para sujetarlos.

Los montajes se realizarán de acuerdo con las instrucciones generales de los fabricantes, los planos e instrucciones aprobados por CODENSA S.A. ESP y bajo la supervisión del personal especializado del fabricante y CODENSA S.A. ESP. El personal tendrá todos los medios y elementos de seguridad que minimicen los riesgos de accidentes. Todas las actividades del montaje obedecen a una justificación técnica y se dispondrá de los medios adecuados para comprobar que se cumplen tales justificaciones.

Las instrucciones y métodos de montaje garantizarán que los componentes, equipos y sistemas permanezcan en condiciones óptimas de operación durante períodos prolongados, sin requerir mantenimientos o ajustes frecuentes, inmunes a las condiciones climatológicas y a las perturbaciones electromagnéticas, protegidos contra entrada de animales, la acumulación de agua, los agentes contaminantes de la atmósfera y con el mínimo

riesgo de iniciar o propagar incendios. Los montajes y pruebas de campo serán dirigidos por personal debidamente capacitado en cada equipo o sistema específico.

○ **Pruebas de energización**

Una vez concluido el montaje de equipos y el cableado de los mismos, se procederá con la ejecución de todas las pruebas eléctricas de estos, a fin de verificar el correcto funcionamiento de los equipos, así como de los circuitos de control y protección. Estas pruebas se realizarán como prerrequisito para energizar la subestación, utilizando los equipos y procedimientos que CODENSA S.A. ESP dispone para cada equipo.

Las pruebas tienen como finalidad comprobar el cumplimiento de los requisitos especificados para cada uno de los componentes y su conjunto. Siendo éstas de gran importancia, previo a la energización del equipo, pues de ellas depende el buen funcionamiento de los mismos.

Las pruebas de energización que se realizarán en el sitio e incluirán las siguientes actividades.

- Verificación de la polaridad de los transformadores de corriente y los transformadores de potencia.
- Relación de transformación del transformador de corriente.
- Prueba de operación de los módulos híbridos.
- Verificación de los tiempos de operación de los interruptores.
- Prueba de alta tensión al circuito primario.
- Resistencia eléctrica de contactos en circuitos principales.
- Pruebas de funcionamiento de los circuitos de control.

2.2.3.2.11 Inspecciones

Las inspecciones se llevarán a cabo durante todo el proceso de construcción y montaje de la subestación, acciones que deben ser realizadas por personal técnico, debidamente capacitado y con experiencia en este tipo de obras. Las inspecciones se realizarán a todas las obras civiles, al montaje de estructuras metálicas, al montaje de barras y equipos, al cableado y conexiones.

Durante este proceso se verifica el cumplimiento de las especificaciones técnicas de los materiales utilizados, los procesos constructivos, el personal empleado deberá estar debidamente capacitado y la obra debe ser ejecutada de acuerdo con lo dispuesto en los planos.

2.2.3.3 Especificaciones generales (subestación eléctrica)

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

2.2.3.3.1 Aspectos sísmicos

De acuerdo con las características geológicas y geotécnicas de los suelos, el sitio se localiza en una “zona de riesgo sísmico intermedio”.

Para efectos del análisis sísmico y de acuerdo con las investigaciones del subsuelo realizadas, se considera que los suelos de fundación corresponden a un perfil de suelo tipo E, según la norma colombiana de construcciones sismoresistentes NSR-10.

Tabla 2-21 Criterios generales para el cálculo de la fuerza por sismo

NOM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
A_s	0.15	Coefficiente que representa la aceleración horizontal pico efectiva	
A_v	0.20	Coefficiente que representa la velocidad pico efectiva	
PS	E	Tipo de perfil de suelo	Según estudio de suelos
F_s	0.95	Coefficiente de amplificación para la aceleración	Microzonificación Bogotá ver figura No.1
F_v	2.70	Coefficiente de amplificación para la velocidad	Microzonificación Bogotá ver figura No.1
G_u	IV	Grupo de uso	
I	1.50	Coefficiente de importancia	Tabla A.2.5-1 NSR-10
T₀	-	Periodo de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes	A.2.6.1.3 NSR-10
T_c	0.00	Periodo de vibración corto	Microzonificación Bogotá ver figura No.1
T_L	5.00	Periodo de vibración largo	Microzonificación Bogotá ver figura No.1
C_t	0.07	Coefficiente para el cálculo del periodo de la estructura	Tabla A.4.2-1 NSR-10
α	0.80	Exponente para el cálculo del periodo aproximado	Tabla A.4.2-1 NSR-10
h	3.02	Altura de la edificación	Diseño civil
T_s	0.17	Periodo fundamental aproximado	3.365
R₀	4.50	Coefficiente de disipación de energía (DMO)	TABLA A.3-3 NSR-10

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.3.2 Especificaciones de los equipos

En la Tabla 2-22 se relacionan las especificaciones técnicas de los transformadores que se emplearán en la SE Terminal.

Tabla 2-22 Transformador trifásico de potencia

PARÁMETROS	CANTIDAD	UNIDAD
Potencia	30/35/40	MVA
Tensión	115/12	kV
Número de fases	3	-
Grupo de conexión	YNyn0(d1)	-
Frecuencia	60	Hz
Peso total aproximado	68000	kg
Volumen de aceite aproximado	23	m ³
Aceite	Mineral	-

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.3.3.3 Mantenimiento línea viva

A continuación, se relacionan los trabajos de mantenimiento de línea viva o equipo energizado, que se realizarán a la Subestación en la etapa de operación.

- Todos los conectores se escogerán con el ángulo adecuado, para que el cable inicie su trayectoria en dirección hacia el siguiente terminal o hacia las trayectorias requeridas, para prevenir esfuerzos mecánicos o acercamientos dieléctricos durante un sismo. Estos requisitos se mostrarán en los diseños y cálculos.
- Las conexiones de las bahías de líneas y transformadores a los barrajes, se diseñan para que sea posible reemplazar cualquier conductor, desde el barraje hasta el equipo híbrido con toda la subestación en servicio mediante un trabajo en línea viva.

