

# CONVERSIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 57.5 kV A 115 kV Y LÍNEAS ASOCIADAS



## CAPÍTULO 2 – DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OCTUBRE DE 2019



## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>1</b>
<b>2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....</b>	<b>1</b>
<b>2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO.....</b>	<b>2</b>
2.2.1. Infraestructura existente.....	2
2.2.1.1. Casa de control.....	4
2.2.1.2. Análisis constructivo de la edificación.....	5
2.2.2. Fases y actividades del proyecto.....	15
2.2.3. Características técnicas.....	19
2.2.3.1. Adecuación y construcción.....	19
2.2.3.1.1. Vías de acceso.....	19
2.2.3.2. Operación y Funcionamiento.....	64
2.2.3.2.1. Mantenimiento.....	68
2.2.3.3. Infraestructura asociada al proyecto.....	71
2.2.3.4. Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto.....	74
2.2.4. Insumos del proyecto.....	77
2.2.4.1. Estimativo de maquinaria, equipo y de la mano de obra requerida.....	77
2.2.4.1.1. Maquinaria y equipo.....	77
2.2.4.1.2. Mano de obra requerida.....	79
2.2.5. Requerimiento de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales.....	81
2.2.5.1. Obras y/o drenajes afectados.....	82
2.2.5.2. Insumos requeridos.....	82
2.2.5.2.1. Agua.....	82
2.2.5.2.2. Electricidad.....	84
2.2.5.2.3. Concreto.....	85
2.2.5.2.4. Material de cantera.....	86
2.2.5.2.5. Madera.....	87
2.2.6. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción, demoliciones.....	88
2.2.7. Residuos peligrosos y no peligrosos.....	89
2.2.7.1. Disposición final de residuos generados.....	89
2.2.7.2. Disposición final.....	89
2.2.8. Costos del proyecto.....	90
2.2.8.1. Costos de inversión.....	90
2.2.8.2. Costos de operación.....	91

2.2.9.	Cronograma del proyecto.....	91
2.2.10.	Estructura Organizacional del proyecto .....	95

## LISTA DE TABLAS

TABLA 2.1. COORDENADAS SUBESTACIÓN Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN .....	1
TABLA 2.2. ETAPAS DEL PROYECTO DE CONVERSIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 57.5 KV A 115 KV Y LÍNEAS ASOCIADAS .....	15
TABLA 2.3. EQUIPOS Y SISTEMAS PARA LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 115/11,4 KV.....	22
TABLA 2.4. PUNTOS INTERCONEXIÓN SUBESTACIÓN CONCORDIA .....	24
TABLA 2.5. NIVEL DE TENSIÓN: 15KV.....	25
TABLA 2.6. NIVEL DE TENSIÓN: 11,4KV.....	25
TABLA 2.7. TENSIONES DE SERVICIOS AUXILIARES .....	25
TABLA 2.8. CARACTERÍSTICAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN .....	51
TABLA 2.9. CAPACIDAD DE SOPORTE .....	57
TABLA 2.10. CARACTERÍSTICAS CABLES.....	60
TABLA 2.11. CARACTERÍSTICAS CABLES.....	61
TABLA 2.12. VOLÚMENES DE DEMOLICIÓN DE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES.....	62
TABLA 2.13. ESTIMADO DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO .....	74
TABLA 2.14. LISTA DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ .....	78
TABLA 2.15. LISTA DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS SAN JOSÉ 115 KV....	78
TABLA 2.16. PERSONAL REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN SUBESTACIÓN .....	79
TABLA 2.17. CONSUMO DE AGUA PARA LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ EN EL PATIO DE 115 KV .....	83
TABLA 2.18. CANTIDADES DE AGUA REQUERIDAS TRAZADO SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS...	84
TABLA 2.19. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	85
TABLA 2.20. CANTIDAD DE CONCRETO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ.....	86
TABLA 2.21. CANTIDADES DE OBRAS CIVILES PARA LA LÍNEA SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS .	86
TABLA 2.22. CANTIDAD DE MATERIAL DE CANTERA UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ.....	87
TABLA 2.23. CANTIDADES MATERIALES DE OBRA REQUERIDOS TRAZADO SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS .....	87
TABLA 2.24. INSUMOS A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y PROCEDENCIA. ....	88
TABLA 2.25. COSTOS DE INVERSIÓN PROYECTO SAN JOSE.....	91
TABLA 2.26. COSTOS DE OPERACIÓN PROYECTO SAN JOSE .....	91
TABLA 2.27. CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	92

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	2
FIGURA 2.2. LOCALIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN .....	3
FIGURA 2.3. LOCALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DEL PROYECTO .....	4
FIGURA 2.4. CERRAMIENTO PERIMETRAL .....	2
FIGURA 2.5. CASA DE CONTROL .....	3
FIGURA 2.6. PATIO DE EQUIPOS .....	4
FIGURA 2.7. CASA DE CONTROL – PLANTA DE PRIMER PISO .....	4
FIGURA 2.8. CASA DE CONTROL – PLANTA DE SEGUNDO PISO .....	5
FIGURA 2.9. FACHADAS Y CORTE GENERAL DEL INMUEBLE .....	10
FIGURA 2.10. PLANTA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ .....	26
FIGURA 2.11. VISTA CON DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS .....	27
FIGURA 2.12. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 115/11,4 KV .....	29
FIGURA 2.13. CONEXIÓN CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN A SUBESTACIÓN GIS. ....	30
FIGURA 2.14. ZONAS DE DEMOLICIÓN DE SUBESTACIÓN SAN JOSÉ .....	35
FIGURA 2.15. GEOMETRÍA TÍPICA DE LAS CIMENTACIONES .....	39
FIGURA 2.16. PLANTA DE CIMENTACIÓN TRANSFORMADORES .....	40
FIGURA 2.17. CIMENTACIÓN FOSO DE TRANSFORMADOR .....	41
FIGURA 2.18. ESQUEMA DE CARGAS .....	42
FIGURA 2.19. ESQUEMA DE REACCIONES .....	42
FIGURA 2.20. DIAGRAMA DE CORTANTE (TON) .....	43
FIGURA 2.21. DIAGRAMA DE MOMENTO (TON*M) .....	43
FIGURA 2.22. CIMENTACIÓN DE LA CARRILERA .....	44
FIGURA 2.23. SOPORTE PARA SALIDA DE CABLES MT TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	45
FIGURA 2.24. CIMENTACIÓN COLUMNA DE PÓRTICOS. VISTA EN CORTE .....	46
FIGURA 2.25. MURO CORTAFUEGOS .....	48
FIGURA 2.26. TRAZADO LT SAN JOSÉ - CONCORDIA Y SAN JOSÉ - VERAGUAS 115 KV .....	53
FIGURA 2.27. SILUETA PORTE DOBLE CIRCUITO .....	58
FIGURA 2.28. SILUETA POSTE CUATRO CIRCUITOS .....	59
FIGURA 2.29. ESQUEMAS GENERALES DE LA CASETA GIS .....	72
FIGURA 2.30. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA SUBESTACIÓN .....	75
FIGURA 2.31. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN .....	76
FIGURA 2.30. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO .....	96

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

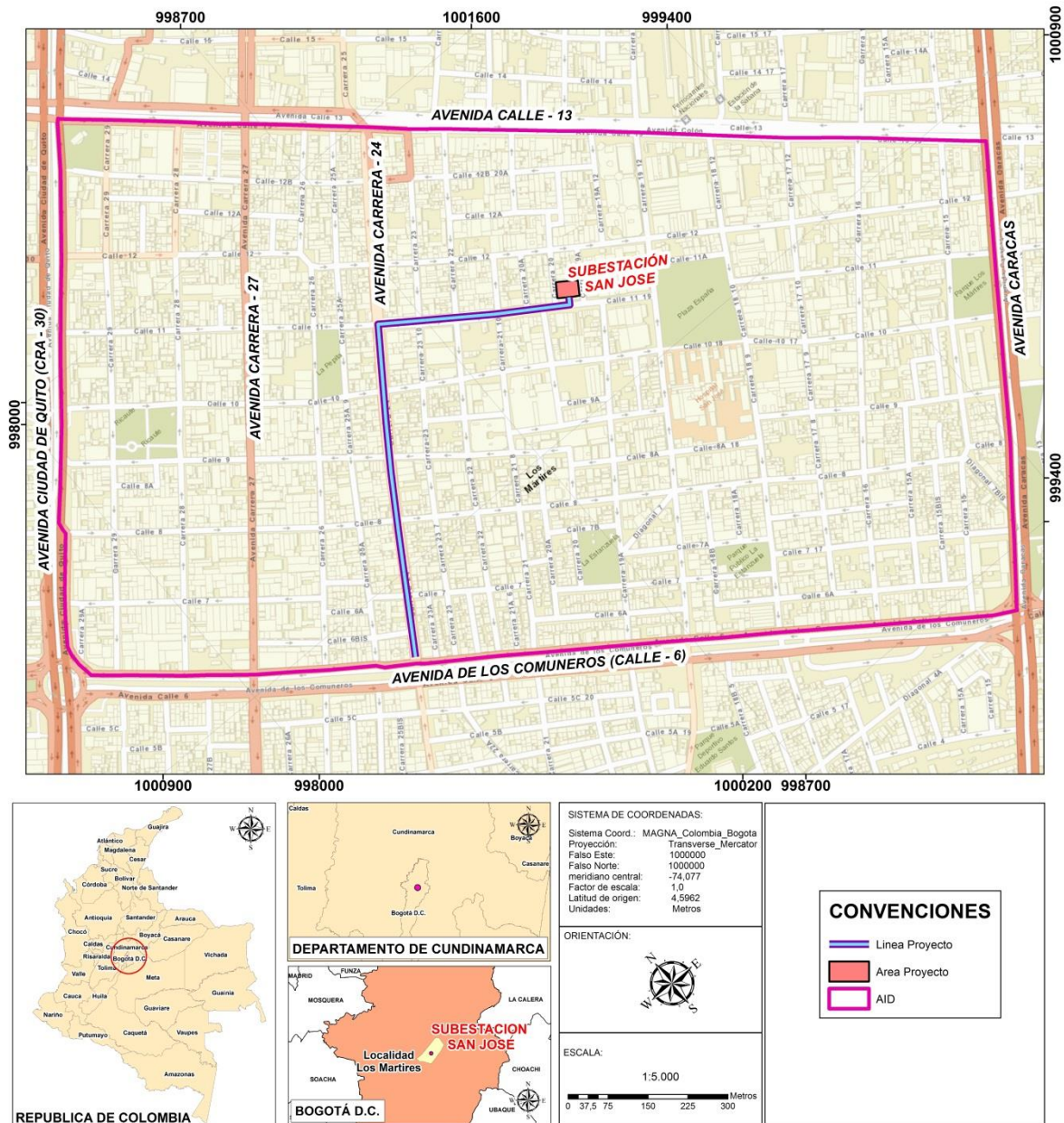
FOTOGRAFÍA 2.1. CASA DE CONTROL - PRIMER PISO - PABELLON PLANTA LIBRE .....	6
FOTOGRAFÍA 2.2. CASA DE CONTROL - SEGUNDO PISO – SIMPLE CRUJIA .....	6
FOTOGRAFÍA 2.3. VISTA EXTERIOR DE LOS MUROS DE CARGA DE LA EDIFICACIÓN .....	7
FOTOGRAFÍA 2.4. FACHADA PERIMETRAL.....	8
FOTOGRAFÍA 2.5. MURO DE CERRAMIENTO - INTERIOR.....	9
FOTOGRAFÍA 2.6. FACHADA CASA DE CONTROL. ....	9
FOTOGRAFÍA 2.7. MUROS INTERIORES DEL SEGUNDO PISO.....	11
FOTOGRAFÍA 2.8. MUROS PERIMETRALES ESCALERA .....	12
FOTOGRAFÍA 2.9. PISOS EXTERIORES - PATIO. VISTA ACCESO PREDIO .....	12
FOTOGRAFÍA 2.10. PISOS INTERIORES. TABLETA CERÁMICA.....	13
FOTOGRAFÍA 2.11. VISTA DE CIELO RASO EN PRIMER PISO.....	14
FOTOGRAFÍA 2.12. VISTA DE CIELO RASO EN SEGUNDO PISO.....	14
FOTOGRAFÍA 2.13. DETALLE DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE CUBIERTA. ....	15

## CAPÍTULO 2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

La construcción, puesta en marcha y operación del proyecto “*Conversión de la subestación San José 57.5 kV a 115 kV y Líneas Asociadas*”, en adelante proyecto San José, se localiza en la ciudad de Bogotá D.C del departamento de Cundinamarca, en la Localidad 14 de los Mártires, en la Calle 11 entre carrera 19a BIS y carrera 20, barrio La Sabana, sobre los 2580 msnm y el lote cuenta con un área de aproximadamente 1110m<sup>2</sup>. (*Figura 2.1*)

FIGURA 2.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

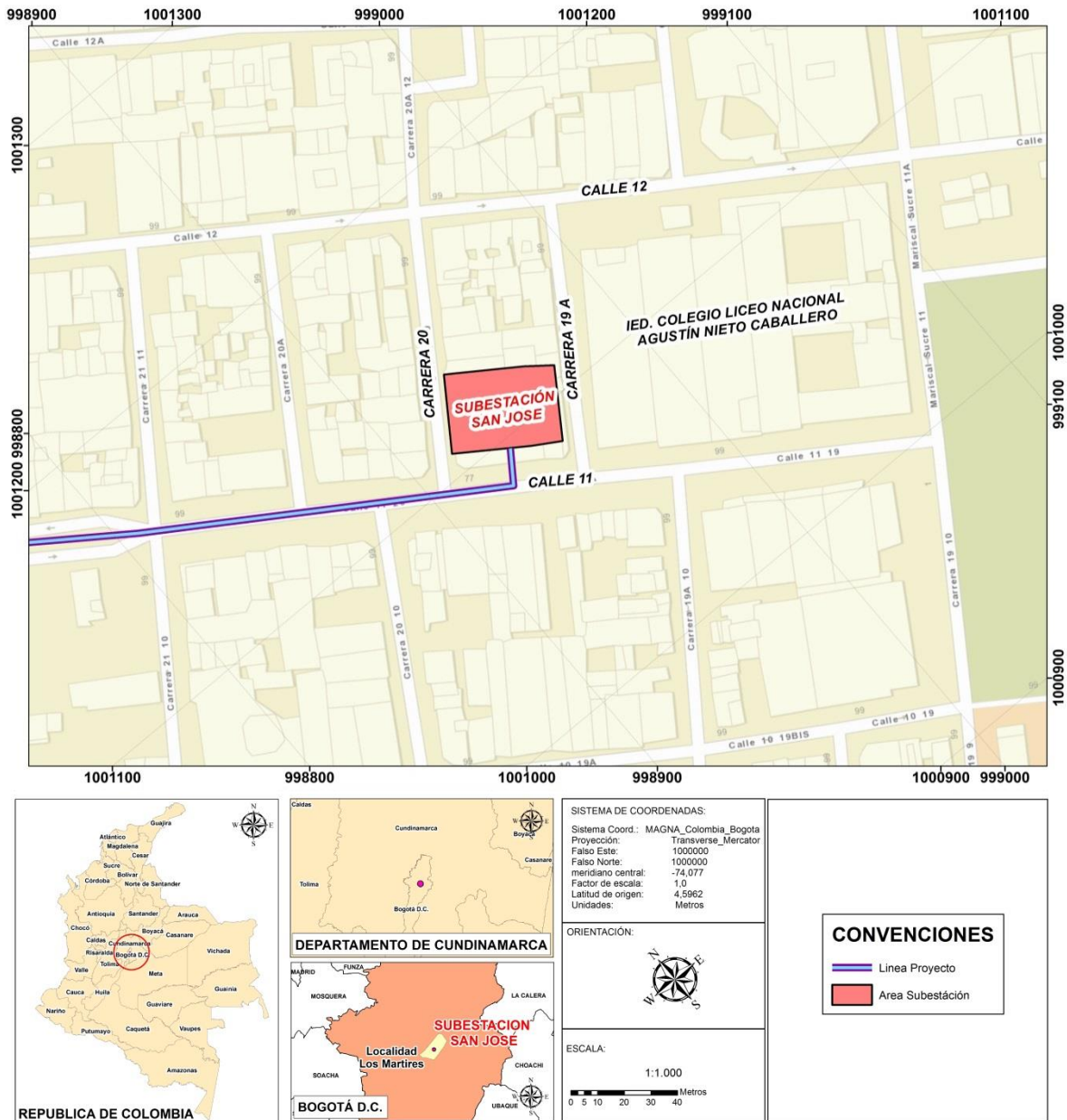


FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S. 2019

En la Figura 2.2, se detalla la localización de la subestación.



FIGURA 2.2. LOCALIZACIÓN DE LA SUBESTACIÓN

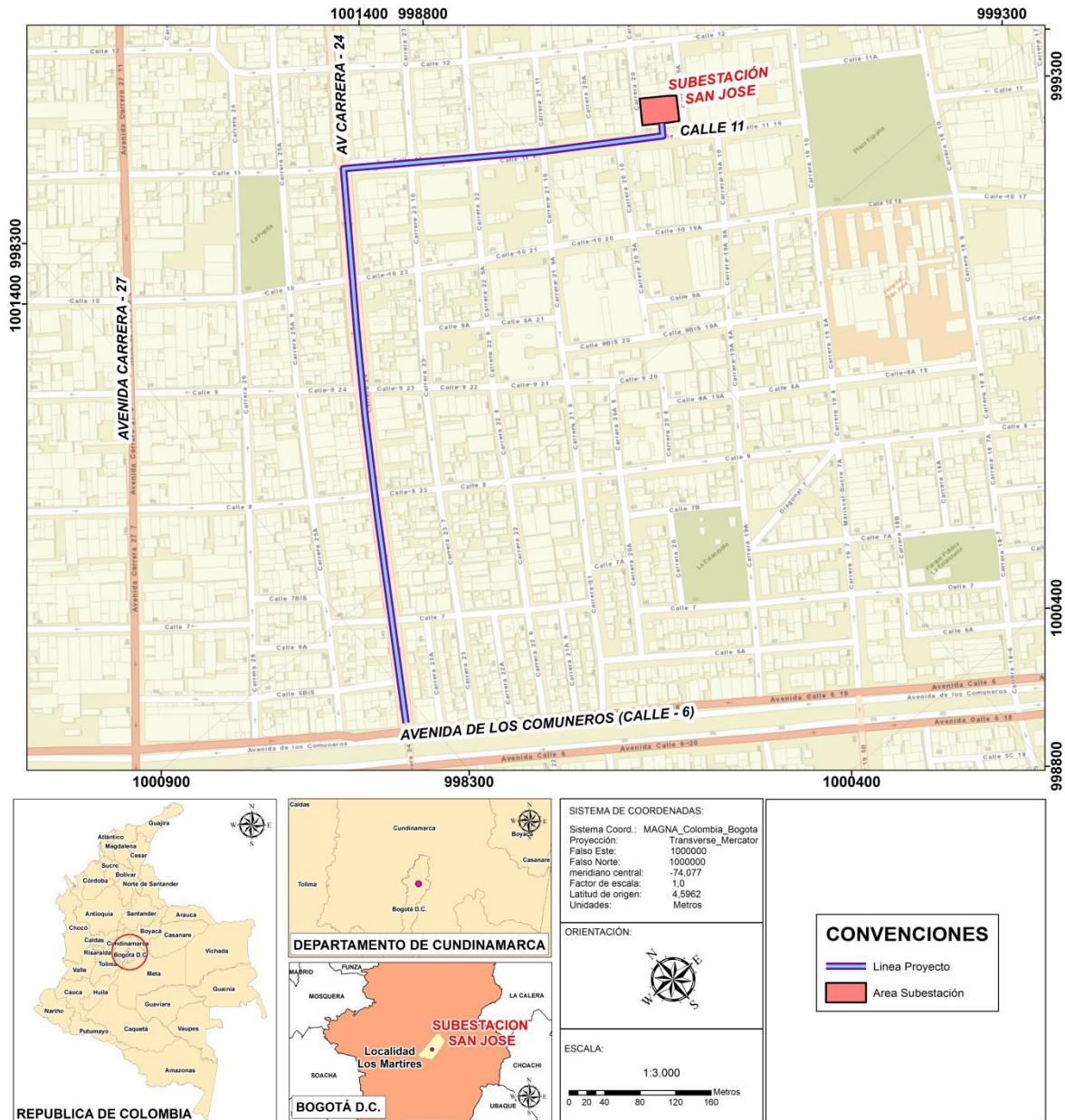


FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S, 2019

La Línea de Transmisión existente San José – Veraguas a 57,5kV, actualmente presenta una configuración en circuito sencillo e inicia en la subestación de San José hasta la conexión en el poste existente PE-4205 circuito Concordia – Veraguas, con una longitud de 1 Km, es decir que va desde la subestación a la calle 11 en sentido oriente - occidente hasta llegar a la carrera 24, sitio en el cual cambia de dirección y va por toda la carrera 24 en dirección norte – sur desde la calle 11

hasta la Avenida Comuneros. Esta se encuentra ubicada en su totalidad en la localidad 14 de los Mártires en la UPZ 102 de la Sabana (*Figura 2.3*).