La ubicación de los equipos permitirá el reemplazo del conductor mencionado, con el sistema de trabajos a potencial. Para tal efecto, se preverán los espacios necesarios para instalar un andamio aislante de sección aproximada de 1 m x 1 m, por cuyo interior ascienda una persona hasta el punto vivo, sin violar las distancias requeridas para garantizar su seguridad; estas distancias se deben conservar hacia las estructuras aterrizadas y hacia las otras fases. Si para cumplir este requisito se requieren distancias de seguridad superiores a las definidas por el RETIE, así se debe hacer.

2.2.3.3.4 Ruido

La ubicación de los transformadores, el efecto corona de las partes energizadas y otras fuentes generadoras de ruido audible, serán tales que la subestación cumpla con las normas vigentes, en especial con los límites establecidos en la Resolución 627 de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, la Resolución 8321 de 1983 del Ministerio de Salud y cualquier otra disposición de obligatorio cumplimiento, independiente de la entidad que la expida.

Después de la puesta en servicio de la subestación, se realizarán mediciones para comprobar que se cumplen los requisitos.

2.2.3.3.5 Sistema de prevención de incendios

El diseño y construcción de la subestación y sus componentes considerará las precauciones recomendadas por las normas aplicables, para minimizar los riesgos de inicio y propagación de incendios.

El diseño y construcción de la subestación y sus componentes se adaptarán a lo dispuesto en la última edición de la norma IEEE Std 979 IEEE Guide for Substation Fire Protection.

- **Prevención de incendios en edificaciones**

- **Cables**

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

- **Puertas de salida**

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

- **Alarmas**

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

- **Diseños y construcción**

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

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

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

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

Se utilizarán extractores en los cuartos de baterías para evitar concentraciones peligrosas de gases que puedan generar riesgo de explosión.

- **Fosos y tanque de aceite**

Los transformadores tendrán fosos y tanque recolector de aceite para controlar los efectos de un eventual derrame. El sistema de recolección de aceite se diseñará y construirá de modo que sea eficaz ante la presencia de agua generada por las lluvias.

Los fosos se diseñarán de modo que extingan el fuego en caso de rotura del tanque del transformador y derrame de aceite inflamado; asimismo, para recibir y evacuar en forma segura el aceite expulsado ante la operación de

las válvulas de sobre presión de los transformadores, de modo que no se generen salpicaduras o derrames que puedan causar incendio o accidentes.

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

- **Muros corta fuegos y ubicación de transformadores**

Los transformadores estarán separados mediante muros corta fuegos. La ubicación de los transformadores y equipos adyacentes se realizará con el fin de minimizar la probabilidad de que un eventual incendio en un transformador afecte a otros equipos.

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

- **Sistema de detección para interiores**

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

Los detectores solo actuarán con la presencia de humo y no deberán activarse con la suciedad, polvo u otros contaminantes del ambiente; el sistema no deberá emitir señales falsas, continuas o intermitentes, al SDA o al Centro de Control de CODENSA S.A. ESP.

- **Extintores portátiles**

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

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

- **Cableado exterior**

Los aislamientos y chaquetas de los cables exteriores no deberán propagar el fuego, por lo que se debe contar con los respectivos certificados de pruebas.

Los ductos, canaletas y tuberías se construirán con los materiales y barreras apropiadas para evitar la propagación de incendios. Las barreras serán removibles para permitir labores de mantenimiento o ampliaciones futuras. Los ductos, canaletas y cajas de tiro se construirán de modo que se prevenga el ingreso de aceite u otros líquidos inflamables.

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

2.2.3.3.6 Pruebas

El sistema se probará de acuerdo con un procedimiento que garantice que todos sus componentes cumplen las funciones para las cuales fueron previstos.

- **Malla de tierra**

Las pruebas de la malla a tierra se realizarán a materiales, cables de cobre desnudo, varillas de puesta a tierra y conexiones.

- **Características de la malla**

Se preverán cajas de inspección en diferentes sitios de la malla; las cercas metálicas de cerramiento se conectarán a ésta cada 10 m y tendrán varillas de puesta a tierra cada 30 m. Se preverán varillas de puesta a tierra para las bajantes de los neutros, divisores capacitivos de tensión y pararrayos.

El terminado superficial del piso tendrá una alta resistividad en todos los lugares, donde las personas ubicadas dentro o fuera de la subestación, puedan estar expuestas a tensiones de paso o contacto, ocasionadas por fallas a tierra, que no puedan controlarse por otros medios.

- **Pruebas**

Una vez construida la malla, se medirán la resistencia y las tensiones de paso, contacto y transferidos en sitios representativos dentro y fuera de la subestación, de acuerdo con el RETIE y con la norma IEEE 81. En caso de superarse los valores límites, se realizarán los complementos necesarios.

2.2.3.3.7 Gestión ambiental

- **Fosos de aceite**

La subestación deberá contar con tanque de aceite y fosos de contención de aceite en todos los transformadores de potencia; estará dotado de trampa de grasas y sistema de evacuación de agua. Las características del foso se basarán en la norma *IEEE Std 980 Guide for Containment and Control of Oil Spills in Substations, 2013*.

- **Ruido**

La subestación cumplirá los requisitos de los máximos niveles de emisión permitidos por la Resolución No. 8321 del 4 de agosto de 1983 del Ministerio de Salud “Protección y Conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos” y la Resolución 627 del 7 abril de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental”.

En caso de ser necesario, se diseñará y construirá un sistema de mitigación de ruido y mediante mediciones de los niveles del mismo con la subestación en operación, se verificará el cumplimiento de los requisitos. Las mediciones las realizará personal especializado en el tema y con equipos adecuados y calibrados.

Por otro lado, en lo que respecta a la actividad de energización, la puesta en operación de la subestación generará ruido por la operación de los transformadores, no obstante, es de anotar, que se realizó un

modelamiento de ruido, el cual indica que no se sobrepasarían los límites normativos (Resolución 627 de 2006), tal como se aprecia en el informe del departamento de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad Nacional de Colombia (ver **Anexo Cap. 2, UNAL_Modelamiento_ruido**).