FIGURA 2.3. LOCALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN DEL PROYECTO



FUENTE: CPA INGENIERIA S.A.S, 2019

Las unidades territoriales interceptadas por el proyecto San José corresponden a 5 barrios de la UPZ 102 La Sabana, que corresponden al Voto Nacional, La Estanzuela, Ricaurte, La Sabana y La

Pepita, área de influencia que se describe en el Capítulo 3 de caracterización del área de influencia del proyecto. En la Tabla 2.1 se encuentran las coordenadas en sistema magna sirgas de los vértices del predio donde se ubica la estación y de la línea.

TABLA 2.1. COORDENADAS SUBESTACIÓN Y LÍNEA DE TRANSMISIÓN

ID	DESCRIPCION	COORDENADAS MAGNA COLOMBIA BOGOTÁ		WGS84		MAGNA CIUDAD BOGOTA	
		ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE
SUBESTACIÓN							
S1	Subestación San José	998917,7277	1001106,307	74° 5' 14,141" W	4° 36' 22,337" N	98920,93485	101103,8125
S2	Subestación San José	998933,3616	1001130,585	74° 5' 13,634" W	4° 36' 23,128" N	98936,57266	101128,1024
S3	Subestación San José	998967,7336	1001107,209	74° 5' 12,519" W	4° 36' 22,367" N	98970,96069	101104,72
S4	Subestación San José	998951,1191	1001083,653	74° 5' 13,058" W	4° 36' 21,600" N	98954,34182	101081,1529
LINEA DE TRANSMISIÓN							
POSTE DE TRANSICION	POSTE T 1	998921,7013	1001106,324	4° 36' 22,338" N	74° 5' 14,012" W	98924,91	101103,83
POSTE DE TRANSICION	POSTE T 2	998926,6889	1001102,985	4° 36' 22,229" N	74° 5' 13,850" W	98929,90	101100,49
PE-22-RT	PN - 1	998917,2817	1001092,64	4° 36' 21,892" N	74° 5' 14,156" W	98920,49	101090,14
R4T	PN - 2	998844,8751	1001138,389	4° 36' 23,382" N	74° 5' 16,505" W	98848,05	101135,9
S1	PN - 3	998742,2328	1001206,631	4° 36' 25,603" N	74° 5' 19,835" W	98745,36	101204,16
R4T	PN - 4	998643,699	1001276,133	4° 36' 27,866" N	74° 5' 23,032" W	98646,78	101273,68
R4T	PN - 5	998622,4878	1001279,294	4° 36' 27,969" N	74° 5' 23,720" W	98625,56	101276,84
R1	PN - 6	998503,5891	1001111,182	4° 36' 22,496" N	74° 5' 27,577" W	98506,63	101108,65
R4T	PN - 7	998393,9564	1000940,581	4° 36' 16,942" N	74° 5' 31,134" W	98396,97	100937,97
PE-27-SS	PN - 8	998351,2471	1000874,002	4° 36' 14,774" N	74° 5' 32,520" W	98354,25	100871,36
PE-27-RT	PN - 9	998283,2338	1000765,942	4° 36' 11,256" N	74° 5' 34,726" W	98286,22	100763,25
POSTE EXISTENTE	PE - 4205	998285,3801	1000736,334	4° 36' 10,292" N	74° 5' 34,656" W	98288,37	100733,63

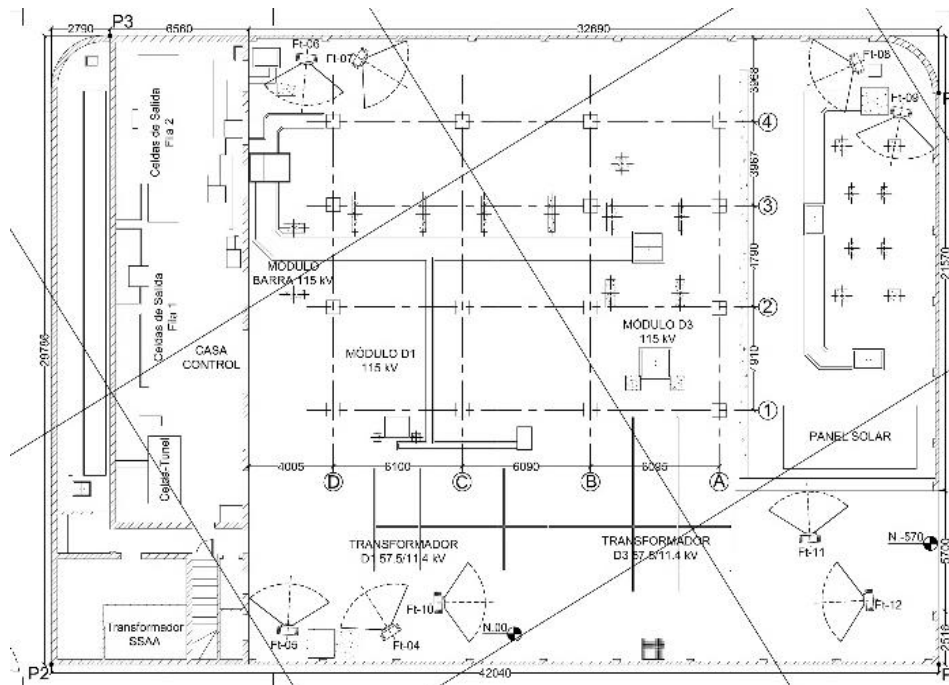
FUENTE: CPA INGENIERÍA S.A.S. 2019

## 2.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

### 2.2.1. Infraestructura existente<sup>1</sup>

La subestación actual se compone de tres elementos principales: El primero obedece al cerramiento perimetral que bordea los linderos del predio (Figura 2.4). /Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva)

FIGURA 2.4. CERRAMIENTO PERIMETRAL



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

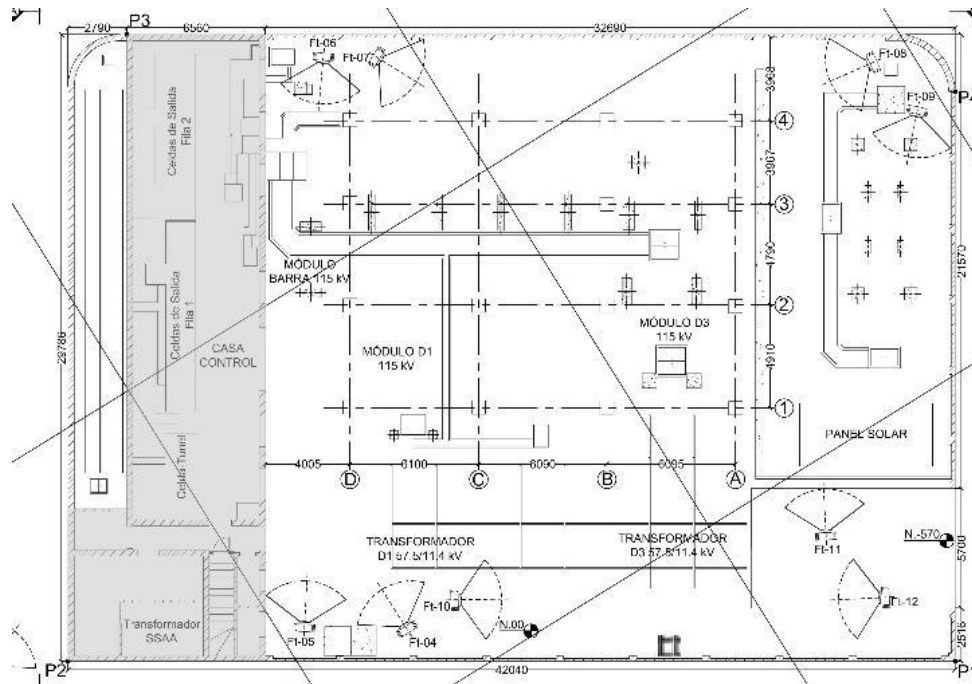
El segundo elemento principal es la edificación o Casa de Control que se encuentra en el costado oriental del predio. Esta edificación cuenta con dos niveles, en los cuales se distribuyen las Celdas de Salida, un Transformador, los baños, algunos cuartos disponibles y el cuarto de baterías (Figura 2.5). (Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva)

<sup>1</sup> AC ENERGY – ENEL. (2018). Ingeniería de Diseño Civil.



El tercer y último elemento compositivo de la edificación es el patio configurado por el cerramiento perimetral y la misma Casa de Control. En este patio se encuentran dispuestos los equipos de mayor envergadura que hacen parte de la SUBESTACIÓN SAN JOSE. También se encuentra el único acceso al inmueble por la zona de entrada en el costado Nor – occidental del predio (Figura 2.6). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FIGURA 2.6. PATIO DE EQUIPOS**



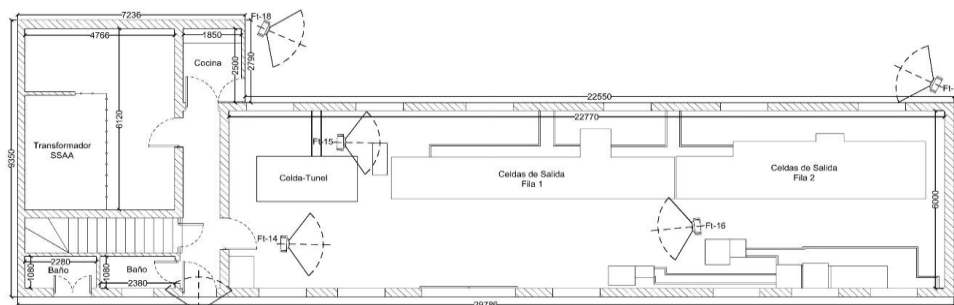
FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Sobre el costado norte del patio se encuentra los transformadores principales, sobre el costado occidental se encuentra el panel solar y en la zona central se ubican tres módulos de la Subestación.

### 2.2.1.2 Casa de control

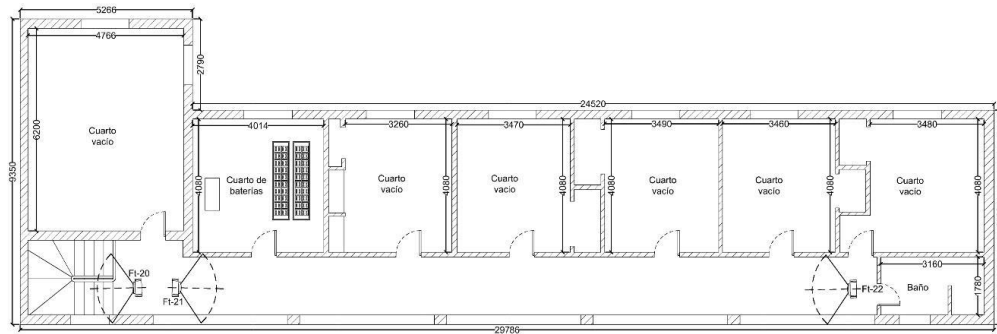
Analizando específicamente la Casa de Control, en su primer piso, en el costado sur se encuentra un espacio a manera de pabellón con las Celdas de Salida y la Celda Túnel. En el costado norte se distribuyen algunos espacios más pequeños a maneras de cuartos en el que se encuentra un transformador, dos baños, la cocineta y las escaleras de acceso al segundo piso (*Figura 2.7*). (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FIGURA 2.7. CASA DE CONTROL – PLANTA DE PRIMER PISO**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

**FIGURA 2.8. CASA DE CONTROL – PLANTA DE SEGUNDO PISO**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

En el segundo piso de la edificación, todo se distribuye a manera de simple crujía con un corredor lateral que reparte y entrega a 8 cuartos que en su gran mayoría se encuentran vacíos. En uno de ellos se ubica el Cuarto de Baterías y en el cuarto que remata la circulación lateral se ubica un baño (*Figura 2.8*).

#### 2.2.1.1. Análisis constructivo de la edificación

Aunque en el tema de pisos y circulaciones no presenta un deterioro tan avanzado como en los muros y cerramientos, el inmueble no se ajusta a las normativas vigentes respecto a accesibilidad a edificaciones y por tanto requiere de una modificación a la estructura existente. A continuación se indican las condiciones en las que el inmueble se encuentra actualmente:

- **Tipología**

El inmueble tiene dos tipologías muy bien definidas, la primera es la de la Casa de Control que funciona a manera de barra y que se adosa lateralmente al Patio de Equipos. Este último está definido dentro de la tipología patio ya que se configura en tres de sus cuatro caras por el cerramiento perimetral y la cuarta cara restante la termina de configurar la misma fachada de la edificación de dos pisos.

Específicamente, en el interior de la Casa de Control confluyen dos tipologías, el primer piso en la zona de celdas se distribuye a manera de pabellón de planta libre (Fotografía 2.1) (Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva) ya que en su distribución no se dispone ni estructura ni muros divisorios que afecten una planta continua que permita la disposición de equipos de gran envergadura como lo son las Celdas de Salida.



**FOTOGRAFÍA 2.1. CASA DE CONTROL - PRIMER PISO - PABELLON PLANTA LIBRE**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Por el contrario, en el segundo piso de la edificación los espacios se distribuyen a manera de simple crujía con una circulación lateral que va entregando a cada uno de los cuartos laterales que se encuentran a lo largo del corredor. El cual remata en un último cuarto (Fotografía 2.2). (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/MemDescriptiva)

**FOTOGRAFÍA 2.2. CASA DE CONTROL - SEGUNDO PISO – SIMPLE CRUJIA**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

No obstante, vale la pena recalcar que, aunque es una edificación que se ha adaptado para el uso de infraestructura de servicios públicos, no cuenta con las especificaciones y condiciones espaciales adecuadas para prestar este servicio en la actualidad como lo son grandes alturas libres entre placas para la disposición de equipos y máquinas de mayor envergadura.

#### ▪ Estructura portante

Según lo que se pudo apreciar durante el Levantamiento Arquitectónico de la actual edificación, la estructura portante de la edificación principal son "muros de carga" en mampostería o ladrillo tolete cocido. Los cuales se levantan desde la losa de contra piso en concreto hasta la losa de entrepiso también en concreto (espesor aproximado de 18 cm), la cual se encuentra apoyada en los muros de carga.

De esta losa nacen y se apoyan otros muros de carga que serán el soporte de la cinta de remate perimetral, desde donde posteriormente se apoyara la estructura metálica de sustento de la cubierta (*Fotografía 2.3*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FOTOGRAFÍA 2.3. VISTA EXTERIOR DE LOS MUROS DE CARGA DE LA EDIFICACIÓN**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

La distancia aproximada entre los muros de apoyo en el sentido perpendicular de la edificación no supera los 6.00 metros. En el sentido longitudinal de la edificación esta distancia alcanza los 22.70 metros.

Teniendo en cuenta que la construcción del inmueble fue anterior a la NSR – 10, en caso de mantener el funcionamiento de la Casa de Control en la edificación existente sería necesario una actualización de la estructura portante a través de un Análisis de Vulnerabilidad Sísmica y el posterior Reforzamiento Estructural de la construcción para que cumpla con los parámetros técnicos de la NSR – 10.

### ▪ Fachadas

Las fachadas de la edificación en su relación con el contexto urbano del barrio son predominantes cerradas, con una relación casi nula de Ciudad – Inmueble ya que en sus aproximadamente 102.0 metros lineales de cerramiento solo cuenta con un portón de acceso y dos ventanas altas ubicadas en la esquina Sur – oriental del predio (Fotografía 2.4). (Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva)

FOTOGRAFÍA 2.4. FACHADA PERIMETRAL



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Los muros de fachada perimetrales están contruidos a partir de mampostería, pañetada y pintada de color blanco, con columnetas de soporte aproximadamente cada 3 metros y llegan a una altura aproximada de 3.30 metros. A partir de esta altura se encuentra instalada una malla de seguridad de altura de 1.70 metros, configurando de esta manera una altura total de 5 metros para el cerramiento de fachada.

Hacia el exterior estos muros presentan un importante nivel de deterioro por la aplicación de agentes químicos como pinturas o sprays para grafitis y por la disposición de basuras alrededor del predio. (Fotografía 2.5). (Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva)



FOTOGRAFÍA 2.5. MURO DE CERRAMIENTO - INTERIOR



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Otros muros de fachada presentes en el inmueble son el muros de fachada occidental y oriental de la Casa de Control, los cuales alcanzan una altura aproximada de 7.00 metros y están compuestos a partir de mampostería a la vista, estructura de soporte de ventanería en metal y modulación de vidrio en proporciones pequeñas. Por último los marcos y las hojas de puertas y portones en madera (*Fotografía 2.6*). (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/MemDescriptiva*)

FOTOGRAFÍA 2.6. FACHADA CASA DE CONTROL.



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

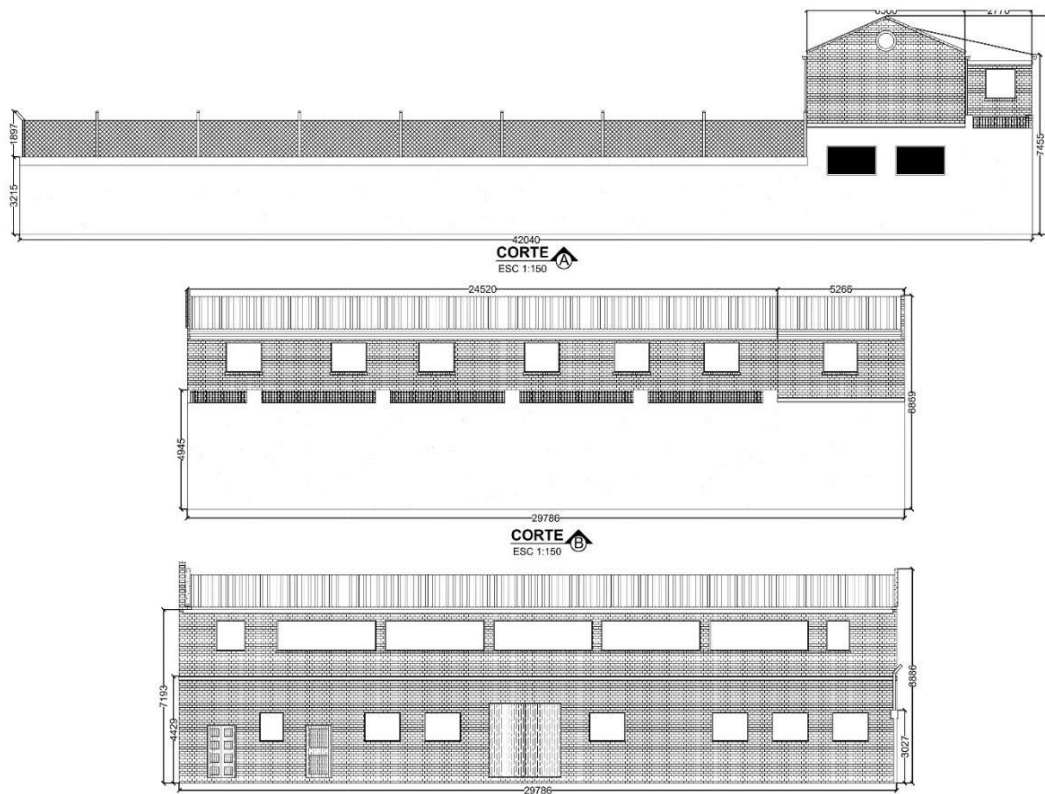
#### ■ Muros interiores

Todos los muros interiores de la Casa de Control se encuentran pañetados y pintados de color blanco, algunos de esos muros interiores sirven de soporte para la estructura de entepiso como lo

son los muros que delimitan la cocina y el espacio donde se encuentra la Subestación en primer piso (*Figura 2.9*). (*Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/MemDescriptiva*)

En cambio, los muros interiores ubicados en el segundo piso, son solamente divisorios y en la mayoría de casos no rematan en la cubierta sino que llegan solamente hasta el nivel de inicio de estructura de cubierta.

**FIGURA 2.9. FACHADAS Y CORTE GENERAL DEL INMUEBLE.**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Las puertas que sirven para el acceso a los diferentes espacios están estructuradas a partir de marcos en madera, hojas en madera, pero con bisagras y sistema de cerradura metálica (*Fotografía 2.7*). (*Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/MemDescriptiva*)

FOTOGRAFÍA 2.7. MUROS INTERIORES DEL SEGUNDO PISO



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

En las zonas húmedas como cocina y baños se evidencia la implementación de cerámica en porcelana para facilitar el lavado de dichos espacios y prevenir los daños en las pinturas por humedad.

Algunos muros interiores presentan afectaciones, evidenciando así que la edificación no presenta un estado físico adecuado para encontrarse en uso por parte de los operarios de la subestación y presenta un deterioro avanzado en muros interiores, muros de fachada y circulaciones. (*Fotografía 2.8*). (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FOTOGRAFÍA 2.8. MUROS PERIMETRALES ESCALERA**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

#### ▪ Pisos

En cuanto a los acabados de pisos para los espacios exteriores como el patio, básicamente los pisos son en placa de contra piso en concreto con algunas cunetas de desagüe, pero con evidente deterioro por humedad y agrietamiento de las losas.

El nivel general del inmueble y del patio se encuentra por encima del nivel del andén público, lo cual se puede evidenciar por la rampa de que se encuentra en la esquina de acceso al predio (esquina Nor – occidental) y que logra vencer una diferencia de altura de aproximadamente 0.70 metros (*Fotografía 2.9*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FOTOGRAFÍA 2.9. PISOS EXTERIORES - PATIO. VISTA ACCESO PREDIO**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.



Los acabados de pisos de la Casa de Control son en su gran mayoría en tabletas cerámicas cuadradas de color verde, las cuales se complementan con guarda escobas de protección de color negro y que se distribuyen a lo largo de todas las caras interiores de los muros del inmueble (*Fotografía 2.10*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FOTOGRAFÍA 2.10. PISOS INTERIORES. TABLETA CERÁMICA**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

Aunque en el tema de pisos y circulaciones no presenta un deterioro tan avanzado como en los muros y cerramientos, el inmueble no se ajusta a las normativas vigentes respecto a accesibilidad a edificaciones y por tanto requiere de una modificación a la estructura existente.

#### ▪ Cielorrasos

El inmueble no presenta acabados o elementos de cielo raso complementarios al simple acabado inferior de la placa de entre piso en concreto para el caso del primer piso y del acabado de la cubierta en tejas de asbesto – cemento tipo “eternit” y estructura metálica a la vista para el caso del segundo piso (*Fotografía 2.11 y Fotografía 2.12*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

Ya que en el segundo piso los muros no llegan a cubierta sino a nivel de la viga perimetral de remate y que no existe un elemento superior como un cielo raso en Drywall o PVC que delimite los distintos cuartos dispuestos en este nivel, el ruido de cada uno de los espacios puede mezclarse entre ellos y a la vez con el corredor de circulación.



FOTOGRAFÍA 2.11. VISTA DE CIELO RASO EN PRIMER PISO



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

FOTOGRAFÍA 2.12. VISTA DE CIELO RASO EN SEGUNDO PISO.



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

#### ▪ Cubiertas

En cuanto al sistema de cubiertas, el inmueble presenta un solo sistema el cual se soporta mediante vigas de cerchas metálicas de forma triangular con perfilera tubular rectangular soldada entre sí.

Estas vigas metálicas se encuentran apoyadas en vigas perimetrales de soporte, que a su vez se apoyan en los muros de carga longitudinales que suben desde la placa de entre piso.

Sobre las vigas de cubierta se apoyan las correas en tubular metálico de sección rectangular (similar a los tubulares de la misma viga celosía) en sentido transversal a las mismas con una inter distancia

no mayor a 1.20 metros. Las cuales sirven de soporte y amarre del acabado final de cubierta: tejas de asbesto cemento tipo “eternit”. Pintadas de blanco sobre su cara inferior.

Todo el sistema metálico de soporte tiene un acabado exterior en pintura color negro y no presenta signos de deterioro u oxidación (*Fotografía 2.13*). (*Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FOTOGRAFÍA 2.13. DETALLE DEL SISTEMA ESTRUCTURAL DE CUBIERTA.**



FUENTE: AC ENERGY – ENEL. (2018). INGENIERÍA DE DISEÑO CIVIL.

## 2.2.2. Fases y actividades del proyecto

De manera general en la *Tabla 2.2*, se presentan las etapas del proyecto, así como sus actividades, que comprende la pre-construcción, Desmantelamiento de la infraestructura a ser cambiada, Constructiva, Operativa y Desmantelamiento.

**TABLA 2.2. ETAPAS DEL PROYECTO DE CONVERSIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 57.5 KV A 115 KV Y LÍNEAS ASOCIADAS**

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
Etapas Pre-Constructiva	Organización laboral	Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para realizar los trabajos y determinar el sitio para instalar el campamento para el almacenamiento de los elementos necesarios en la construcción, así mismo la identificación de las fuentes de materiales y las zonas de aprovisionamiento.

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
	Replanteo	El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación, este replanteo consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas precisas de las ubicaciones de cimentaciones para los diferentes equipos y en general para todas las obras civiles a ser construidas.
	Trasporte 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. Se elabora y presenta el Plan de Manejo de Tránsito a la Secretaría Distrital de Movilidad.
Etapa de Desmantelamiento de la infraestructura a ser cambiada	Desenergización	Es la actividad mediante la cual se corta el flujo de corriente eléctrica en la línea de transmisión y la subestación.
	Desmantelamiento de línea de transmisión y subestación	Se refiere a la actividad de realizar el desmonte de las líneas, postes y equipos que hacen parte del proyecto.
	Reutilización y reciclaje de elementos	Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la red de distribución. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otro proyecto.
	Retiro y disposición final de residuos	Los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
	Desmantelamiento de las estructuras existentes en la subestación	Esta actividad consiste en el desmonte de equipos, transformadores, celdas, paramento y transformadores de potencia de la subestación San José. Trabajos de demolición de las edificaciones existentes consistente en la demolición de la casa de control, pedestales de equipos existentes, placa de concreto de patio de conexiones y muro de cerramiento.
	Adecuación de accesos	Se utilizarán las vías de acceso y vías perimetrales que permiten la movilidad de vehículos pesados como grúas para la instalación de equipos, y para el mantenimiento preventivo y correctivo que se realice en la subestación. Para la instalación de los 9 postes y el tendido de redes, se cuenta con vías aptas para el acceso de la maquinaria para que se adelanten las obras y el proceso de tendido de redes se puede realizar desde la zona dura carrera 24 y

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
Etapa Constructiva		<p>calle 11.</p> <p>Para desplazarse al interior de la subestación se ha realizado un diseño urbanístico en donde se distribuye un circuito de vías que permiten el acceso vehicular a las edificaciones.</p> <p>La vía interna principal de entrada de la subestación será en pavimento asfáltico, con un ancho de calzada mínimo de 5 m. El diseño de la calzada tendrá un bombeo de 2% para evacuar el agua lluvia hacia los costados, en donde se proyecta la construcción de cunetas laterales en forma de “V” y en concreto.</p>
	Excavación y adecuación del terreno subestación	Con equipo de construcción o de forma manual se llegará hasta los diferentes niveles de cada uno de los componentes que la obra tiene. La subestación San José 115 kV se construirá sobre un terraplén donde se ubicarán las vías internas, todos los equipos y edificaciones que hacen parte de la subestación.
	Excavación y adecuación del terreno línea de transmisión.	Con equipo de construcción o de forma manual se llegará hasta los diferentes niveles de cada uno de los componentes que la obra tiene, para iniciar la construcción de las obras de cimentación para posteriormente instalar los postes.
	Retiro y manejo del material de excavación.	<p>El retiro del material de excavación se realizará por medio de volquetas. Con la maquinaria se cargarán las volquetas para llevar de los sitios de almacenamiento temporal o al momento en que se realiza la excavación.</p> <p>La disposición de materiales sobrantes se hará en los sitios debidamente autorizados por la Autoridad Ambiental, para lo cual el constructor deberá transportarlo desde el sitio de construcción hasta el sitio de disposición final. Los materiales sobrantes o de desecho, se trasladarán hacia sitios de disposición autorizados.</p>
	Construcción cimentación, obras civiles del proyecto	Para la construcción de la subestación eléctrica y la infraestructura (postes) de la línea de transmisión, 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. Será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades necesarias para adelantar las obras de cimentación.
		Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
	Instalación de equipos subestación eléctrica	<p>estructuras previstas, su cableado y conexión hasta las casetas de control distribuido, y desde allí, hasta la casa de control, en donde finalmente se ubican los mandos y sistemas de operación y control de cada uno de los equipos y de la subestación en su conjunto.</p> <p>Una parte de los equipos se montan sobre las estructuras metálicas, tales como pararrayos en tanto que otros se colocan directamente sobre las bases de hormigón armado construidas para el efecto, tales como los equipos híbridos y con los pernos de anclaje necesarios para sujetarlos.</p>
Etapa Constructiva	Instalación de postes y adecuación de la línea de transmisión	Esta actividad consiste en el montaje de las estructuras postes y el tendido de la línea de transmisión.
	Generación de residuos	Esta actividad hace referencia a la generación de residuos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa constructiva y de adecuación del proyecto.
	Capacitación al personal en seguridad, salud y medio ambiente	Esta actividad se lleva a cabo con el personal que hace parte de la ejecución del proyecto, esto con el fin de que conozca las obligaciones establecidas sobre seguridad, salud y medio ambiente, esto incluye las obligaciones que contiene la Licencia Ambiental.
	Implementación de los programas sociales	Esta actividad es la que permite la interacción y la adecuada comunicación entre los encargados de la ejecución del proyecto y la comunidad circundante a este.
Etapa Operativo	Energización líneas de transmisión	Corresponde a la energización o puesta en servicio, al nivel de tensión previsto en el diseño y el transporte de la energía eléctrica durante la operación del proyecto, cumplimiento de las distancias de seguridad verticales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas.
	Operación de equipos	La operación del proyecto San José, 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 subestación y líneas de transmisión	<p>Mantenimiento preventivo: En esta fase se prevendrán los posibles daños en los equipos de las redes de distribución que puedan afectar la continuidad del servicio.</p> <p>Mantenimiento correctivo: En esta fase se repararán los</p>

ETAPA	ACTIVIDADES	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD
		daños ocasionados en los equipos de las redes de distribución que afecten el suministro de energía eléctrica. El mantenimiento de los equipos híbridos se realizará cada seis años y el de los transformadores cada 10 años. Estos mantenimientos serán realizados por profesionales especializados.
	Generación de residuos	Esta actividad hace referencia a la generación de residuos sólidos y líquidos durante el desarrollo de las demás actividades que hacen parte de la etapa operativa del proyecto.
Etapa de Desmantelamiento	Desenergización	Es la actividad mediante la cual se corta el flujo de corriente eléctrica en la línea de transmisión y la subestación.
	Desmantelamiento de línea de transmisión y subestación	Se refiere a la actividad de realizar el desmonte de las líneas, postes y equipos que hacen parte del proyecto.
	Reutilización y reciclaje de elementos	Se refiere a las alternativas para manejar los elementos que se retiran de la red de distribución. Los elementos producto del desmantelamiento pueden ser reciclados y reutilizados en la construcción de otro proyecto.
	Retiro y disposición final de residuos	Los materiales sobrantes deberán ser dispuestos adecuadamente en sitios autorizados por la Autoridad Ambiental Competente.
	Restauración de áreas intervenidas	Implica la ejecución de labores para la recuperación de ecosistemas que fueron intervenidos.

FUENTE: CODENSA –GRUPO ENEL, CPA INGENIERIA S.A.S., 2019

## 2.2.3. Características técnicas del proyecto

### 2.2.3.1. Adecuación y construcción

#### 2.2.3.1.1. *Vías de acceso*<sup>2</sup>

El sistema vial del área de influencia del proyecto está conformado por grandes vías de acceso que atraviesan el Distrito Capital. Las principales vías que se encuentran son: La avenida Caracas; la carrera 30; la avenida Sexta; la calle trece o avenida Jiménez; y como vías complementarias se encuentran la Carrera 18, 19 y 24. El IDU reportó para el 2009 buen estado de la malla vial en el 33% y regular y mal estado 67%.

<sup>2</sup> Alcaldía de los Mártires. (2017 – 2020). Plan Ambiental Local.



En la actualidad la localidad cuenta con el Sistema Transmilenio, que se moviliza por la Avenida Caracas y la Calle 13. Los paraderos que se ubican cerca al área de influencia son: Calle 22, calle 19, Avenida Jiménez, Tercer Milenio, Hospital y Hortúa.

#### *Infraestructura de transmisión de energía eléctrica*

El proyecto San José contempla el diseño, construcción, montaje y puesta en servicio de la Subestación San José y la línea de transmisión 115 kV de doble circuito.

El objetivo principal del proyecto es permitir la transmisión de energía eléctrica entre la Subestación San José y las subestaciones Concordia y Veraguas, así como reforzar el Sistema de Transmisión Regional de 115 kV en la zona central de la ciudad de Bogotá D.C.

A continuación se hace una descripción general de cada una de las características técnicas de la subestación eléctrica y las líneas de transmisión en las diferentes etapas contempladas en el proyecto.

#### ▪ **Características de la Subestación San José 115/11,4 kV**

La subestación San José se construirá en una configuración de barra sencilla seccionada a 115 kV tipo encapsulada del cual se conectarán los módulos de Línea Veraguas y Concordia y los transformadores D1 y D2, de los cuales energizan dos trenes de celdas de 11,4 kV a través del cual se conectarán los conductores de los circuitos de distribución en media tensión de la zona.

Instalación y montaje de la subestación de 115/11.4kV se conformara de los siguientes componentes:

- Una subestación encapsulada en SF6 (GIS, Gas Insulated Switchgear) conformada por:
  - Dos módulos de líneas a 115 kV
  - Dos módulos de transformador 115/11,4 kV, 40 MVA
  - Módulo de seccionamiento de barra 115 kV
  - Dos juegos de Transformadores de potencial para medida Barra B1.1 y B1.2 115 kV
- Dos transformadores de 40MVA
- Dos trenes de celdas de 11.4 kV conformada por:
  - Tren de Celdas 1:
    - 1 celda de entrada

- 1 Celda de Medida
  - 10 celdas de Salida
  - 1 Celda de Acople
  - Tren de celda 2
  - 1 celda de entrada
  - 1 Celda de Medida
  - 10 celdas de Salida
- 
- Dos transformadores de servicios auxiliares 150kVA, 11,4 kV/208V
  - Transferencia automática en BT, dos tableros de servicios auxiliares AC
  - Dos tableros de servicios auxiliares de corriente Continua
  - Tablero de servicios auxiliares de corriente Alterna
  - Dos Cargadores de baterías
  - Un banco de baterías 125Vcc
  - Sistema de detección de incendios
- 
- Sistema de comunicaciones compuesto por tres tableros de comunicación:
    - Tablero de red IEC 61850
    - Tablero de Bus de Estación
    - Tablero de Gateway

La Subestación San José 115/11,4 kV tendrá dos tipos de edificaciones, la primera es la casa para instalación y operación de la subestación GIS en el cual a su vez se encuentran los tableros de control y protección 115 kV y la segunda es la casa de control en el cual se instalarán las celdas de media tensión 17,5kV, tableros de comunicaciones, servicios auxiliares, sala y baño.

En la parte externa de la casa de control se encontrarán los transformadores de auxiliares tipo Pedestal del cual se alimentarán los servicios generales y auxiliares de corriente continua.

En la Tabla 2.3 se presenta la conformación eléctrica y los equipos de la Subestación San José. (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos)



TABLA 2.3. EQUIPOS Y SISTEMAS PARA LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ 115/11,4 KV

ITEM	BAHÍA	EQUIPO / MODULO	CANTIDAD
1	SUBESTACIÓN GIS (Gas Insulated Switchgear) 145kV, 40KA, 2500A	LINEA VERAGUAS	1
		LINEA CONCORDIA	1
		TRANSFORMADOR D1	1
		TRANSFORMADOR D2	1
		SECCIONAMIENTO DE BARRAS	1
		TRANSFORMADOR DE Tensión	2
2	TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN	TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN 125VCC / 120VAC LINEA VERAGUAS	1
		TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN 125VCC / 120VAC LINEA CONCORDIA	1
		TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN 125VCC / 120VAC TRANSFORMADOR D1	1
		TABLERO DE CONTROL Y PROTECCIÓN 125VCC / 120VAC TRANSFORMADOR D2	1
		TABLERO DE PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS 115 kV	1
		TABLERO DE REGULACIÓN DE VOLTAJE TRANSFORMADOR D1	1
		TABLERO DE REGULACIÓN DE VOLTAJE TRANSFORMADOR D2	1
3	CELDAS MEDIA Tensión FILA 1, 17,5kV, 25KA, 2500A TIPO METALCLAD	CELDAS DE SALIDA 17,5kV, 600A	10
		CELDA DE ENTRADA 17,5kV, 2500A	1
		CELDA DE MEDIDA 17,5kV.	1
		CELDA DE ACOPLA 17,5kV, 2500A	1
4	CELDAS MEDIA Tensión FILA 2, 17,5kV, 25KA, 2500A TIPO METALCLAD	CELDAS DE SALIDA 17,5kV, 600A	10
		CELDA DE ENTRADA 17,5kV, 2500A	1
		CELDA DE MEDIDA 17,5kV.	1
		TRANSFORMADOR 115/12kV, 40MVA, YNYn0, ONAN/ONAF, Corriente Nominal 2000A.	1
		TRANSFORMADOR 115/12kV, 40MVA, YNYn0, ONAN/ONAF, Corriente Nominal 2000A.	1

ITEM	BAHÍA	EQUIPO / MODULO	CANTIDAD
7	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE ALTERNA	TRANSFORMADOR DE AUXILIARES 11.4/0,208kV, 150kVA.	2
		TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CA, 208V, 800A, 25KA	1
		TRANSFERENCIA AUTOMATICA DE CA, 208V, 500A, 25KA	1
8	SERVICIOS AUXILIARES DE CORRIENTE CONTINUA	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN DE CC, 15VCC, 800A, 25KA	2
		CARGADOR DE BATERÍAS 200A	2
		BANCO DE BATERÍAS 400Ah	1
9	SISTEMA DE SEGURIDAD	Sensor de Proximidad	12
		Barrera Perimetral	10
		Control de Acceso	2
		Control Pánico	2
		Control de sistema	1
10	SISTEMA ALARMA CONTRA INCENDIO	Control Panel de Alarma	1
		Sensores fotoeléctricos	25
		Sensores de Humo	12
		Sistema de Anunciación	2
11	SISTEMA DE COMUNICACIONES	Banco - Cargador de Baterías 48Vdc	1
		Mini RTU telecontrol sistemas esenciales	1
		Inversor 125Vcc / 120Vac	1
		Tablero de comunicaciones red PRP 61850	1
		Tablero de comunicaciones de Bus de Estación y Red Box	1
		Tablero de Terminal de subestación Gateway	1
		Panel Solar y equipo Cargador sistema Auxiliar	1
12	ILUMINACIÓN	Sistema de iluminación exterior tipo LED 208/120Vac	1
		Sistema de iluminación interior tipo LED 208/120Vac	1

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

► Conexiones de la Subestación San José

- Puntos interconexión Subestación Veraguas

Se realizará el reemplazo de las protecciones de línea, cambio de protección de distancia y sobre corriente e instalación de una Unidad de Control de Posición (UCP) en la actual bahía de línea San José, quedando constituida la línea San José – Veraguas 115 kV.