2.2.4 Línea de transmisión

El tramo que se debe construir para interceptar la línea Noroeste-Techo, se dispondrá en doble circuito y tendrá una distancia aproximada de 66,2 m, soportado por un poste terminal de doble circuito de 27 m de altura autosoportado y con una placa base en concreto reforzado (ver Figura 2-25). La línea por interceptar está construida sobre el separador de la Calle 17, por lo que las líneas que conectarán a la S/E Terminal, se construirán desde el separador hacia la subestación y para tal fin solo será necesario la instalación del mencionado poste terminal sobre el separador de la vía.

La silueta del poste a construir se presenta en la Figura 2-24 junto a su cimentación en la Figura 2-25, por su parte la Figura 2-26 presenta la unifilar de las líneas de conexión Subestación Terminal. En el Anexo Cap. 2 – Plano de Cimentación, se puede consultar el detalle de la cimentación del poste a implementar.

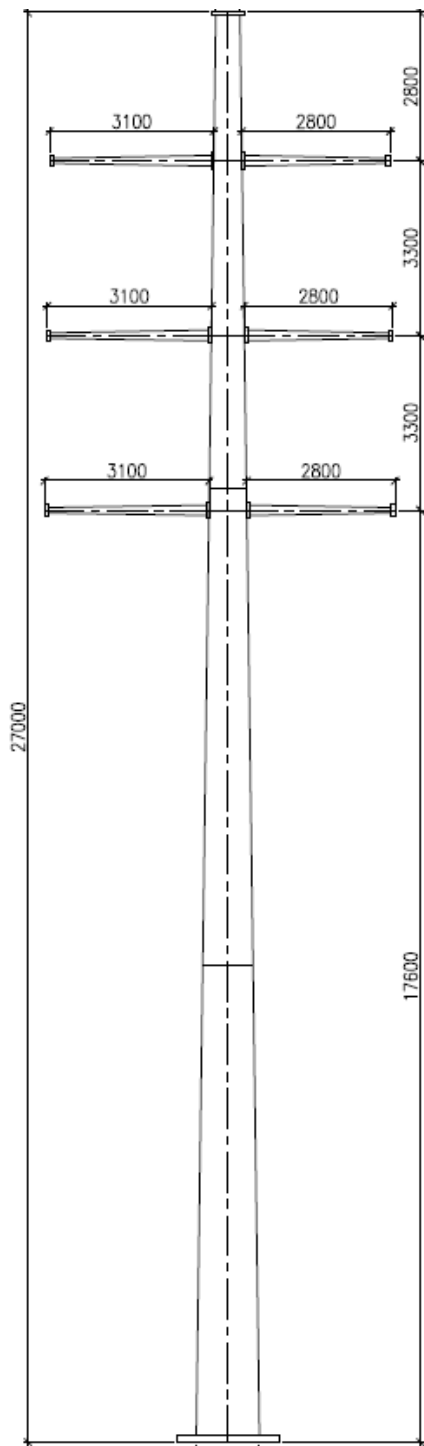
El punto de conexión de la derivación en doble circuito estará ubicado entre las estructuras P-1792 y P-1793 de la actual línea de transmisión Noroeste – Techo, en la Tabla 2-23 se presentan las coordenadas de las estructuras mencionadas y afectadas por cambio de cable guarda.

Para el diseño de la línea de transmisión de conexión de la LT NO-TE a la subestación Terminal, se utilizará un poste metálico tipo R5, con el cable de guarda ubicado en el extremo superior del poste y con tres crucetas, de cuyos extremos se sujetarán a cada lado las tres fases de los dos circuitos.

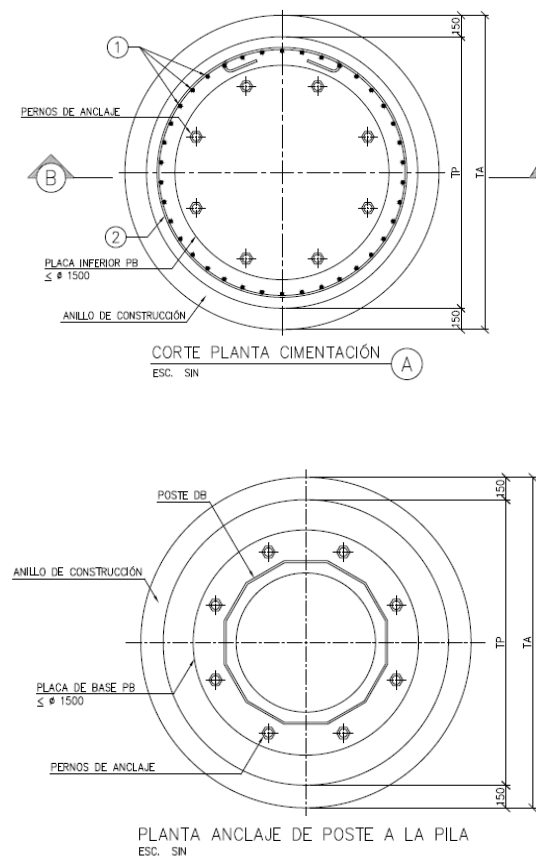
Tabla 2-23 Coordenadas estructuras línea de transmisión en llegada a SE Terminal

ESTRUCTURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS COLOMBIA - BOGOTÁ		COTA (m.s.n.m.)
	ESTE (m)	NORTE (m)	
PE-1792	993992,48	1006468,69	2544,98
PN-1	994037,16	1006421,61	2544,44
PÓRTICO TERMINAL	993989,14	1006376,04	2543,96
PE-1793	994123,31	1006330,83	2545,12