- Puntos interconexión Subestación Concordia

Construcción de un nuevo módulo de línea 115 kV en la subestación Concordia el cual estará constituido por un módulo convencional AIS compuesto por: (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos)

TABLA 2.4. PUNTOS INTERCONEXIÓN SUBESTACIÓN CONCORDIA

ITEM	BAHÍA	EQUIPO / MODULO	CANTIDAD
1	SAN JOSE	Seccionador con cuchilla de puesta a tierra, montaje horizontal, 145kV, 2000A. (Seccionador de línea).	1
		Seleccionador montaje vertical 145 kV, 2000 <sup>a</sup> (Transferencia).	1
1		Seccionador montaje horizontal 145kV, 2000A. (Seleccionador de barra).	1
2		Interruptor de potencia 145kV, 2000A, 40kA,	1
3		Transformador de corriente 145kV, 3 núcleos de protección y núcleo de Medida.	3
4		Pararrayos 96kV, 10KA	3

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

▪ **Especificaciones Generales de la Subestación eléctrica**

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

► Parámetros eléctricos del sistema

Los parámetros del sistema de la Subestación San José se presentan en la Tabla 2.5 y Tabla 2.6 . (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos)

TABLA 2.5. NIVEL DE TENSIÓN: 15KV

PARÁMETROS	NIVEL DE TENSIÓN
V <sub>máx</sub> equipo (kV)	145
Voltaje soportado impulso (kV <sub>cresta</sub> )	650
Voltaje soportado frec. ind. 1 min (kV)	275
Frecuencia nominal (Hz)	60
I <sub>cc</sub> (KA)	40

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

TABLA 2.6. NIVEL DE TENSIÓN: 11,4KV

PARÁMETROS	NIVEL DE TENSIÓN
V <sub>máx</sub> servicio (kV)	12
V <sub>máx</sub> equipo (kV)	17,5
Voltaje soportado impulso (kV <sub>cresta</sub> )	38
Voltaje soportado frec. ind. 1 min (kV)	95
Frecuencia nominal (Hz)	60
I <sub>cc</sub> (KA)	25

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

► Tensiones de Servicios Auxiliares

Las tensiones admisibles para las fuentes de los servicios auxiliares de las subestaciones son las siguientes: (*Tabla 2.7*).

TABLA 2.7. TENSIONES DE SERVICIOS AUXILIARES

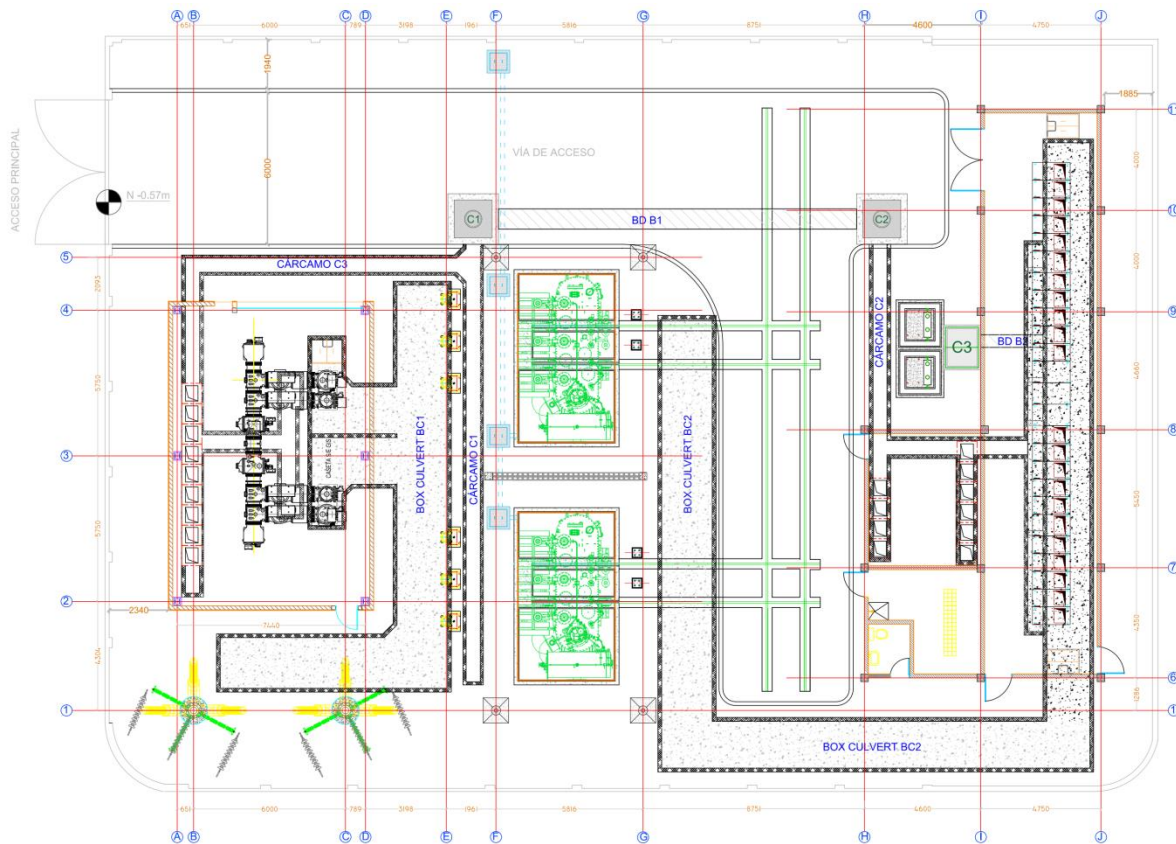
ITEM	SISTEMA	TENSIÓN
1	Corriente continua para equipos electrónicos	125 +15% -15% V <sub>cc</sub>
2	Corriente continua para otros equipos y sistemas	125 +10% -15% V <sub>cc</sub>
3	Corriente alterna	208 +5% -10% V <sub>ca</sub> 120 +5% -10% V <sub>ca</sub>

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

► Disposición de los equipos de Alta Tensión

La disposición de equipos, estructuras, barrajes, conexiones y vías para los transformadores y la subestación cumplen con los niveles de tensión, distancias de seguridad, vías de circulación y áreas de mantenimiento (*Figura 2.10*). (*Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/MemDescriptiva*)

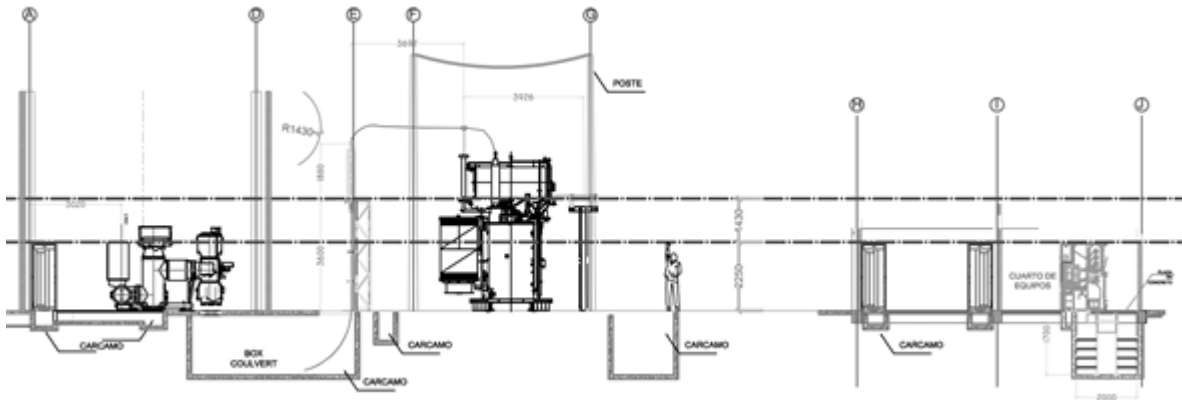
**FIGURA 2.10. PLANTA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ**



FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ – ENEL-CODENSA

La vista de planta muestra las edificaciones y disposición de equipos de la subestación GIS, transformadores de potencia y Celdas de media tensión (*Figura 2.11*).

FIGURA 2.11. VISTA CON DISPOSICIÓN FÍSICA DE EQUIPOS



FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ – ENEL-CODENSA

#### ► Operación y Mantenimiento

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

- Zona de carrileras para movimiento de transformadores con el fin de realizar mantenimiento y / o cambio de equipos.
- Área de ensamblaje e instalación de la subestación GIS en la casa de Alta Tensión.
- Canalizaciones especiales para conductores de Alta Tensión para conexión de las líneas de transmisión y los transformadores de potencia mediante Bujes y aisladores de transición.
- Canalizaciones para tendidos de cables alimentadores a celdas de media tensión.
- Canalizaciones para salida de circuitos de 11.4kV a las redes de distribución de la zona.

#### ► Ruido

La ubicación de los transformadores, el efecto corona de las partes energizadas y otras fuentes generadoras de ruido audible, cumplen 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.  
(Anexos/AnexoC Informes Laboratorio/Ruido)

La subestación San José 115/11,4 kV tendrá los siguientes parámetros del análisis de ruido:

- Los niveles de ruido estimados por los estudios realizados en subestaciones, se encuentran dentro de los límites máximos permitidos tanto para emisión como inmisión de ruido para el periodo diurno, el cual es de 45 dB, en el periodo nocturno se sobrepasan estos límites, hecho que no quiere decir que se encuentre en un incumplimiento de la norma, ya que hay un aporte significativo de ruido eminentemente medio ambiental, que no está asociado a la operación de CODENSA S.A ESP.
- De igual manera, los valores para los puntos perimetrales de muestreo están alrededor en promedio en los rangos de los 45 dB (A) – 42 dB (A), valores que corresponden a ambientes de ruido medioambiental, por lo tanto puede considerarse a CODENSA S.A ESP como una fuente, en su conjunto, de bajo impacto.
- La modelación matemática de la atenuación natural del sonido resultan valores de reducción significativos, que permiten que la subestación esté dentro de los límites máximos de inmisión, por lo tanto esto puede adoptarse como un mecanismo de control, tanto en subestaciones como en líneas de transmisión, las cuales miradas en conjunto, pueden verse como fuentes puntuales.

► Compatibilidad electromagnética de los equipos electrónicos

Todos los equipos electrónicos soportarán las perturbaciones electromagnéticas esperadas en una subestación de alta tensión.

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

► Transformadores de Potencia

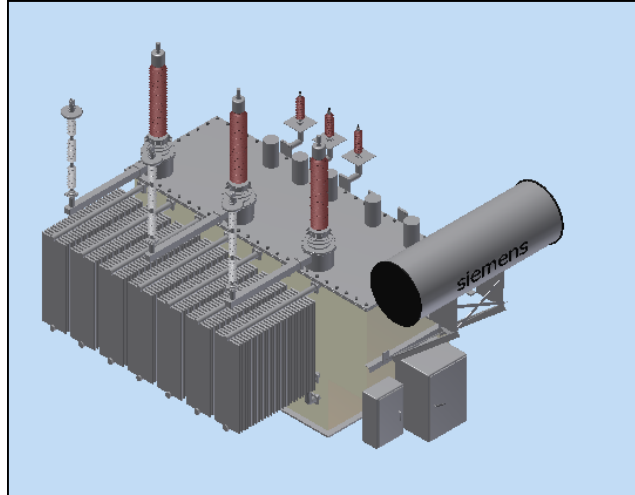
En la subestación San José se instalarán dos (2) bahías de transformación 115/11,4 kV. Los transformadores serán de 40 MVA, aislados en aceite.

Cualquier transformador se podrá desplazar sobre carrileras para retirarlo de su ubicación normal, o viceversa. Estos desplazamientos se harán en forma segura, sin obstáculos y con los demás transformadores en servicio entre los sitios de ubicación normal y una zona de descargue prevista en la subestación.

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

En la Figura 2.12 se presenta un transformador de potencia de 115/11,4 kV, 40MVA.

**FIGURA 2.12. TRANSFORMADOR DE POTENCIA 115/11,4 KV**

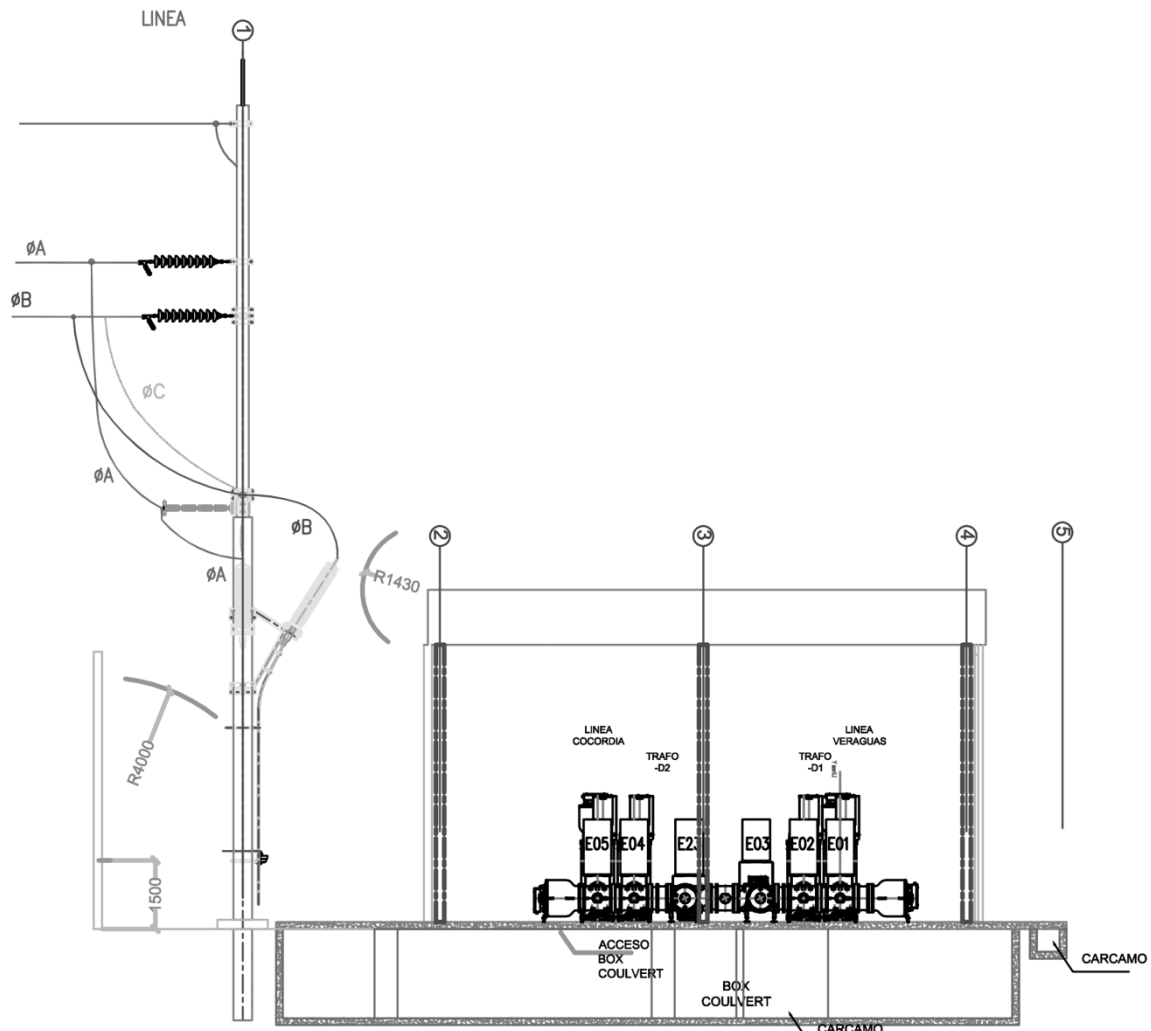


FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

En la Figura 2.13 se presenta la conexión conductores de Alta Tensión a subestación GIS.



FIGURA 2.13. CONEXIÓN CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN A SUBESTACIÓN GIS.



FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ – ENEL-CODENSA

► Sistema de prevención de incendios

• Generalidades

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

• Normas

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

► Prevención de incendios en edificaciones

- Cables

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

- Puertas de salida

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

- Alarmas

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

- Diseño y construcción

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

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

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

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

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

► Fosos y tanques 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 por lluvias.

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

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

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

► Muros corta fuegos y ubicación de transformadores

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

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

► Sistema de detección para interiores

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

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

► Extintores portátiles

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

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

► Cableado exterior

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

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

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

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

■ **Actividades previas a la construcción de la SE San José**

► Instalaciones provisionales de Obra

Las actividades a que se refiere esta especificación son las siguientes:

- Movilización e instalación de equipos de construcción, campamentos y demás facilidades necesarias para la construcción de las obras.
- Suministrar y movilizar hasta el sitio de las obras todos los equipos, elementos de trabajo y personal, como también hacer las instalaciones temporales que se requieran para ejecutar normal y eficientemente todas las obras objeto del proyecto. Como opción se puede tener el uso de las instalaciones existentes o parte de ellas.

► Oficinas, talleres y otras instalaciones provisionales

Las actividades a las que se refiere este documento son las siguientes:

- Localización, construcción de edificaciones y mantenimiento de las instalaciones provisionales, abastecimiento de agua, energía eléctrica para construcción, alcantarillados y servicios sanitarios, orden y limpieza, vigilancia, remoción de las instalaciones de construcción.

► Ubicación del predio

La Subestación San José se encuentra ubicada en la carrera 20 N° 11-24 dentro la localidad N° 14 – Los Mártires, la cual se encuentra circunscrita dentro de los siguientes límites:

- Norte: Diagonal 22 y Calle 26, con la localidad de Teusaquillo.
- Sur: Calle Octava Sur Avenida Primera, con la localidad Antonio Nariño.
- Este: Avenida Caracas, con la localidad de Santafé
- Oeste: Avenida Norte Quito Sur con la Localidad de Puente Aranda

El inmueble tiene un área aproximada de 1.249,25m<sup>2</sup>, con una proporción rectangular de aproximadamente 42m de largo por 30m de ancho y cuenta con los siguientes linderos:

- Norte: Entre Mojón 1 y 2, 42,04m con predio vecino
- Sur: Entre Mojón 3 y 4, 48,43m con la Calle 11.
- Este: Entre Mojón 2 y 3, 31,89m con Carrera 19A Bis.
- Oeste: Entre Mojón 4 y 1, 27,07m con la Carrera 20.

El ingreso actual y a futuro para la Subestación San José, se realizará únicamente por el costado de la Carrera 20, accediendo al patio donde se encuentran los transformadores principales y la casa de control.

► Organización laboral

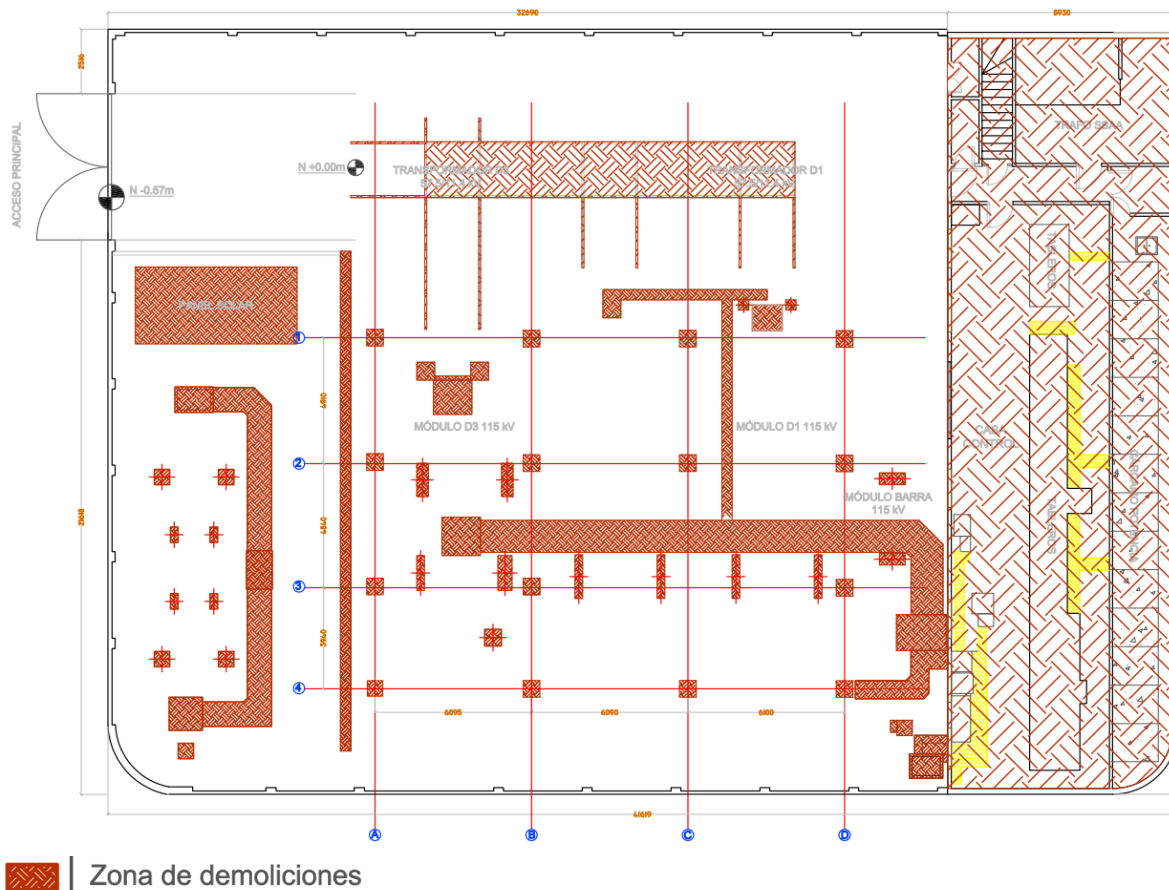
Esta actividad consiste en la contratación del personal y la agrupación del equipo necesario para realizar los trabajos y determinar el sitio para instalar el campamento para el almacenamiento de los elementos necesarios en la construcción, así mismo la identificación de las fuentes de materiales y las zonas de aprovisionamiento.

► Desmante de equipos y Demolición de edificaciones

Esta actividad consiste en el desmante de equipos, transformadores, celdas, paramenta y transformadores de potencia de la subestación San José.

Trabajos de demolición de las edificaciones existentes consistente en la demolición de la casa de control, pedestales de equipos existentes, placa de concreto de patio de conexiones y muro de cerramiento (*Figura 2.14*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos/MemDescriptiva*)

FIGURA 2.14. ZONAS DE DEMOLICIÓN DE SUBESTACIÓN SAN JOSÉ.



 Zona de demoliciones

FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ – ENEL-CODENSA

#### ► Uso y adecuación de accesos

La Subestación San José 115/11,4 kV cuenta con vías de acceso y vías perimetrales que permiten la movilidad de vehículos pesados como grúas para la instalación de equipos, y para el mantenimiento preventivo y correctivo que se realice en la subestación.

Para desplazarse al interior de la subestación se ha realizado un diseño urbanístico en donde se distribuye un circuito de vías que permiten el acceso vehicular a las edificaciones.

La vía interna principal de entrada de la subestación será en pavimento asfáltico, con un ancho de calzada mínimo de 5 m. El diseño de la calzada tendrá un bombeo de 2% para evacuar el agua lluvia hacia los costados, en donde se proyecta la construcción de cunetas laterales en forma de “V” y en concreto.



Las cunetas entregarán el agua a unos sumideros y luego a cajas de inspección para hacer el tratamiento correspondiente. Las cunetas, sumideros y todo el sistema de alcantarillado evitará encharcamientos e inundaciones en la subestación, los diseños hidráulicos se basan en los datos hidrológicos más actualizados del instituto de meteorología.

► Replanteo

El replanteo se realizará luego de la revisión del diseño y previo al inicio de la fase constructiva de la subestación. Este replanteo consiste en la ubicación de puntos referenciales, desde los cuales se tomarán las medidas precisas de las ubicaciones de cimentaciones para los diferentes equipos y en general para todas las obras civiles a ser construidas. En esta actividad se determinará como referencia planimetría y altimétrica el sistema de coordenadas y el mojón respectivamente empleando el levantamiento topográfico, se verificarán los linderos, cabida del lote y aislamientos; se emplearán niveles de precisión para obras de alcantarillado y drenajes. Se empleará nivel de manguera para trabajos de albañilería.

Para la SE San José se ha realizado un levantamiento topográfico de las condiciones existentes de la Subestación de CODENSA, requerido para la etapa de diseño previo a la construcción.

► Adecuación del terreno

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, concretadoras, vibrocompactador, volquetas, bombas de agua, vibroapisonadores mecánicos, herramienta diferencial y esporádicamente se utilizará grúa de canasta.

► 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.

■ **Actividades de construcción de la SE San José**

► Adecuación estructural y construcción civil

• Replanteo

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

encargado de realizar estas mediciones y materialización con mojones y estacones en la etapa de construcción.

- Adecuación del terreno a las cotas del proyecto

Con equipo de construcción vial se llegará hasta los diferentes niveles que cada uno de los componentes que la obra tiene. La subestación San José 115/11,4 kV se construirá sobre un terraplén donde se ubicarán la vía interna, todos los equipos y edificaciones que hacen parte de la subestación. Para garantizar que las aguas lluvias evacúen correctamente la superficie del terraplén tendrá pendientes hacia los desagües y cunetas del terraplén.

- Excavaciones estructurales

Este trabajo comprende la excavación necesaria para alojar las estructuras que incluye el proyecto. Tales como: fundaciones para pórticos y equipos, fosos de transformadores, tanque de recolección de aceite, muro cortafuego, casa GIS, instalación de tuberías de alcantarillado y acueducto, filtros, andenes, cárcamos, cunetas y mallas de puesta a tierra.

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

- Retiro y disposición de materiales provenientes de excavaciones

Incluye el retiro y disposición en forma satisfactoria de todo el material excavado sobrante.

Cuando sea posible, el material extraído de las excavaciones deberá ser empleado en labores de relleno.

Cuando el aprovechamiento no es inmediato, deberá proceder a colocarlo en una zona conveniente para su utilización posterior.

El material que no sea conveniente utilizar para otras obras, debe ser transportado a las zonas de desecho.

En ningún caso se debe botar el material a los costados de la excavación o colocarse en sitios donde interfiera con el drenaje natural del terreno o vaya en detrimento de la apariencia en la zona.

- Obras en concreto

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

- Colocación de malla de puesta a tierra

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

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

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

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

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

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

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

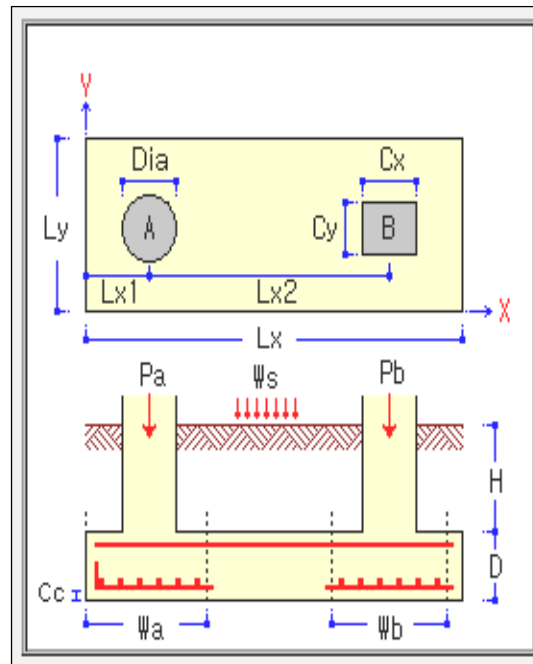
transitar dentro y en los alrededores de la subestación no superen los umbrales de soportabilidad de tal manera que no se presentarán accidentes y daños a los mismos.

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

- Construcción de cimentaciones

Se realizarán excavaciones a fin de llevar a cabo la construcción de cimentaciones, en forma manual o mediante el uso de excavadoras sobre orugas compactas o de largo alcance. Si las condiciones del terreno no son las adecuadas, será necesario utilizar material de mejoramiento y compactar el suelo hasta alcanzar las densidades mediante ensayos de suelo (*Figura 2.15*). (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos*)

FIGURA 2.15. GEOMETRÍA TÍPICA DE LAS CIMENTACIONES



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

- Cimentación transformador de potencia

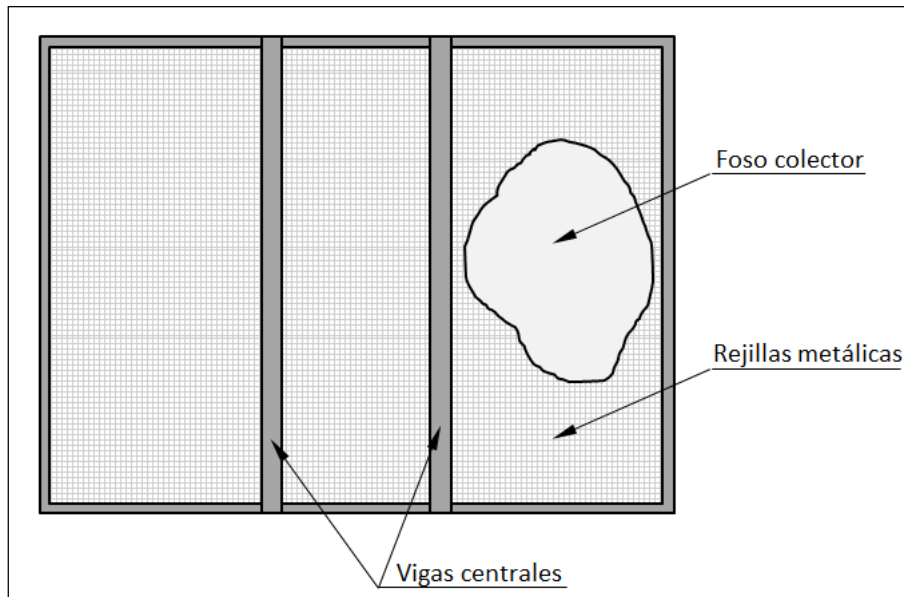
La cimentación del transformador consistirá en una losa de fondo, que soportará unas vigas centrales de apoyo para el transformador donde la distancia entre ejes de dichas vigas corresponde a la separación entre ruedas del transformador. La losa también soportará vigas perimetrales formando un foso central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

El área del foso se determinará de acuerdo con el tamaño del equipo seleccionado garantizando que cualquier fuga que se llegara 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.

En el foso se instalarán rejillas metálicas, para soportar una capa mínima de 0,10 m de material granular redondeado, uniforme, de diámetro entre cinco y ocho centímetros para ayudar a extinguir el fuego en el caso de que el aceite caiga inflamado (*Figura 2.16*). (*Anexos/AnexoG Asp Tecnicos*)

**FIGURA 2.16. PLANTA DE CIMENTACIÓN TRANSFORMADORES**



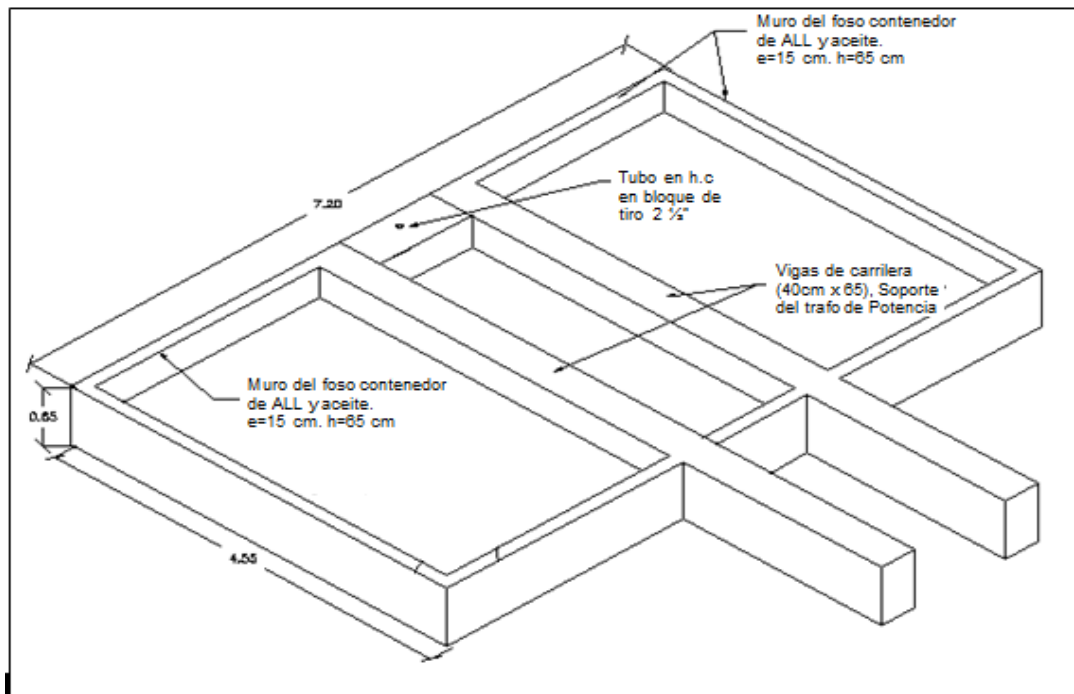
FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

Alrededor de la cimentación del transformador, y como parte integral de ésta para evitar filtraciones, se tiene una fosa de derrames, completa de concreto y con brocal a una altura ligeramente superior al nivel de piso terminado. La fosa está llena hasta nivel de piso, de grava gruesa. La capacidad de la fosa con grava más el contenedor es el volumen del aceite del transformador. 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.

En la parte más baja de la fosa de derrames se coloca un tubo para drenar, del diámetro suficiente para que no se tape con facilidad, y evitar su mantenimiento. El otro extremo del tubo entra a la fosa contenedora para el agua y/o el aceite (*Figura 2.17*).

La fosa contenedora está conformada por materiales impermeables, con volumen suficiente para contener todo el aceite que a un a futuro se pueda derramar, más unos 25 centímetros de altura de agua en la parte inferior. Exactamente al nivel superior calculado del aceite se coloca un tubo en codo, de diámetro suficiente, en que su rama vertical llegará hasta unos 20 centímetros 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. (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos*)

**FIGURA 2.17. CIMENTACIÓN FOSO DE TRANSFORMADOR**



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

El Foso está a una profundidad aproximada de 0.65m (0.35 m de altura de muros y 0.30m 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/m<sup>2</sup>), la cimentación se dimensionó pensando en el peso del transformador de 60 MVA, al igual que la geometría la cual está concebida 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.

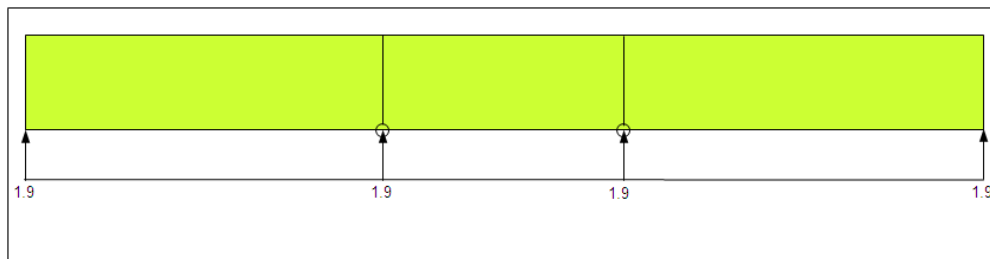


Para cada uno de los elementos estructurales se adoptó un modelo de diseño como se enuncia a continuación:

- 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 diseñaron unas rejillas conformadas por ángulos comerciales de 2"x1/4", pero 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.

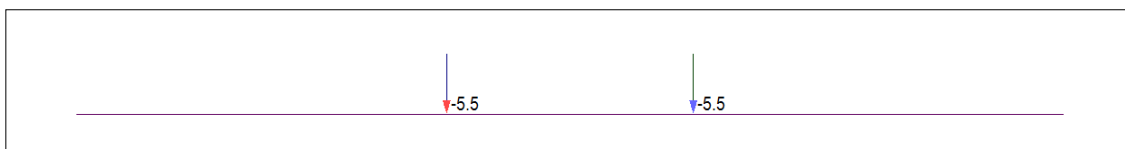
Las vigas de la carrilera tienen una longitud de 4.55 (en la zona del foso) y una sección de 0.4mx0.65m, de concreto reforzado  $f'c=21$  Mpa. Considerando el peso total del transformador igual a 58.000 kg. Dada la capacidad portante del terreno, en el sentido longitudinal de las vigas se contempla una carga de reacción de 1.9 Ton/m en cada viga. Se tienen reacciones en los apoyos como se muestra a en la *Figura 2.18* con el esquema de cargas y en la *Figura 2.19* con el esquema de reacciones (unidades Ton, m):

FIGURA 2.18. ESQUEMA DE CARGAS



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

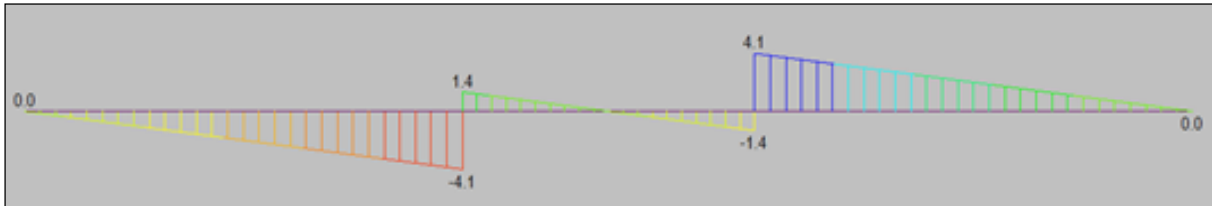
FIGURA 2.19. ESQUEMA DE REACCIONES



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

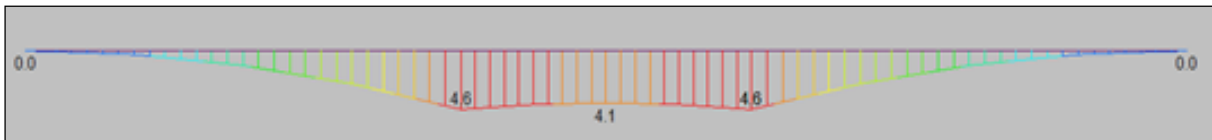
Teniendo en cuenta un suelo rígido y considerando las ruedas del transformador como apoyos simples de la viga se tienen los siguientes diagramas de corte (*Figura 2.20*) y momento (*Figura 2.21*) respectivamente.