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

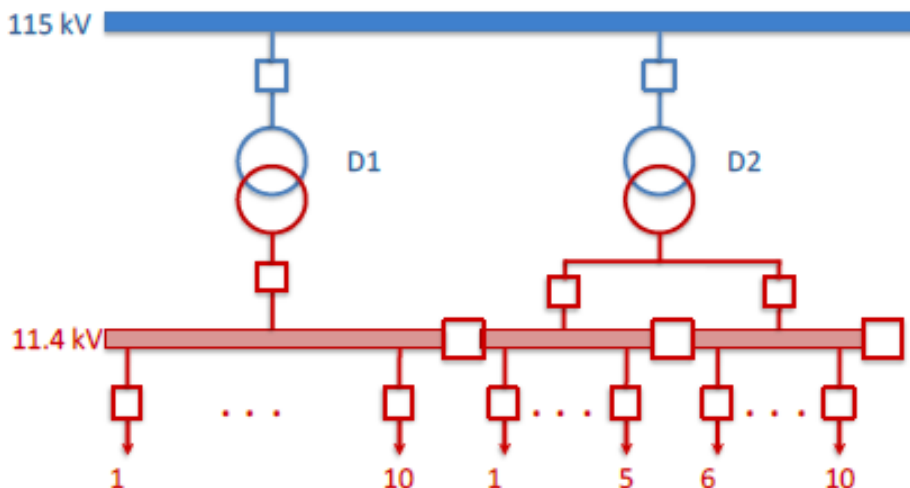
Figura 2-24 Silueta poste R5 terminal H = 27 m


Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Figura 2-25 Corte en planta de la cimentación y anclaje del poste a la pila

TABLA DE CANTIDADES POR PILA

NOMBRE DE ESTRUCTURA		POSTE NUEVO
TIPO DE ESTRUCTURA		RETENCIÓN
CONDICIÓN DEL SUELO		SUMERGIDO
TIPO DEL SUELO		COHESIVO
DIÁMETRO ANILLOS	TA (m)	2.20
DIÁMETRO DE LA PILA	TP (m)	1.90
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN	HS (m)	4.50
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL SUELO	HR (m)	0.25
LONGITUD DE CONFINAMIENTO	LC (m)	1.90
RECUBIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO	(m)	0.05
DIÁMETRO BASE DE POSTE	DB (m)	1.19
DIÁMETRO PLACA BASE DE POSTE	PB (m)	1.50

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Figura 2-26 Unifilar Subestación Terminal


Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.4.1 Campos electromagnéticos

El campo electromagnético es una modificación del espacio debida a la interacción de fuerzas eléctricas y magnéticas simultáneamente, producidas por un campo eléctrico y uno magnético que varían en el tiempo, por lo que se le conoce como campo electromagnético variable. Es producido por diferencias de potencial y cargas eléctricas en movimiento y tiene la misma frecuencia de la corriente eléctrica que lo produce. Se ha demostrado que los campos electromagnéticos de bajas frecuencias (0 a 300Hz) no producen efectos nocivos en los seres vivos. Las instalaciones del sistema eléctrico a 60 Hz producen campos electromagnéticos a esta frecuencia, lo que permite medir o calcular el campo eléctrico y el campo magnético en forma independiente (RETIE actualizado 2015).

Para efectos de cumplimiento de lo reglamentado en el RETIE, se tendrán en cuenta que el personal y población aledaña a la subestación, no debe ser sometida a campos electromagnéticos que superen los valores reglamentarios, que se presentan en la Tabla 2-24.

Tabla 2-24 Valores límites de exposición a campos electromagnéticos

TIPO DE EXPOSICIÓN	INTENSIDAD DE CAMPO ELÉCTRICO(kV/m)	DENSIDAD DE FLUJO MAGNÉTICO (μ T)
Exposición ocupacional en un día de trabajo de ocho horas	8,3	1000
Exposición del público en general hasta ocho horas continuas	4,16	200

Fuente: RETIE, 2015

En el **Anexo Cap. 2 MC_Campo electromagnético** se presenta la memoria de cálculos de campos electromagnéticos que se determinaron para la ejecución del proyecto "Construcción de la Subestación Terminal y Línea Asociada a 115 kV". En dicho estudio se validan los valores de emisión de campo eléctrico y

magnético en el perímetro de la subestación, que están por debajo del 10% de los valores permitidos por la norma (Tabla 2-24).

2.2.5 Operación y mantenimiento de la SE y LT

2.2.5.1 Energización

Corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto vida útil de la operación, que corresponde a treinta (30) años¹, distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.

Previo a la energización se deben realizar las actividades que se relacionan a continuación.

- Evaluar el estado y operatividad de las obras que se hayan construido, para el control y solución de problemas detectados durante el proceso constructivo. Se revisa también el estado de los rellenos y acabados de las fundaciones.
- Revisar el estado de los conductores. De igual forma se revisan las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.

2.2.5.2 Operación

La operación del proyecto Terminal, consiste en la transmisión de la energía en forma continua, de acuerdo con las normas de seguridad y cumpliendo los criterios de calidad respecto a la frecuencia, la regulación de tensión, las pérdidas de energía y la distorsión producida por armónicos. Esta fase del proyecto puede traer consigo efectos como ruido audible.

2.2.5.2.1 Personal requerido

En la Tabla 2-25 se presenta el perfil requerido del personal para la etapa operativa.

Tabla 2-25 Perfil profesional del personal requerido en la etapa operativa

CARGO	PERFIL	CANTIDAD
Ingeniero o tecnólogo electricista	Con tres años de experiencia comprobada en manejo de y operación de Subestaciones de 115 kV, conocimientos de sistema de gestión de calidad	2

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

2.2.5.3 Mantenimiento preventivo

En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de la subestación y elementos que conforman la línea, que puedan afectar la continuidad del servicio; consta de las siguientes actividades.

¹ La actividad de desmantelamientos se desarrolla en los casos en que el propietario de la subestación decida suspender la explotación comercial debido a terminación del ciclo de vida, la relación costo – beneficio de una subestación existente justifique su desmantelamiento, la modernización, repotencialización y/o ampliación sea menos favorable que la construcción de una nueva. No es común que se ejecute esta etapa de abandono de infraestructura, considerando las condiciones económicas del país y el hecho de establecer una franja de servidumbre definida por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. El proyecto contempla durante su etapa de operación, un programa de mantenimiento y modernización de infraestructura y equipos que permita alargar su vida útil, estimada en por lo menos 30 años de acuerdo con la Resolución CREG 097 de 2008.