**FIGURA 2.20. DIAGRAMA DE CORTANTE (TON)**



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

**FIGURA 2.21. DIAGRAMA DE MOMENTO (TON\*M)**



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

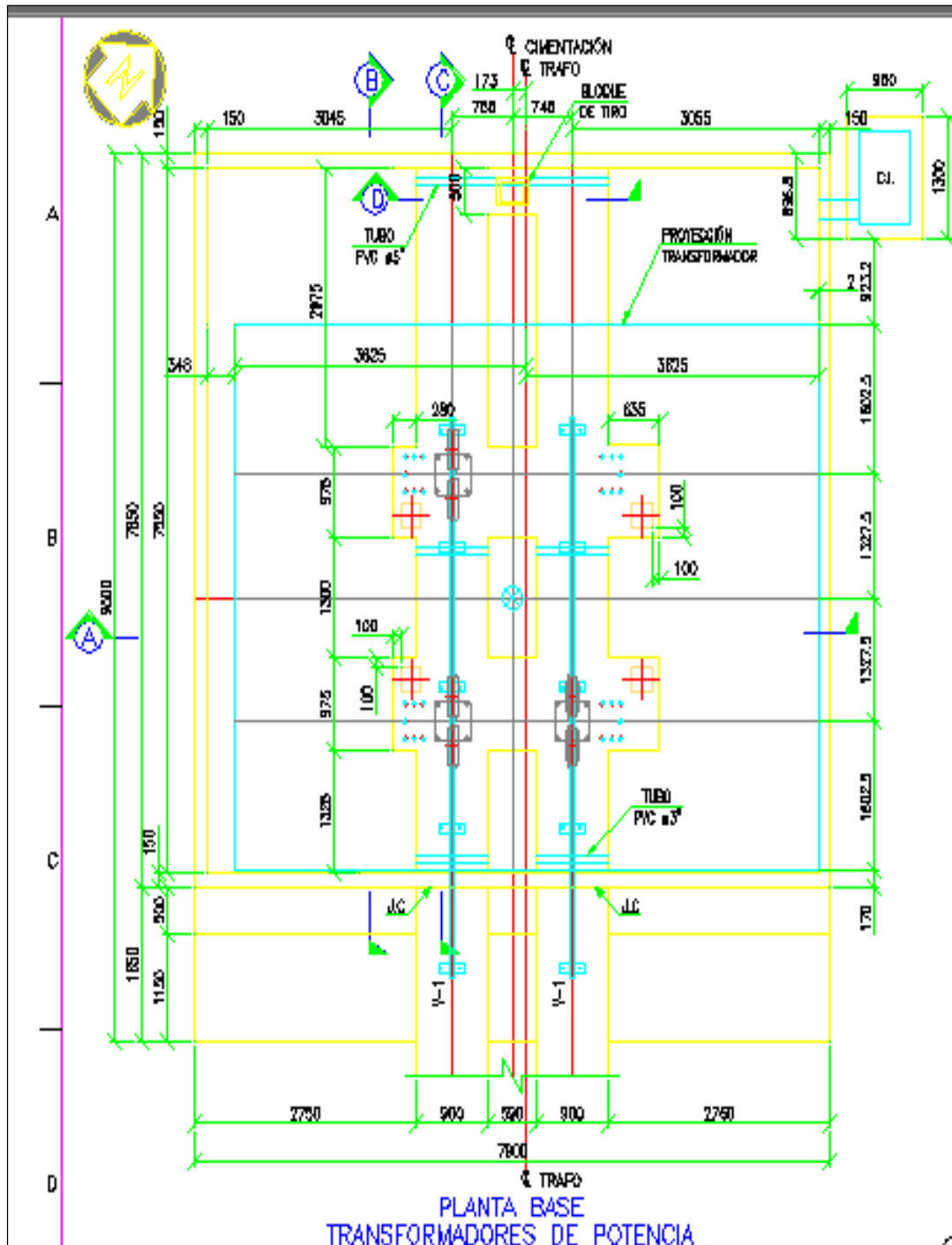
A partir del máximo momento se realiza el diseño de la viga de la carrilera para determinar la cuantía de acero requerida.

- Cimentación vía carrilera

La carrilera para el paso de los transformadores de potencia dentro de la subestación está conformada por una placa de concreto reforzado de sección transversal 1.0 m x 3.0 m, dilatada máximo cada 3.0 m (*Figura 2.22*). (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/MemDescriptiva*)

La carrilera estará conformada por tres etapas, la primera es una base en concreto ciclópeo, la segunda etapa en concreto reforzado y una tercera una losa superficial en concreto que soporta 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 2.22. CIMENTACIÓN DE LA CARRILERA



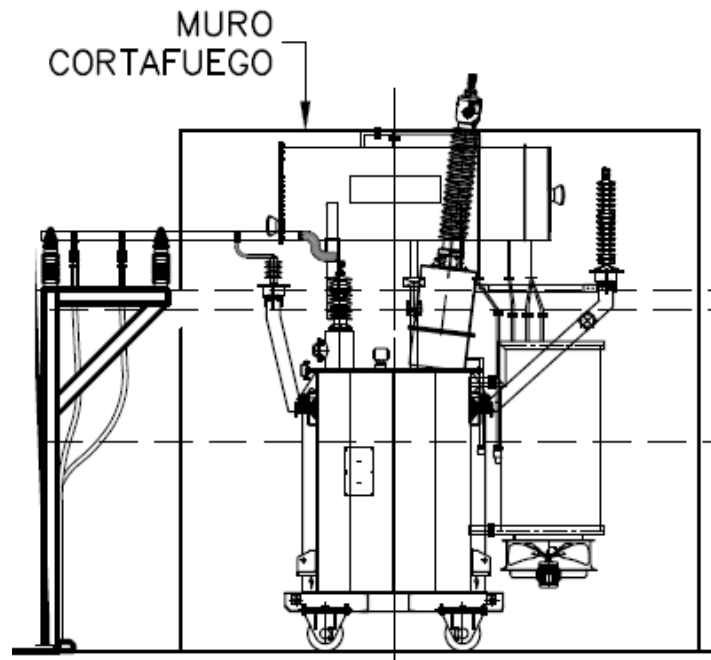
- Cimentación estructura soporte salida 11,4kV en Transformadores de Potencia

Se plantea como estructura de cimentación un pedestal en concreto reforzado  $f'c=21\text{ MPa}$  con dimensiones de 0.50 m x 0.50 m x 1.60 m, en cada uno estos pedestales se instalarán cuatro pernos de anclaje de diámetro de 1" y de 0.40 m de longitud, estos pedestales se apoyarán sobre una zapata en concreto reforzado  $f'c= 21\text{ MPa}$  con dimensiones de 2,60 m x 3,10 m x 0,30 m.

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

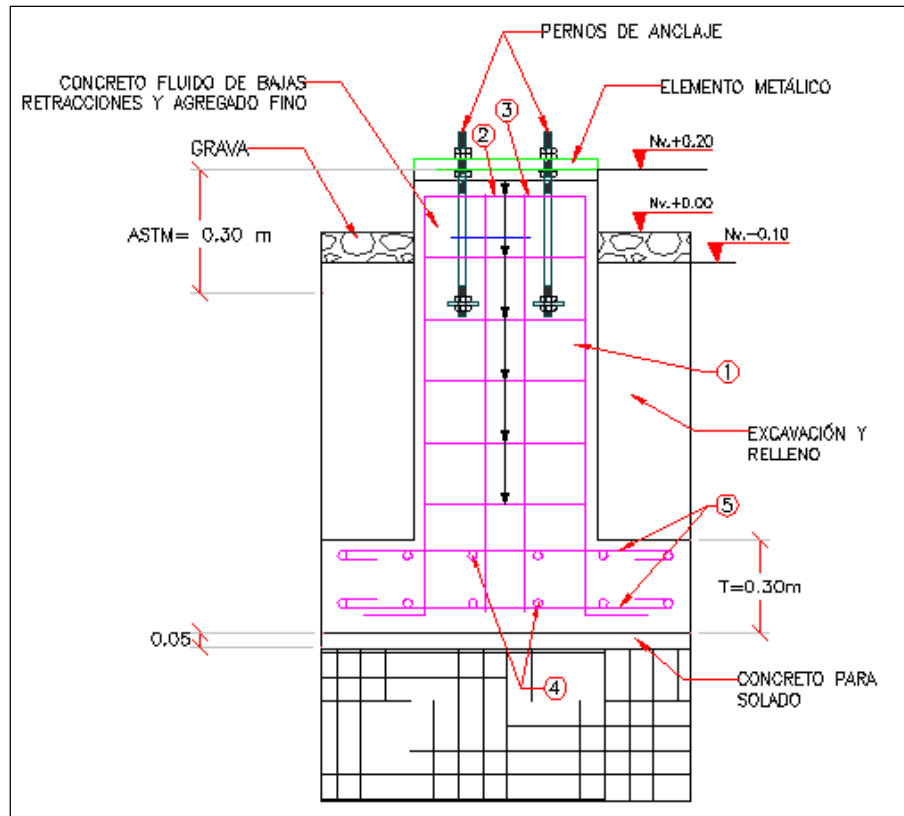
En la *Figura 2.23* se muestra la vista de montaje del soporte para salida de cables MT y en la *Figura 2.24* el detalle de la cimentación. (*Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/MemDescriptiva*)

**FIGURA 2.23. SOPORTE PARA SALIDA DE CABLES MT TRANSFORMADOR DE POTENCIA**



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

FIGURA 2.24. CIMENTACIÓN COLUMNA DE PÓRTICOS. VISTA EN CORTE



FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

- Construcción de obras civiles en general

Para el funcionamiento de la Subestación San José se requerirá la construcción de las siguientes obras civiles:

- Casa Subestación GIS.
- Casa de Media Tensión
- Cerramiento exterior
- Fundaciones para equipos
- Box Coulvert para canalización de cables de AT.
- Box Coulvert para canalización de cables MT salida Transformadores.
- Sistemas de alcantarillado pluvial y sanitario, independientes
- Sistema de canalizaciones: Cárcamos y canaletas para el paso de cables y conducciones eléctricas en general.
- Bordillos y cunetas
- Vías internas

- Sistema de abastecimiento de agua potable (cisterna y otros)
- Banco de ductos para cables circuitos de salida MT

- Cerramiento exterior

La Subestación San José se debe aislar y cerrar para evitar el ingreso de personas que no autorizadas y delimitar el predio mediante la construcción de un muro de cerramiento.

- Sistema de alcantarillado pluvial y sanitario

Las edificaciones que hacen parte de la subestación tendrán una red de tubería en PVC para el sistema pluvial y otro independiente para el sanitario con el fin de no contaminar las afluentes cercanas al proyecto.

Las aguas lluvias que se recojan de las edificaciones serán transportadas a cajas sumidero de inspección para luego ser evacuadas hacia el sistema de aguas lluvias de la red de alcantarillado público de la zona.

- Manejo de aguas residuales

El agua servida que se recoja del baño, será llevada por tuberías independientes a la red de alcantarillado de aguas negras de la red pública de la zona.

- Muro cortafuegos

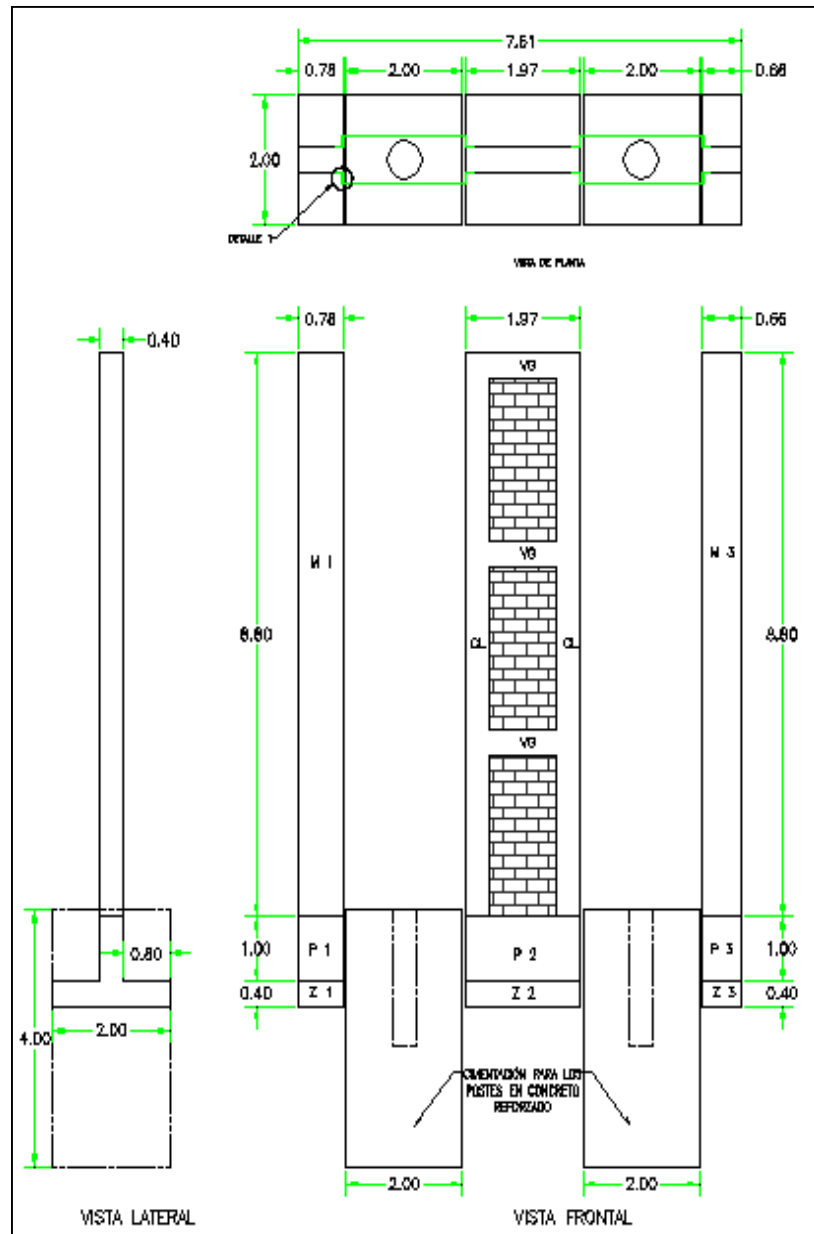
El muro cortafuegos es una estructura que permite controlar el fuego en caso de incendio aislando de manera adecuada los transformadores de potencia.

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

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



### FIGURA 2.25. MURO CORTAFUEGOS



PÁG. 48

- Manejo de aceite de los transformadores

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

Dentro del tanque se dispondrá de un sistema que separa el aceite del agua. El agua se conectará al sistema de alcantarillado previsto. Para el retiro del aceite que se almacena en el foso, se deberá disponer en su momento de un vehículo carrotanque apropiado.

► Montaje electromecánico

- Montaje de estructuras metálicas

El armado de las estructuras metálicas estará acorde a los planos proporcionados por el fabricante y la memoria de diseño. Se iniciará con el ordenamiento y clasificación de piezas para luego proceder con el armado de 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; sin que se permita la utilización de cuerdas metálicas, alambres desnudos o cadenas de acero que puedan dañar el galvanizado.

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

- Instalación de barras y accesorios

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

- Montaje de equipos

Esta etapa consiste en el montaje de todos los equipos y estructuras previstas, su cableado y conexión hasta la casa de la subestación GIS y la casa de media Tensión.

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

- Pruebas y 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 realizan sin energizar la subestación, utilizando los equipos y procedimientos normados para el efecto. Una vez que el resultado de las pruebas sea satisfactorio, se procede a la energización de la subestación.

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

- Pruebas Funcionales

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

- Pruebas de integración con Centro de Control CODENSA S.A. E.S.P.

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

- Pruebas de comunicaciones con el Centro de Control

El equipo concentrador y convertidor de comunicaciones que cumple la función de Gateway debe demostrar mediante pruebas de aceptación confiables.

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

- Prueba de estabilidad y confiabilidad.

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

- Filosofía general de las pruebas.

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

errónea. Las partes probadas con éxito no deben intervenir para evitar que se modifiquen inadvertidamente.

► Inspecciones

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

Las inspecciones se deben realizar a todas las obras civiles, al montaje de estructuras metálicas, al montaje de barras y equipos, al cableado y conexiones.

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

■ **Características de las Líneas de Transmisión 115 kV**

La Subestación San José 115/11,4 kV, se interconectará a la red de distribución, a través de modernizar las estructuras y nivel de voltaje de los circuitos Concordia y Veraguas. Dichos circuitos saldrán de la Subestación San José y llegarán al poste existente PE4205 localizado en la Av Calle 6ta con Carrera 24, el poste PE4205 es el punto de conexión con redes de alta tensión provenientes de las subestaciones Concordia y Veraguas.

Las líneas de transmisión de 115 kV que forman parte de la etapa inicial del proyecto tienen las características presentadas en la Tabla 2.8. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/InfoDetall)

**TABLA 2.8. CARACTERÍSTICAS LÍNEAS DE TRANSMISIÓN**

TRAMO	LONGITUD	TENSIÓN
San José - Veraguas	1 Km	115 kV
San José - Concordia	1 km	115 kV

FUENTE: CODENSA- GRUPO ENEL, 2019

Los circuitos Concordia y Veraguas, que conforman la línea de transmisión a 115 kV, básicamente se agrupan en un (1) sólo trazado, como se describe a continuación:

► LT San José Concordia Veraguas

La línea San José – Veraguas a 57.5kV se encuentra en circuito sencillo e inicia en la subestación de San José para conectar con el poste PE-4205 de la línea Concordia –Veraguas de doble circuito.

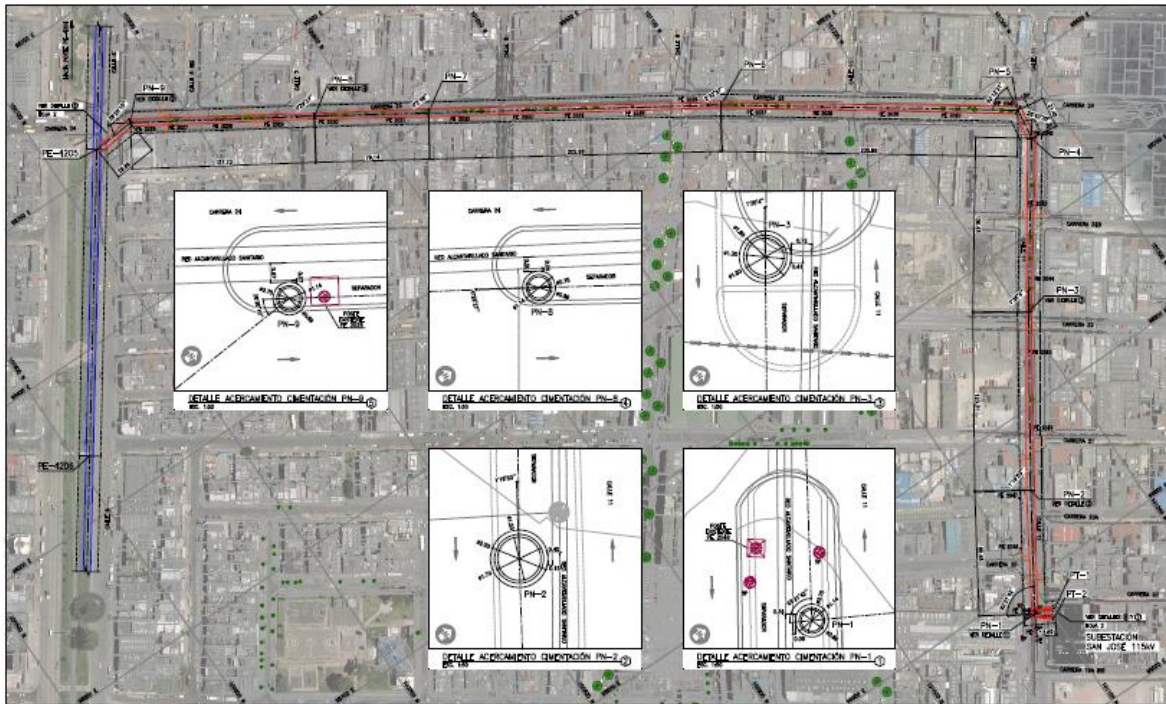
En la actualidad, CODENSA proyecta un repotenciación de la línea San José – Veraguas, la cual pasa a ser de doble circuito con una tensión a 115 kV.

Para realizar las modificaciones requeridas, se deben desmontar los postes existentes desde el P-2025 al P-2049 e instalar los nuevos postes en el alineamiento actual, y al igual que la línea existente ésta iniciará en la subestación San José y conectará con el poste PE-4205, seccionando un circuito de la línea Concordia – Veraguas quedando con la siguiente configuración Concordia – San José y San José – Veraguas.

Como criterios para el diseño de la línea se debe conservar la servidumbre actual, cumplir con las distancias de seguridad a los diferentes obstáculos físicos existentes como: construcciones, redes de servicio aéreos y redes de servicio subterráneos, lo cual deja el separador vial como única zona factible para la ubicación de los nuevos postes, sin embargo en diferentes zonas del separador hay presencia de servicios públicos, y árboles de mediano porte lo cual para algunos de los postes nuevos deben ser especiales con un diámetro menor a los normalizados.

En la Figura 2.26 se presenta el Trazado San José - Veraguas y San José – Concordia. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/InfoDetall)

FIGURA 2.26. TRAZADO LT SAN JOSÉ - CONCORDIA Y SAN JOSÉ - VERAGUAS 115 KV



FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA LÍNEAS DE TRANSMISIÓN SUBESTACIÓN SAN JOSÉ

- Adecuación estructural

Se instalarán postes tipo metálicos Autosoportados, tipo S1, R1, R4 normalizados por CODENSA de altura libre de 27m, postes especiales de altura libre de 23,70m, embebidos 3,30m con un diámetro en la base de 0,75 m denominados PE-27-SS y PE-27-RT, y un poste también especial de altura libre de 19,20 m, embebido 2,80 m con un diámetro en la base de 0,75 m denominado PE-22-RT.