- Preservación de la zona de servidumbre: Consiste en la realización de revisiones y seguimiento periódico con el fin de detectar si existen acercamientos peligrosos o interferencia, no sólo de la vegetación con los conductores, sino también de viviendas o cualquier tipo de edificación. En caso de presentarse, se procederá a solicitar los permisos correspondientes durante la etapa de operación y mantenimiento.
- Revisión del estado de los elementos: Consiste en la realización de inspecciones con el propósito de revisar el estado de los elementos componentes de la subestación, tales como transformadores, estructuras, etc.
- Mantenimiento de los sitios de apoyo (postes y SE).

2.2.5.4 Mantenimiento correctivo

En esta fase se repararán los daños ocasionados en la subestación o la línea y que puedan afectar el suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados.

2.2.6 Desmantelamiento y cierre de la SE y LT

El desmantelamiento y cierre de la subestación solo se dará en los siguientes casos:

- a) Si los usuarios de la zona se retiran y por consiguiente no se justifica la distribución de energía en ese sector.
- b) Si se modifica la topología del lugar y se consideran mejores alternativas para distribuir la energía a los usuarios actuales. El cierre de una red se realiza principalmente en zonas rurales e implica las siguientes actividades:
 - Desenergización.
 - Desmantelamiento y cierre de la subestación: Consiste en desmontar y retirar del sitio los elementos de la red de la subestación.
 - Disposición de los elementos: Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la subestación. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otra red, mientras que los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
 - Reconformación del terreno: Implica la ejecución de labores para la recuperación de ecosistemas que fueron intervenidos.

2.2.7 Infraestructura y servicios intersectados

En el capítulo 1 numeral 1.3.2 del presente estudio se presentan los proyectos intersectados por la infraestructura que hace parte del proyecto.

2.2.7.1 Servicios públicos provisionales

Se gestionará ante las entidades competentes los permisos y la legalización de las instalaciones provisionales de servicios públicos, específicamente el servicio de energía; se debe realizar el mantenimiento, la ampliación, y los pagos que se generen por lo anterior.

2.2.7.2 Servicios públicos definitivos

En el momento del desarrollo de la obra, se pueden presentar modificaciones en la instalación definitiva de los servicios públicos, específicamente el de acueducto y alcantarillado, por lo tanto, se debe tener en cuenta este aspecto para establecer la gestión ante las entidades competentes.

2.2.8 Requerimientos de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

La demanda de agua para consumo doméstico en la etapa de construcción será de aproximadamente 700 litros durante la jornada laboral. Para el abastecimiento de este volumen de agua, no se contempla la captación de recurso hídrico de fuentes superficiales o naturales, el agua requerida será suministrada mediante la compra a un tercero autorizado o a través de la conexión a la red de acueducto existente en la zona, previa autorización de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB).

La construcción de las cimentaciones de las estructuras requiere el uso de arenas y gravas. De esta forma, para producir un metro cúbico (1 m³) de un concreto de alta resistencia, se necesitan 0,47 m³ de arena y 0,6 m³ de grava.

El concreto necesario para el tendido de las líneas de transmisión es de 45 m³, es decir, que para su elaboración se requieren 24 m³ de arena y 35 m³ de grava.

Para la construcción de la subestación se requieren 4680 m³ de recebo compactado BG-2, mientras que, para el montaje de los postes de las líneas de transmisión, no se requiere utilizar este material.

Los materiales anteriormente mencionados serán suministrados por terceros, a los que se verificará que posean título minero y licencia ambiental vigentes para la explotación del recurso natural requerido.

2.2.8.1 Demanda de bienes y servicios

Mano de obra (obreros): En lo posible, la demanda de mano de obra no calificada se suplirá con habitantes de las zonas cercanas al proyecto durante la fase de construcción. Para esto, se abrirán convocatorias en la zona del proyecto. Para la operación, se contempla la cuadrilla de mantenimiento, la cual ya está conformada en CODENSA S.A. ESP.

La arena, el recebo y otros materiales de construcción serán adquiridos en canteras que posean las autorizaciones respectivas según la normatividad vigente. En la Tabla 2-26 presenta el listado de canteras existentes que pueden suministrar los materiales requeridos.



Tabla 2-26 Posibles proveedores de arena, gravas y recebo

CATEGORIA	NOMBRE - RAZÓN SOCIAL	NIT	REPRESENTANTE LEGAL	DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA	TÉLEFONO	MUNICIPIO	PREDIO O LOTE	PERMISO MINERO	VIG. ACTO ADMIN MINERO	PERMISO AMBIENTAL	VIG. ACTO ADMIN AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO	AUTORIDAD AMBIENTAL
AGREGADOS PETREOS	COMPAÑÍA MINERA LA SACAN SAS	900273663-9	YEYNS DANNY DUEÑAS PRECIADO - JHON JAIRO JIRALDO CUARTAS	CARRERA 15 N°100-69 OF. 609	3202331827	BOGOTÁ	LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR	GI6-151 FLH-154	2036-10-10	RES. 221 DE 07/07/2010	2036-10-10	LA	CAR
AGREGADOS PETREOS	INGENIEROS GF SAS - GALVIS FRACASSI	800063815-8	MARIA ZELIA FRACASSI DE GALVIS	CL 119 No. 14A - 26 OF. 101 - 104	6295120 - 6295142 - 3124326989	MOSQUERA	CANTERA EL PENCAL VEREDA BALSILLAS, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE MOSQUERA	EXP. GHV-091 - RMN: GHV-091	2030-05-24	RES. 1519 DE 17/07/2009	2032-07-17	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	DOBLE A INGENIERIA S.A.S	860072279-6	LUIS FERNANDO ATUESTA MALDONADO	CL 79 B No. 8-11 PI 3	2101700	MOSQUERA	CERROGRANDE VEREDA BALSILLAS, MUNICIPIO DE MOSQUERA	EXP. 13376 - RMN: FJQH-06	2030-05-07	RES. 1857 DE 27/06/06	07/05/2030	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	JULIA ALICIA GOMEZ DE FRANCO RECEBERA CERRO COLORADO	20100397-0	JULIA ALICIA GOMEZ DE FRANCO	KR 10 No. 24 - 37 SUR APTO 502	2090153 - 7314755	BOGOTA	CANTERA CERRO COLORADO, UBICADA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLIVAR, BOGOTA	N.A	N.A	RES. 412 DE 18/02/2014	18/02/2014	PMRRA	CAR
AGREGADOS PETREOS	FANNY I TEQUIA & CIA S A S	900037814-3	FANNY ISABEL TEQUIA GONZALEZ	KR 6 No. 15-38, SOACHA, CUNDINAMARCA	7810041 - 7814130	SOACHA	KM 4.5 VIA VEREDA FUZUNGA - CUEVA DEL ZORRO, VEREDA PANAMÁ, SOACHA, CUNDINAMARCA	EXP. DBE-111 - RMN: DBE-111	05/10/2032	RES. 1558 DE 24/12/2003	05/10/2032	LA	CAR

CATEGORIA	NOMBRE - RAZÓN SOCIAL	NIT	REPRESENTANTE LEGAL	DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA	TELÉFONO	MUNICIPIO	PREDIO O LOTE	PERMISO MINERO	VIG. ACTO ADMIN MINERO	PERMISO AMBIENTAL	VIG. ACTO ADMIN AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO	AUTORIDAD AMBIENTAL
AGREGADOS PETREOS	INVERSIONES MONDOÑEDO S.A.S	860037338-4	IGNACIO SANZ DE SANTAMARIA	TRANSVERSAL 3 (CRA 5)No. 51 A-09 BOGOTA	3403187 / 3403194	MOSQUERA	CANTERAS DE MONDOÑEDO KM. 5 CARRETERA MOSQUERA- LA VEREDA BALSILLAS	1999	2030-06-05	RES. 0352 DEL 10/04/2014, RES.1171 DEL 21/09/2015, RES.1661 DEL 22/12/2015	DURACIÓN PROYECTO	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	COMPAÑIA MINERA LTDA	900080076-6	VICTOR RAMON PARADA MORENO	KR 3 N° 29 A 02 C.C. UNISUR OF 209	7211515 - 7211487 - 321060685 - 3212060710	SOACHA	CANTERA EL CAJON DE COPERNICO, VEREDA FUSUNGA, SOACHA	EXP: BG5-111 RMN: BG5-111	2036-09-14	RES. 1629 DE 30/07/07	2036-09-14	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	FELIPE ALEJANDRO PRIETO - COMPAÑIA MINERA EL CARACOL S.A.S (JUSTO AGDIMAN PRIETO ESLAVA)	830104526-0	FELIPE ALEJANDRO PRIETO (JUSTO AGDIMAN PRIETO ESLAVA)	KR. 14 A No. 148 - 09 Casa 27	2448081 - 3103095606	SOACHA	PREDIO CASCAJAL, VEREDA PANAMÁ, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA.	EXP: DLQ-121 - RMN: DLQ-121	15/08/2035	RES. 425 DE 11/03/2008	16/08/2035	LA	CAR
AGREGADOS PETREOS	AGREGADOS EL VINCULO LTDA	8320011532-2	WILLIAM MONTOYA BERMUDEZ	KR 7 N° 32 - 35 C.C. MERCURIO LOCAL 308 SOACHA	7251891 / 3002225184 / 315 311 1385 / 3212010616	SOACHA	CANTERA EL VINCULO AUTOPISTA SUR KM. 14 VEREDA EL VINCULO SOACHA	EXP: 14103 RMN: GACO-02	23/08/2024	RES. 1167 DEL 10/06/2009	23/08/2024	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	DROMOS PAVIMENTOS S.A.	900215394-5	DIEGO ANTONIO GARCIA TRIANA	KM 3.8 ZONA INDUSTRIAL BALSILLAS, MOSQUERA CUNDINAMARCA	7445656 EXT. 1208 - 3175100588	MOSQUERA	KM. 3.8 ZONA INDUSTRIAL BALSILLAS, MOSQUERA	EXP. EHD-131 - RMN: EHD-131	10/07/2036	RES. 0237 DE 15/02/2008	10/07/2036	PMA	CAR

CATEGORIA	NOMBRE - RAZÓN SOCIAL	NIT	REPRESENTANTE LEGAL	DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA	TÉLEFONO	MUNICIPIO	PREDIO O LOTE	PERMISO MINERO	VIG. ACTO ADMIN MINERO	PERMISO AMBIENTAL	VIG. ACTO ADMIN AMBIENTAL	TIPO DE PERMISO	AUTORIDAD AMBIENTAL
AGREGADOS PETREOS	GILDARDO RODRIGUEZ VARGAS	3020892-1	GILDARDO RODRIGUEZ VARGAS	CALLE 72 No. 10 - 70 TORRE A OFICINA 704	3475257	BOGOTA	CANTERA BELLAVISTA, UBICADA EN LA VEREDA QUIBA, CIUDAD BOLIVAR - BOGOTA	17415	2031-10-04	RES.0407 DEL 2/04/2002, RES.143 DEL 8/07/2015, RES28 DEL 28/01/2016	DURACIÓN PROYECTO	PMA	CAR
AGREGADOS PETREOS	FLORENCIA MONTILLA DE MOZO	41753043-7	FLORENCIA MONTILLA DE MOZO	KR. 12 A No. 77 A - 52 OF. 201 - BOGOTA	3203688722 - 3217171	SOACHA	CANTERA MONTE DE SIÓN, UBICADA EN LA VEREDA CIUADELA SUCRE, DEL MUNICIPIO DE SOACHA (CUNDINAMARCA)	GJ3-081	2036-10-10	RES.1942 DEL 22/06/2010	2036-10-10	LA	CAR

Fuente: Instituto de Desarrollo Urbano IDU, ajustado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</p>	
---	--	---

2.2.8.2 Alternativas para cruces de cuerpos de agua

Debido a la ubicación y trazado del proyecto, no se realizarán ocupaciones de cauce en ninguna de las etapas del proyecto, por lo tanto, *no es necesario tramitar permisos de ocupación de cauce temporal o permanente* ante la Autoridad Ambiental.