- Montaje electromecánico

El montaje electromecánico consiste en el emplazamiento, izado y nivelación de las estructuras que soportarán los cables (conductores y de guardia), la riega y el tendido de cables, el tensionado y la regulación de cables.

Para el montaje electromecánico se utilizará el siguiente equipo

- Malacates para el armado e izado de los Postes y para el tendido y regulado de los cables.
- Plumas metálicas de aleación de aluminio para el montaje de los Postes.
- Equipo de tensión controlada (freno) que evite sobretensiones para la riega y tendido de los cables.



- Carro grúa para el acarreo de los carretes con los cables a los sitios escogidos como sitios de despacho de los cables (plazas de tendido).
- Gatos manuales con portabobinas para la manipulación de los carretes de cables.
- Herramientas manuales para asegurar cables (raches, agarradoras, llaves de copa y fijas, cizallas etc.)
- Estación total y nivel para la verificación de la nivelación de estructuras y control de catenarias de los cables.

#### ▪ **Trazado y características geométricas**

##### ► Líneas de transmisión

La remoción de la cobertura vegetal para efectos de cimentación en las líneas de transmisión, es puntual es decir se realiza solamente en los puntos de estructuras, se remueve en el sitio de emplazamiento de este.

##### ► Línea San José-Concordia-Veraguas

Esta línea va soportada sobre Postes normalizados doble circuito, en un número total de nueve (9) estructuras, se estiman remociones puntuales de cobertura vegetal de 30cm. de espesor en cada sitio, para un total de: 7,80 m<sup>3</sup> aproximadamente de descapote.

##### ► Taludes previstos en cortes y terraplenes

No aplica la localización de las estructuras no requiere que se hagan trabajos de cortes del terreno, se limita solamente a la excavación con posterior relleno.

#### ▪ **Construcción**

##### ► Zona de servidumbre

Debido a que las líneas de transmisión deben estar libres de obstáculos que interfieran en su correcto funcionamiento, en algunos casos cuando hay presencia de individuos arbóreos, debe hacerse una labor de despeje de zona de servidumbre, que consiste en podar o en caso extremo talar los individuos arbóreos que puedan interferir con la línea; las especies de alto porte como el Eucalipto y el Pino, deberán ser taladas, sin embargo en el área de influencia directa biótica del componente de flora no tiene actualmente estas especies en el inventario, mientras árboles de bajo porte sin interferencia con el funcionamiento de la línea, permanecerán en su sitio y en algunos casos se podarán garantizando una distancia mínima de 2 m. al cable inferior de la línea. Para este caso de la línea de transmisión, se ejecuta una poda cuando se requiere de los árboles más altos, no hay problemas de seguridad de los trabajadores con posibles tropezones con raíces o estacones

que puedan estar presentes porque existe acceso para los puntos de localización de los postes desde la vía o carrera 24.

En la etapa de construcción se siguen básicamente los siguientes pasos.

► Replanteo

Consiste en la materialización del corredor por donde se construirá la línea, identificando los sitios de estructuras, se ejecuta con equipo de topografía: estación total y niveles.

► Despeje de zona de servidumbre

Posterior al replanteo se lleva a cabo el despeje de zona de servidumbre, para permitir el desplazamiento seguro del personal que interviene en la construcción, para este caso no se realizará tal actividad teniendo en cuenta que no se requiere despeje de esta zona, porque el emplazamiento de los postes es en un separador vial, lo que permite el acceso seguro a las áreas de construcción.

► Marcación de sitios de estructuras

La actividad de marcación consiste en la localización y posicionamiento de cada una de las estructuras de la línea, se realiza mediante la utilización de equipo topográfico.

► Excavaciones e instalación de sistemas de Puesta a tierra

Las excavaciones se realizan para poder ubicar las estructuras de cimentación de los postes, consiste en remover el terreno hasta la profundidad indicada en los planos, ya sea manualmente o mediante el uso de retroexcavadoras, de acuerdo con las condiciones existentes localmente, simultáneamente dentro de las excavaciones, se ubican los electrodos y cables que constituyen los sistemas de puesta a tierra, cuyo fin es la protección de la línea de los rayos.

► Armado de aceros de refuerzo, encofrado y fundición de estructuras de concreto.

Posterior a la excavación se realiza la operación de armado de los aceros de refuerzo que se instalan dentro de las estructuras de concreto (cimentaciones), acto seguido se arma la formaleta con las medidas solicitadas de las estructuras de concreto.

► Armado de estructuras (Postes)

La labor de armado de las estructuras consiste en erigir los postes ensamblando sus partes sobre las cimentaciones previamente construidas.

Para el caso de los postes se ensamblan en sitio izando las partes hasta completar la totalidad del poste, apretando los pernos de ensamble hasta el torque especificado, en la operación de instalación de postes se utiliza: una grúa con brazo hidráulico extensible, eslingas de sujeción, manilas para direccionar la posición de las partes, llaves manuales para apretar pernos, diferenciales, poleas y herramienta menor como alicates, destornilladores, punzones entre otras.

► **Instalación de Poleas en estructuras**

Esta acción consiste en la instalación de poleas que sostendrán y guiarán los cables sobre los postes o torres, se ubican sobre los brazos de las estructuras con el fin de permitir el deslizamiento de los cables hasta su sitio de sujeción dependiendo el programa de tendido de cables, para esto se utilizan poleas, diferenciales, agarradoras para sujetar el cable, llaves de mano y herramientas menores.

► **Instalación de cables**

Una vez ubicadas las poleas se pasan los cables a través de estas, los cables se tensionan con la fuerza establecida en el diseño, se verifica el cumplimiento de las distancias del cable al suelo o posibles obstáculos (cruces de otras líneas, distancias con vías férreas etc.), en esta labor se utilizan: malacate cabrestante, freno con medidor de tensión, diferenciales, agarradoras para sujetar el cable, manilas, llaves de mano y herramientas menores.

■ **Resultados de los estudios de soporte**

Para calcular la resistencia de los suelos, se practicaron ensayos en los sitios de estructura de las líneas, determinando sus condiciones como tipo de suelo, capacidad portante y cohesividad.

Las perforaciones alcanzaron profundidades comprendidas entre 4,0 y 6,5 m bajo la superficie y sus resultados se complementaron con ensayos de veleta de corte de campo y ensayos de resistencia a la penetración estándar SPT. Se obtuvo buen número de muestras remoldeadas en todas las perforaciones para su clasificación visual y para efectuar en el laboratorio ensayos de clasificación, humedad, expansión y granulometría. En los estratos en que fue posible se obtuvieron muestras inalteradas en tubos Shelby, sobre las que se llevaron a cabo ensayos de consolidación, compresión inconfiada y clasificación.

Sobre las muestras remoldeadas también se efectuaron ensayos de PH, cloruros y sulfatos.

Para efectos de la escogencia de las cimentaciones, se clasificaron los suelos en rangos y de acuerdo con el tipo de suelo se determina la cimentación a utilizar.

En la Tabla 2.9 se establecen las capacidades utilizadas de acuerdo al rango en que se encuentre el resultado obtenido en los ensayos. (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/InfoDetall)

TABLA 2.9. CAPACIDAD DE SOPORTE

RANGOS ESCOGIDOS DE CAPACIDAD DE SOPORTE (T/M2)	CAPACIDAD DE SOPORTE DE DISEÑO (T/M2)	TIPO DE SUELO
$\geq 5$ y $< 10$	5	0
$\geq 10$ y $< 15$	10	1
$\geq 15$ y $< 20$	15	2
$\geq 20$ y $< 25$	20	3

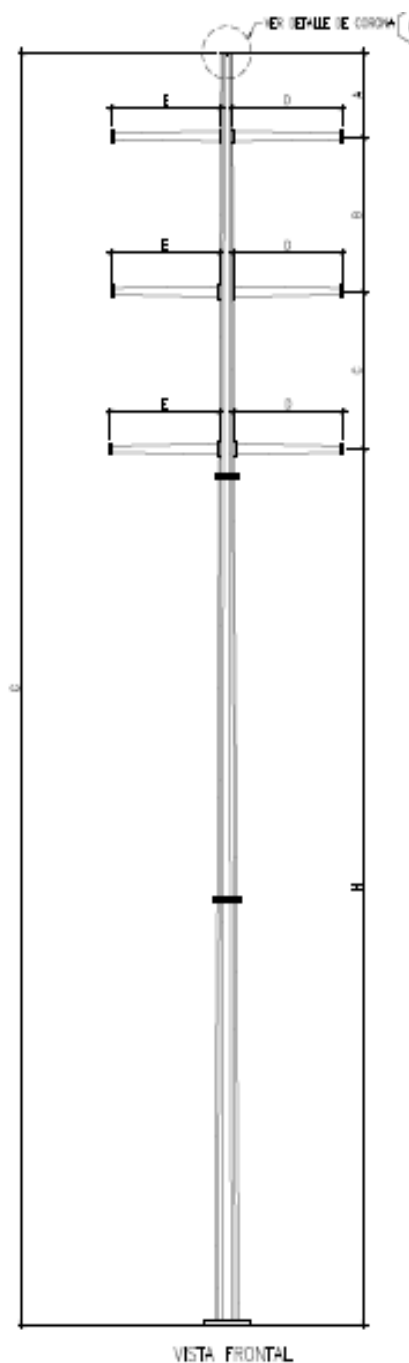
FUENTE: CODENSA – GRUPO ENEL, 2019

▪ **Descripción de los tipos de estructuras y los cables**

► Estructuras

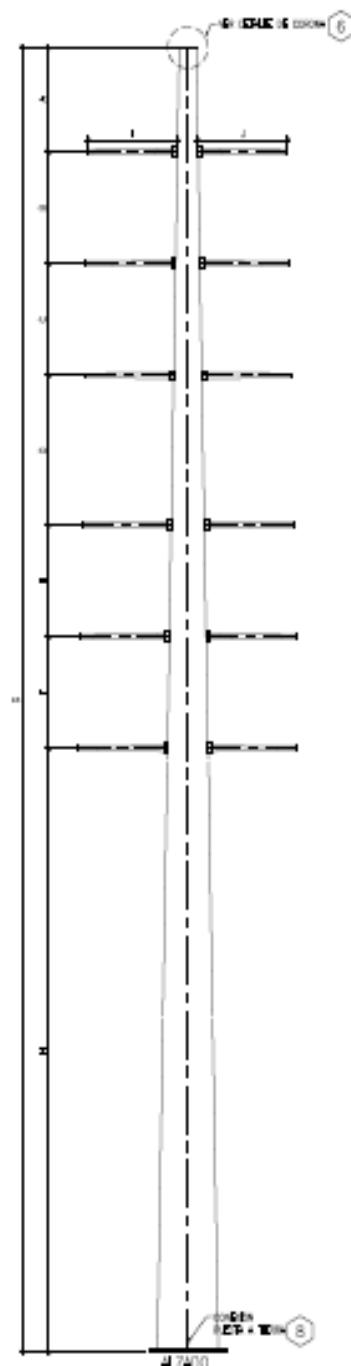
Los postes serán de tipo autosoportados es decir no se instalarán templetes para su apoyo, los cables se instalarán en los brazos laterales (Figura 2.27 y Figura 2.28). (Anexos/ AnexoG\_Asp\_Tecnicos/InfoDetall)

FIGURA 2.27. SILUETA PORTE DOBLE CIRCUITO



FUENTE: CODENSA – GRUPO ENEL, 2019

FIGURA 2.28. SILUETA POSTE CUATRO CIRCUITOS



FUENTE: CODENSA – GRUPO ENEL, 2019



► Cables

En cuanto a los cables, en la parte superior se instalará un cable de guarda tipo OPGW, con fibra óptica interior, el cable está compuesto por alambres de aluminio con un ducto interno tubular en aluminio donde se alojan los haces de fibra óptica, las características de los cables de guarda se muestran en la Tabla 2.15. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos)

**TABLA 2.10. CARACTERÍSTICAS CABLES**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN		UNIDAD	DESIGNACIÓN DEL CABLE DE GUARDA
1	Tipo de cable		-	<b>OPGW</b>
2	Material	Núcleo	-	Tubo de Aluminio PBT
3		Capas externas	-	Acero - Aluminio
4	Sección del conductor	Aluminio	mm <sup>2</sup>	-
		Total	mm <sup>2</sup>	113
5	Cableado hilos de Aluminio		#x diámetro (mm)	3x3,50
6	Cableado hilos de Acero		#x diámetro (mm)	6x3,50
7	Número de fibras / Norma		Cantidad	24/ITU-T G 652-D
8	Diámetro del conductor		mm	14
9	Resistencia en CC a 20°C		Ω/km	0,406
10	Peso lineal		kg/km	547
11	Carga de rotura mínima		kg-f	7994
12	Coeficiente de dilatación lineal		1/°C	15,7x10 <sup>-6</sup>
13	Módulo de elasticidad		kg-f/mm <sup>2</sup>	10826

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN – ENEL-CODENSA

Cada circuito de línea lleva tres (3) cables conductores, uno en cada brazo. En las estructuras de doble circuito van instalados seis (6) cables conductores, uno en cada brazo (tres a cada lado de las estructuras). El tipo de cable es aluminio AAAC 315, con las características incluidas en la Tabla 2.11. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos)

TABLA 2.11. CARACTERÍSTICAS CABLES

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DESIGNACIÓN (CÓDIGO IEC) DEL CONDUCTOR
			315
1	Material	-	Aleación de Aluminio 6201-T81
2	Sección del conductor	mm <sup>2</sup>	366
3	Número de alambres	-	37
4	Diámetro del conductor	mm	24.80
5	Diámetro de los alambres	mm	3.55
6	Resistencia en CC a 20°C, máx.	Ω/km	0.0916
7	Peso lineal	kg/km	1008.4
8	Carga de rotura mínima	Kg-f	11756
9	Coeficiente de dilatación lineal	1/°C	23x10 <sup>-6</sup>
10	Módulo de elasticidad	Kg/ mm <sup>2</sup>	6250
11	* Capacidad de corriente a 90°C	A	930

FUENTE: CRITERIOS DE DISEÑO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN – ENEL-CODENSA

#### ▪ Descripción de los métodos constructivos e instalaciones de apoyo

Para la construcción de las líneas, se ejecutan dos tipos de obras:

##### ► Obras Civiles

Son ejecutadas con mano de obra, para lo cual se utiliza personal calificado como son topógrafos, cadeneros, supervisores de obra, maestros y oficiales de obra civil que son del personal de planta de la empresa constructora, también se utiliza personal no calificado para ayudantes de obra y oficios varios que generalmente se contrata en la región donde se realizan las obras. Estas obras en gran porcentaje se ejecutan manualmente con ayuda de herramientas menores (palas, picas, barras de hierro, alicates, bichiroques, serruchos, martillos, almádanas etc.); sin embargo y donde es posible para las excavaciones se utiliza Retroexcavadora, en cuanto a la fabricación de estructuras de concreto en lo posible se utilizará concreto producido en plantas dedicadas al suministro de este material garantizando el cumplimiento de las normas técnicas y ambientales aplicables.

En los sitios que sea necesario mezclar el concreto por no existir un acceso adecuado para el vehículo suministrador de concreto, se adecua el lugar de depósito de agregados y cemento,

buscando no intervenir con material vegetal ni cuerpos hídricos, se provee de un sitio aledaño a las excavaciones abierto pero con techo que proteja de la lluvia y evite el desparrame de los materiales, la adecuación de este sitio se elabora con carpas portátiles, protegiendo el suelo con láminas de zinc y polietileno. Para la actividad de relleno, se utiliza el mismo material seleccionado proveniente de las excavaciones y/o demoliciones, apisonando con un apisonador provisto de motor a gasolina para garantizar la densidad necesaria en la cimentación.

► Obras electromecánicas

Posterior a la ejecución de las obras civiles, se procede al montaje de las estructuras (torres, torrecilas o postes) de soporte, consiste en armar las piezas que componen estas estructuras hasta completar su armado y paso seguido la instalación de los cables, para ello se dispone de personal especializado con certificación para estos trabajos y otro personal de apoyo que colabora en oficios como traslado de elementos, halado de manilas, alcance de herramientas y en general oficios que no requieren calificación especial (personal tipo ayudantes) que es empleado en la región.

En esta labor se utiliza un equipo de tensión (fuerza) controlada, compuesto por malacate cabrestante para halado de guayas y equipo de freno dotado con medidor de tensión, prensas hidráulicas portátiles, pulidoras y taladros además se utilizan las siguientes herramientas: gatos hidráulicos, porta bobinas, pluma para izaje, antenallas, poleas, diferenciales, raches, llaves fijas de varias medidas, martillos, almádanas, perros de sujeción, pernos rectos, pernos en U, dinamómetros, termómetros, equipo topográfico.

▪ **Estimativo de los volúmenes de descapote, relleno y excavación, especificados por obra tipo o actividad**

El estimativo de los volúmenes de demolición de las edificaciones existentes es la siguiente:  
(Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos)

**TABLA 2.12. VOLÚMENES DE DEMOLICIÓN DE LAS EDIFICACIONES EXISTENTES**

EDIFICACIÓN	(m3)
DEMOLICIÓN PLACA PATIO 115 kV	275
DEMOLICIÓN DE CASA CONTROL	82,6
DEMOLICIÓN DE MURO CERRAMIENTO	43,0
<b>TOTAL</b>	<b>400,5</b>

Se estima el volumen de excavación en 360m<sup>3</sup> correspondiente a la construcción de cimentaciones de transformadores, box coulvert, cárcamos y soporte de equipos y el volumen de rellenos con material de cantera para adecuación de terreno y adecuación en 450m<sup>3</sup>.

▪ **Fuentes factibles de obtención de materiales**

Los materiales serán suministrados por terceros, que posean título minero y licencia ambiental para la explotación del recurso natural. Las fuentes de obtención de materiales se relacionan en el capítulo 4 - Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

▪ **Ubicación sitios de disposición materiales sobrantes**

La ubicación de los sitios de disposición de materiales sobrantes se discrimina en el capítulo 4 – Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

▪ **Descripción de las fuentes de emisión atmosférica fijas o móviles**

Esta información se detalla en el capítulo 3 –Línea Base.

▪ **Descripción de las fuentes de emisión de ruido**

Esta información se detalla en el capítulo 3 – Línea Base

▪ **Requerimiento de uso, aprovechamiento y afectación de recursos naturales renovables por actividad y tecnologías para el aprovechamiento**

El requerimiento de uso, aprovechamiento y afectación de los recursos naturales se detalla en el capítulo 4 - Demanda, uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

▪ **Descripción de las condiciones específicas de diseño, tipo de materiales y manejo de contingencias de la zona de almacenamiento de insumos**

En cuanto a los materiales de las obras también se distinguen dos tipos: materiales para obras civiles y materiales para obra electromecánica. Para las obras civiles no es necesario tener instalaciones de almacenamiento dentro de los sitios de obra, ya que a medida que se van requiriendo se van llevando a los sitios para su uso inmediato, además se utilizan materiales que previamente han sido manufacturados para su uso, así en el caso del hierro, este se suministra a la medida y en cantidades exactas en cada sitio de estructura, el cemento se carga cuando sea necesario desde las instalaciones del constructor, quien generalmente alquila un predio tipo finca cercano a los sitios de obras como centro de acopio de materiales.

En lo que se refiere a la obra electromecánica, todos los materiales se acopian en las instalaciones de ENEL - CODENSA S.A. E.S.P. en Bogotá, de esta forma el constructor solamente dispondrá de estos, cuando los materiales vayan a ser instalados, lo que quiere decir que el constructor no necesita un gran almacén para mantener los materiales; también por la cercanía con centros urbanos, el personal que interviene en la ejecución de los trabajos se alojará en alguno de los centros urbanos cercanos.