2.2.8.3 Disposición de sobrantes de excavación

Se separará el material apto para rellenos y se acumulará al lado de la excavación. El resto de material, en especial los suelos orgánicos y las arcillas de alta plasticidad, serán desechados. Los materiales sobrantes o de desecho, en lo posible se esparcirán uniformemente alrededor del sitio de poste con el fin de conservar la topografía inicial; cuando esto no sea posible el material sobrante se trasladará hacia sitios de disposición autorizados. Los escombros generados por las actividades de construcción de la Subestación Terminal y Líneas de Transmisión 115 kV, serán almacenados en forma separada de los demás residuos para ser dispuestos en escombreras que cuenten con su licencia ambiental y los permisos establecidos en la normatividad vigente.



Dentro de las actividades de construcción del proyecto, se podrán aplicar los criterios establecidos en la Resolución 1115 de 2012, de la Secretaría Distrital de Ambiente, por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital, en cuanto a la utilización de elementos reciclados provenientes de los Centros de Tratamiento y/o Aprovechamiento de RCD, legalmente constituidos y/o la reutilización de los generados por las etapas constructivas y de desmantelamiento, en un porcentaje no inferior al 5%, del total de volumen o peso de material usado en la obra a construir.

En la Tabla 2-27 se relacionan los posibles sitios de disposición de sobrantes de excavación.

Tabla 2-27 Posibles sitios de disposición de sobrantes de excavación

NOMBRE - RAZÓN SOCIAL	NIT	REPRESENTANTE LEGAL	DIRECCIÓN DE CORRESPONDENCIA	TELÉFONO	MUNICIPIO	PREDIO O LOTE	PERMISO AMBIENTAL	AUTORIDAD AMBIENTAL
AGREGADOS EL VINCULO LTDA	832011532-2	WILLIAM MONTOYA BERMUDEZ	KR. 7 No. 32 - 35 CENTRO COMETRCIAL MERCURIO OFICINA 308	7251891	SOACHA	predio el vínculo (polígono 3) del municipio de Soacha- km 14 de la vía Soacha Sibaté	RES.1536 4/12/2015, SECRETARIA PLANEACIÓN SOACHA	DEL DE ALCALDIA MUNICIPAL DE SOACHA DE
MAQUINAS AMARILLAS SAS - MARILLAS SAS.	900459311-1	HERNANDO LAVERDE MANJARRES	KR.17 No.142-25	7023060 7023048	- BOGOTA	Plan de manejo y recuperación ambiental de la mina las Manas y Santa Inés en el área del contrato de concesión minera 8151 a nombre de la empresa Holcim Colombia s.a. (perfil o-o' sector nor-este). Tunjuelito- Bogotá	RES. 1480 4/12/2014 DE	ANLA
REX INGENIERIA S.A.	830073841-1	LIGIA EUGENIA RODRIGUEZ SALAZAR	KR 27 No. 47 A - 35	3378726 - 3378728 - 3378756	- BOGOTA	ubicada en el área del registro minero no 048 de la cantera san Antonio, al sur de Bogotá D.C, en las localidades de Usme y ciudad Bolívar en la parte baja del denominado "cono del Tunjuelo"	RES. 0836 16/07/2015	ANLA
MAURICIO NEFTALÍ OSPINA MATALLANA	-	MAURICIO NEFTALÍ OSPINA MATALLANA	-	-	BOGOTA	Suba, Bogotá predio lote B 2	Resolución No 2050 del 04/10/2016	CAR
SAN ANTONIO- REX INGENIERIA	-	SAN ANTONIO-REX INGENIERIA	-	-	BOGOTA	-	RESOLUCION 836 DE JULIO DE 2015	ANLA
CEMEX-LA FISCALA	-	-	-	-	BOGOTA	CEMEX-LA FISCALA	RESOLUCION No. 1000 DE 2013 DE LA ANLA Y RESOLUCION 1886 DE 2015 DE LA CAR	ANLA

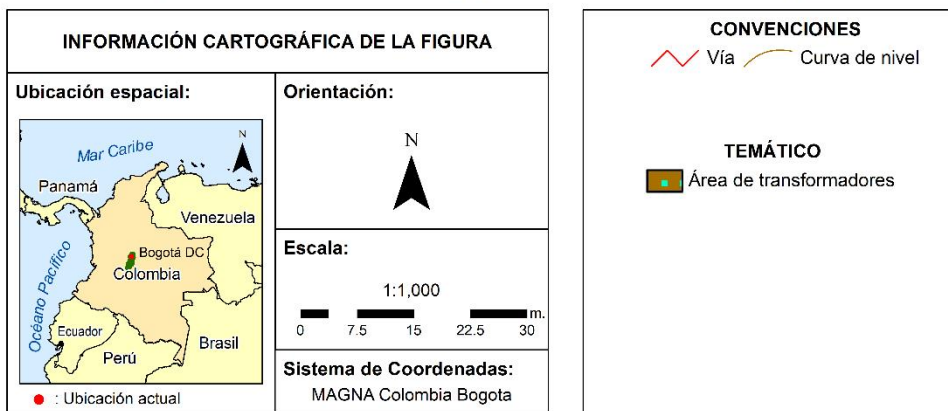
Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

2.2.9 Asentamientos humanos e infraestructuras sociales, culturales y económicas a intervenir

Aunque el proyecto estará ubicado en proximidades de zonas de uso residencial, comercial e industrial, su construcción no requerirá desmontar, trasladar o intervenir ningún tipo de infraestructura social, cultural y/o económica. Para el detalle sobre las áreas a intervenir, revisar Cap. 3.1 Áreas de Influencia, y Cap. 3.4.2 Dimensión demográfica, y Cap. 3.4.9 Información sobre población a reasentar.

Figura 2-27 Plano localización SE Terminal



Fuente: CODENSA S.A. ESP

El diseño y ubicación de la SE Terminal sigue lo establecido en el RETIE en el numeral 23.2, donde se especifica que la distancia de seguridad para tensiones nominales de 115/110 debe ser de mínimo 4 metros desde la estructura energizada al muro o malla perimetral, para este caso y como se puede apreciar en la Figura 2-27 la distancia de la estructura respecto al muro es de 17 metros, adicional existe una zona de aislamiento mediante la destinación de este espacio para la construcción de una sala de operaciones junto al muro perimetral.

2.2.10 Costo total del proyecto

Los costos de inversión estimados para la ejecución del proyecto Terminal, se presentan a continuación en la Tabla 2-28.

Tabla 2-28 Costos de intervención proyecto terminal

COSTOS DE INVERSIÓN PROYECTO TERMINAL	
Concepto	Costo \$ (COP)
Valor del predio	8.640'000.000
Obras civiles (diseño y construcción)	4.400'000.000
Obra eléctrica (diseño y construcción)	1.700'000.000
Mano de obra propia	432'000.000
Equipos y materiales	9.300'000.000
Otros costos	800'000.000
TOTAL	25.272'000.000

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

En la Tabla 2-29 se relacionan los costos anuales de operación y mantenimiento de la subestación eléctrica y de la línea de transmisión terminal.

Tabla 2-29 Costos anuales de operación proyecto subestación terminal

COSTOS OPERACIÓN PROYECTO TERMINAL	
Concepto	Costos \$ (MCOP)
Operación y administraciones	616'637.000
TOTAL	616'637.000

Fuente: CODENSA S.A. E.S.P., 2018

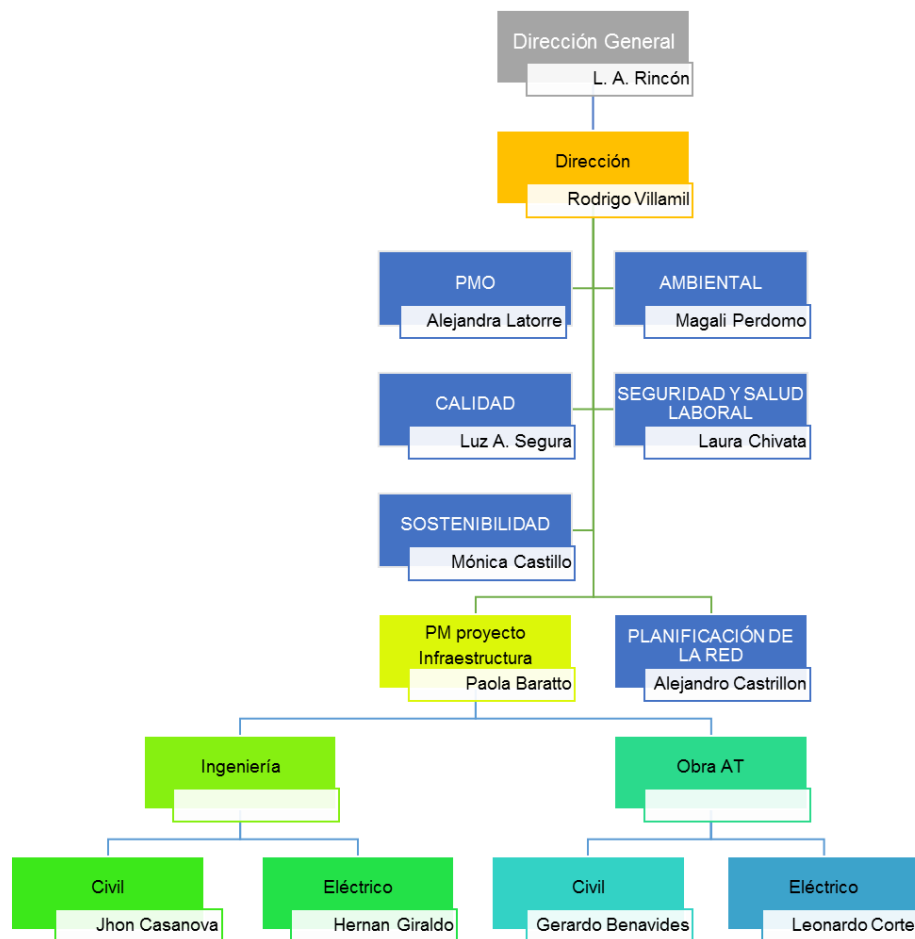
2.2.11 Cronograma del proyecto

La construcción de la línea de transmisión se ha programado para un período de 183 días y la construcción de la subestación en un periodo aproximado de 354 días. Ver **Anexo Cap 2 Cronograma**.

2.2.12 Estructura organizacional del proyecto

En la Figura 2-28 se presenta el organigrama de CODENSA S.A. ESP para la ejecución del proyecto. Para la etapa constructiva se asignará a un residente ambiental que velará por el cumplimiento del PMA establecido y de todas las medidas de manejo ambiental definidas por CODENSA S.A. ESP y la Autoridad Ambiental.

Figura 2-28 Estructura organizacional proyecto





Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

2.2.12.1 Gestión ambiental etapa constructiva

La oficina de Gestión Ambiental de CODENSA S.A. E.S.P, velará porque el residente ambiental implemente las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental propuesto en el Capítulo 7 del presente documento.

Responsabilidades del residente ambiental:

- Velar por el cumplimiento de todas las medidas ambientales propuestas en el plan de manejo ambiental.
- Colaborar en las soluciones en conjunto con el personal de construcción en aquellos aspectos referentes a problemas que involucren aspectos ambientales asociados al proyecto.
- Exigir y supervisar al personal para que cumplan con las medidas propuestas en el plan de manejo ambiental.
- Inspeccionar que se identifiquen adecuadamente los equipos y materiales recibidos.

	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</p>	
---	---	---

BIBLIOGRAFÍA

ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Portal de Mapas [en línea], <http://mapas.bogota.gov.co/portalmapas/> [citado en 15 de noviembre de 2017].

CODENSA COLOMBIA. Criterios de Diseño de Líneas de Transmisión de Alta Tensión NO046. Colombia: CODENSA, 2013.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2010.

COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Resolución 40492 (24, abril, 2015). Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). El Ministerio: Bogotá.