Si se presentara alguna eventualidad ya sea de tipo natural o a causa de la intervención del personal de las obras, se procederá de acuerdo con la matriz de riesgos previamente establecida, identificando el entorno geográfico y determinando la ubicación de los centros de atención de emergencias (bomberos, centros de salud, hospitales, I.P.S., policía etc.) para así tener una respuesta pronta y acertada.

► Mantenimiento

El mantenimiento de las líneas de transmisión tiene como fin garantizar el suministro continuo de energía y como tal que la infraestructura funcione en forma óptima, lo que quiere decir para el caso es, mantener las estructuras y cables en condiciones óptimas de funcionamiento. Para lo cual se requiere estar monitoreando continuamente dicha infraestructura, así una vez se detecta algún defecto como por ejemplo desmantelamiento de las estructuras por vandalismo, se procede a sustituir las partes faltantes y así garantizar su funcionalidad también en caso de detectar elementos defectuosos en las estructuras o herrajes se sustituyen por elementos en perfecto estado. El mantenimiento además considera la programación periódica de jornadas de podas de especies que quedando bajo la línea afecten el funcionamiento por acercamiento a los cables conductores.

▪ **Actividades de desmantelamiento y restauración de las áreas intervenidas por la actividad**

Las obras civiles que se ejecutarán son puntualmente localizadas en los sitios de estructuras, de esta forma al terminar dichas obras se ejecuta la labor de recogida de desechos tales como mezcla de concreto, retazos de madera, desechos de plásticos que se dispondrán de manera acorde con las normas ambientales, desalojando el sitio intervenido para que se recupere naturalmente, en cuanto a la afectación por las obras electromecánicas, igualmente se hará limpieza del corredor intervenido cuidando no dejar materiales que puedan afectar el entorno natural.

2.2.3.2. Operación y Funcionamiento

*Descripción de las características técnicas de operación*

La operación de la Subestación San José está relacionada con el OR ENEL-CODENSA S.A ESP en la operación de los Sistemas de Transmisión Nacional (STR) y el sistema de Distribución Local (SDL), donde se tiene la responsabilidad de realizar las funciones establecidas en la Resolución CREG 080 de 1999. Dichas funciones son:

- Planeación operativa eléctrica de corto plazo.
- Supervisión operativa.
- Coordinación operativa.
- Control operativo.

Igualmente, se debe cumplir con los criterios establecidos por el código de operación (Resolución CREG 025 de 1995), acuerdos operativos, acuerdos CNO, Manual de Operación, Consignas Operativas, y demás procedimientos que rijan para garantizar la operación, supervisión y control de forma segura y confiable de dicho sistema al igual que la reglamentación vigente como la resolución CREG 070 de 1998 (Reglamento de Distribución), CREG 080 de 1999 (funciones de planeación, coordinación supervisión y Control entre el Centro Nacional de Despacho (CND) y los agentes del SIN) y todas aquellas que sustituyen o modifiquen apartes de éstas.

En la operación de la Subestación San José se tienen 4 niveles jerárquicos de operación. Son:

**Nivel cero (0):** Patio. Está ubicado en los equipos de maniobra "Equipos híbridos", así como en los gabinetes de ventiladores y cambiador de tomas bajo carga de los transformadores de potencia.

Para el control de ventiladores y el cambiador de tomas bajo carga de los transformadores de potencia, el nivel cero (0) será para consigna operativa, de mantenimiento y pruebas.

**Nivel uno (1):** El control en el nivel uno (1), se realizará con control Digital y estarán ubicadas en los tableros de control y protecciones de la subestación.

**Nivel dos (2):** Interfaz Hombre Maquina (IHM). Este nivel será creado mediante el software del fabricante y se ubica en la sala de control de la Subestación San José.

En La IHM no reside ningún enclavamiento, esta sólo realiza mando y el monitoreo de alarmas y eventos importantes de toda la subestación.



**Nivel tres (3):** Centro de Control. Desde este nivel tres (3) se opera la S/E desde el centro de control de CODENSA S.A ESP, a través de la red de comunicación.

▪ **Operación de protecciones**

El sistema de protecciones de la Subestación San José de ENEL - CODENSA S.A. ESP será de esquema principal-respaldo. La operación de los relés de protección principal y respaldo será independiente entre ellos.

El SDA debe interconectarse con las protecciones a través de sus puertos de comunicaciones de modo que sea posible tener acceso, desde la IHM, a su configuración, oscilogramas, registros de entradas, procesamiento de datos y alarmas. Las alarmas deben reportarse automáticamente al Centro de Control (nivel 3).

▪ **Operación de Subestación GIS (Gas Insulated Switchgear)**

La Subestación San José de 115 kV contará con tecnología encapsulada GIS, compactos, aislados en SF<sub>6</sub>; por lo tanto en dicho equipo se concentra los seccionadores, interruptores, transformadores de corriente, transformadores de tensión, los cuales tendrán los mandos y enclavamientos de los interruptores, seccionadores y cuchillas del tierra de este tipo de subestaciones así como la supervisión del estado de los diferentes componentes principales tanto en los niveles 0, 1, 2 y 3 donde muestre las posiciones de equipos, densidades de SF<sub>6</sub> en los diferentes compartimientos, estado de interruptores termomagnéticos, estado de resortes, etc.

▪ **Operación de protecciones en Líneas de Transmisión de 115 kV**

Las protecciones de las líneas de transmisión contarán con la protección de distancia con funciones de comparación direccional de tierra, disparo y recierre tripolar, verificación de sincronismo, sobretensión, supervisión de un circuito de disparo.

Igualmente, contará con la protección sobre corriente direccional de fases; con la unidad local de la protección diferencial de barras de 115 kV con funciones de falla de interruptor, disparo y bloqueo de cierre; un equipo de teleprotección el cual estará comunicado con un equipo de teleprotección instalado en el extremo opuesto.

▪ **Operación de protecciones del seccionamiento barras 115 kV**

Las protecciones del seccionamiento de barras incluyen para su operación relés de sobre corriente de fases y tierra con verificación de sincronismo y supervisión de un circuito de disparo; la unidad local de la protección diferencial de barras de 115 kV con funciones de falla de interruptor, disparo y

bloqueo de cierre, supervisión de un circuito de disparo. Además tendrá componentes tales como un juego de relés auxiliares que realizarán la función de respaldo.

▪ **Operación de protección para barras de 115 kV**

Protección destinada a garantizar la estabilidad y operación de los equipos asociados

En caso de presentarse defectos en la barra de la subestación encapsulada.

▪ **Operación de protecciones para transformador lado 115 kV**

Los transformadores de potencia estará operando con protecciones que contienen los siguientes componentes: Una protección diferencial con supervisión de un circuito de disparo; Una protección de sobre corriente de fases y tierra con supervisión de un circuito de disparo, función de sobre tensión, verificación de sincronismo y entradas para alarmas por fallas en los transformadores. (Para los devanados de baja); dos relés de disparo y bloqueo de cierre. (Uno para cada protección); unidad local de la protección diferencial de barras de 115 kV con funciones de falla de interruptor y bloqueo de cierre; un juego de relés auxiliares; un juego de borneras; un juego de borneras de prueba para tensión y corriente y un juego de interruptores automáticos bipolares para los circuitos de protección, control y fuentes.

▪ **Servicios auxiliares**

Los sistemas de servicios auxiliares en la Subestación San José son esenciales para lograr una operación confiable. Los servicios auxiliares se clasifican en corriente alterna y de corriente directa.

Los servicios auxiliares para el funcionamiento de la Subestación San José están diferenciadas en:

- Alimentaciones no esenciales (que pueden faltar por tiempos prolongados sin afectar el servicio)
- Alimentaciones esenciales (que no pueden faltar sin comprometer el servicio).

► **Servicios auxiliares de corriente alterna**

Los servicios auxiliares de corriente alterna alimentan cargas como:

- Motores para la operación de cambiadores de tomas bajo carga y ventiladores de transformadores.
- Tomas e iluminación de tableros y celdas, equipos de patio y gabinetes concentradores de patio.
- Cargadores de baterías para los servicios auxiliares de corriente continúa

► Servicios auxiliares de corriente continua

Los servicios auxiliares de corriente continua de la Subestación San José están conformados por dos cargadores de baterías, dos bancos de baterías y tablero de distribución el cual alimenta cargas como:

- Sistema de Control
- Sistema de protección
- Sistemas de comunicación
- Alumbrado de emergencia
- Motores de carga de resortes almacenadores de energía de los equipos híbridos.
- Sistema de señalización y alarmas.

► Reglas de Oro en la operación

Las Reglas de Oro siempre se deben aplicar por parte del personal que ejecute trabajos sobre elementos desenergizados (líneas, equipos y demás elementos del sistema eléctrico de potencia). Las “Reglas de Oro” se relacionan a continuación:

1. Verificar corte visible
2. Comprobar ausencia de tensión
3. Bloquear y enclavar el elemento de corte y/o de energización
4. Colocar las tierras comenzando por las más cercanas a la fuente normal de tensión
5. Colocar los carteles de aviso de trabajos en el elemento de corte.

#### 2.2.3.2.1. *Mantenimiento*

Entre las principales actividades de mantenimiento que se deben realizar durante la etapa de operación de la Subestación San José son las siguientes:

■ **Mantenimiento de las obras civiles**

Es necesario realizar la limpieza de la subestación en general, para evitar que se acumule basura, malezas y vegetación en forma desordenada. Se debe realizar el mantenimiento adecuado a la casa de mando, al cerramiento exterior, a los sistemas de drenaje, cunetas, bordillos y demás obras civiles, de forma que permanezcan siempre en condiciones óptimas de funcionamiento.

- **Mantenimiento de las estructuras metálicas**

Las estructuras metálicas serán revisadas para determinar que no exista oxidación en sus elementos, verificar su verticalidad y verificación del estado de galvanizado. En caso de fallas que se presenten en las estructuras, estas deben ser corregidas inmediatamente por el personal de mantenimiento, para precautelar la integridad y garantizar su vida útil.

- **Mantenimiento de aisladores**

Durante la etapa de mantenimiento se debe realizar la inspección visual del estado de los aisladores para prevenir los flameos inversos. Igualmente se deberá revisar el estado del galvanizado de las partes metálicas de los aisladores y de todos los herrajes. En caso de que se acumule polvo en los aisladores, estos serán sometidos a un proceso de limpieza o lavado, con lo que se evitará fallas y por consiguiente ayudará a mantener la continuidad del servicio.

- **Mantenimiento de equipos**

Los equipos a ser instalados requieren mantenimiento mínimo, mismo que debe ser efectuado de acuerdo con lo establecido en los manuales que proporciona el fabricante. Como mantenimiento de rutina, es necesario realizar limpieza de estos elementos y ajuste de los conectores para asegurar un buen contacto.

Existen dos grandes clasificaciones en la realización de los mantenimientos; uno es el mantenimiento preventivo y otro el mantenimiento correctivo. A continuación se describe cada uno de ellos para la Subestación San José:

- **Mantenimiento Preventivo**

Para que todos los equipos de la subestación eléctrica funcionen correctamente, se les debe realizar un mantenimiento preventivo. Este tipo de mantenimiento se realiza acorde a las políticas que tiene establecida ENEL - CODENSA S.A ESP., y de los manuales específicos entregados por los fabricantes de los equipos.

El mantenimiento preventivo se ocupa entre otros de realizar revisiones físicas, lubricación de partes mecánicas, ajuste de conexiones, algunas pruebas mecánicas, eléctricas y dieléctricas, limpieza a partes de equipos. Igualmente labores de limpieza a todas las estructuras tales como edificaciones, cárcamos, cunetas, y trampas de arenas. Todas estas actividades se deberán realizar por parte de los encargados con los equipos adecuados contra arco eléctrico, manteniendo las distancias de seguridad adecuadas ante el riesgo eléctrico y utilizando los elementos necesarios de protección personal.

El mantenimiento preventivo será una actividad periódica para evitar que ocurran fallas y antes de una avería de algún sistema. Se ejecuta sin la existencia de algún error en el sistema. Las características son las siguientes:

- Las actividades de mantenimiento preventivo se adelantarán en horas de productividad de la subestación.
- Se debe tener un programa en donde se especifiquen las actividades a realizar, la mano de obra y las herramientas a utilizar.
- El programa de mantenimiento preventivo tendrá unas fechas periódicas de ejecución aprobadas por los directivos.
- El mantenimiento cuenta con un presupuesto discriminado por actividades y estará anexo al programa general de mantenimiento.

#### ■ **Mantenimiento Correctivo**

Como resultado del mantenimiento preventivo pueden surgir reportes que indiquen que a futuro ocurrirán fallas inminentes de algún equipo, por lo cual se deben tomar acciones correctivas para evitar una falla de servicio.

El mantenimiento correctivo también debe aplicarse ante la ocurrencia de una falla grave en el que se deba reemplazar el equipo o corregir una avería de inmediato, en especial si hay pérdida de servicio de la energía eléctrica que se presta a la comunidad. Estos daños pueden ser causados por descuidos humanos, condiciones climáticas, desgaste de piezas, vandalismo o problemas de orden público.

El programa tendrá un manual de procedimiento el cual se deberá seguir paso a paso con el fin de solucionar la falla con el número de equipos y repuestos necesarios. Para la atención rápida de la emergencia se tiene provisto un espacio independiente para bodegas de repuestos y algunos equipos.

En el caso que ocurra una falla de servicio deberá haber comunicación con una cuadrilla de personal idóneo que atienda la avería en el menor tiempo disponible.

### 2.2.3.3. Infraestructura asociada al proyecto

#### ▪ **Casa para equipos tipo GIS**

La caseta para instalar los equipos que componen la GIS, tendrá un área aproximada de 96m<sup>2</sup> con una altura de 7,85m, la estructura principal se construirá en vigas y columnas de estructura metálica, para el cerramiento de la edificación se instalará mampostería y teja termoacústica.

El muro será de bloque de concreto estructural a la vista con una altura de aproximadamente 2,0m, abuzardado en la cara externa y con acabado (pañete y pintura) en el interior.

La teja a implementar será termoacústica de color blanco en la cara interna y azul en la externa.

Estos acabados no aplican sobre la fachada ubicada frente a los transformadores, ya que este cerramiento se realizará con un muro cortafuego, el que se llevará hasta el nivel de la canal de aguas lluvias.

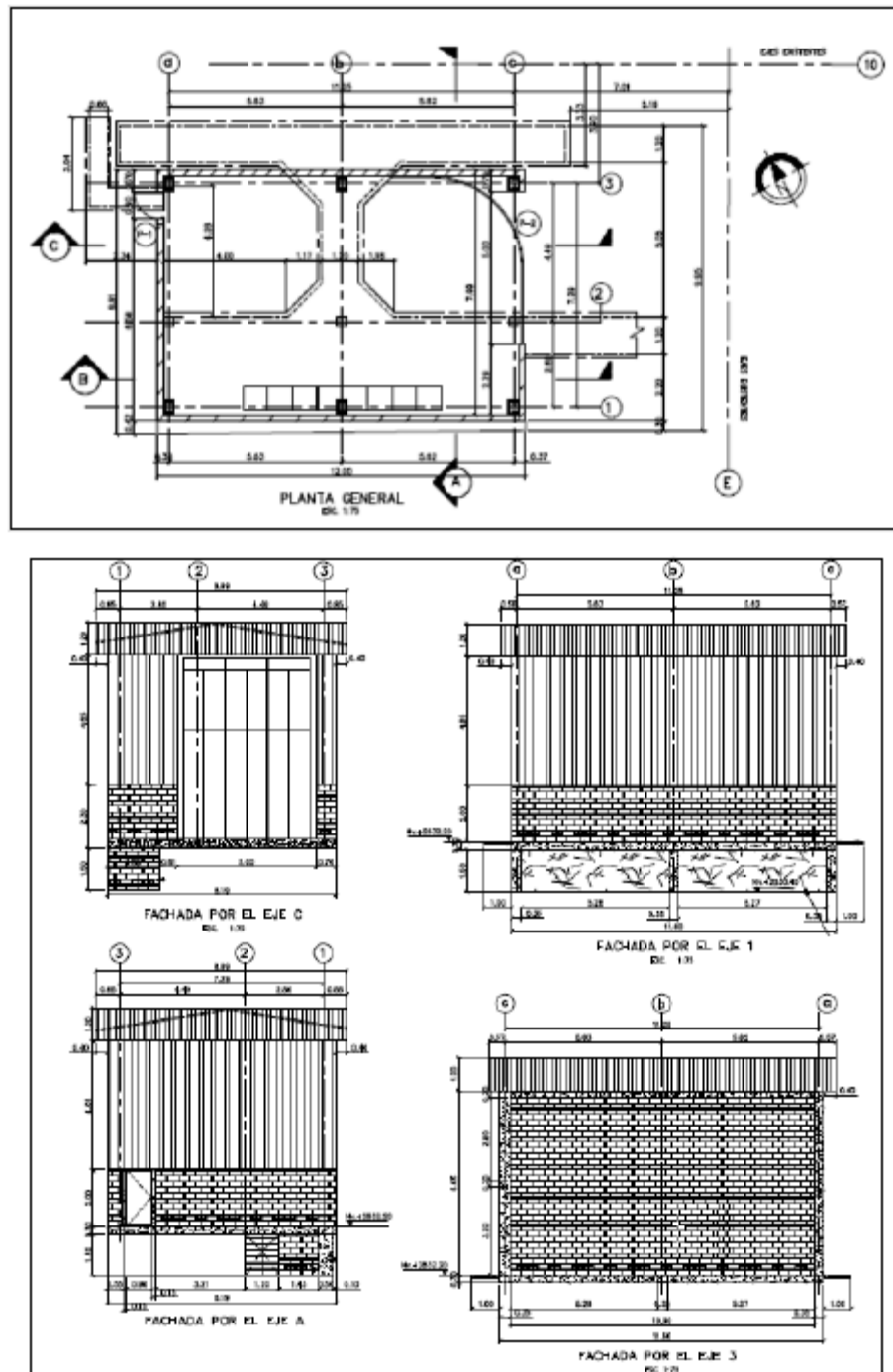
La cubierta será a dos aguas implementando teja termoacústica y perimetralmente se dispondrá de un antepecho de 1,20m a nivel de cubierta.

Para los accesos se construirán dos puertas metálicas con cerradura antipánico. Se instalará una puerta cortina de aproximadamente 5,0m de ancho y una altura de 6,65m.

Los pisos tendrán un acabado en concreto con endurecedor de piso.

A continuación, se presentan los esquemas generales de la caseta GIS: (Figura 2.29). (Anexos/AnexoG\_Asp\_Tecnicos/InfoDetall)

FIGURA 2.29. ESQUEMAS GENERALES DE LA CASETA GIS



FUENTE: CODENSA – GRUPO ENEL, 2019



- **Estructura para Caseta GIS**

La Caseta GIS estará conformada por un sistema estructural tipo pórtico capaz de asumir las sollicitaciones descritas en la NSR-10. Los pórticos serán en acero y estarán espaciados a lo largo aproximadamente cada 6,0m y transversalmente aprox. 4,50m.

La altura de la edificación será aproximadamente 7,85m, el cerramiento se hará en mampostería estructural.

La cubierta se conformará por una estructura en vigas metálicas de alma llena tipo IPE a dos aguas. En el área del sótano para los cables de potencia se vincularán las columnas mediante un muro de contención.

- **Cárcamos para la Caseta GIS**

Los Cárcamos de potencia tendrán un área transversal de aproximadamente 2m<sup>2</sup>, serán fabricados en concreto reforzado apoyándose sobre una superficie de subbase de 20cm.

En cuanto a los cárcamos de control, estos tendrán una sección transversal de 0,5m<sup>2</sup>. En la parte superior los cárcamos se cubrirán con tapas en concreto, fibra de vidrio o con lámina metálica Tipo alfajor.

- **Postes Terminales Llegada a la Caseta GIS**

Los postes de transición terminales serán localizados respetando las distancias de seguridad requeridas por el reglamento RETIE, frente a la llegada de la Línea de transmisión aérea por el costado de la Calle 11 entre carreras 19ABis y 20, frente a la SE San José.

En cada uno de estos postes terminales, se instalarán los soportes metálicos requeridos para la instalación de los pararrayos y terminales del cable a 115 kV.

#### 2.2.3.3.1. *Fuentes de energía y combustibles*

De acuerdo al tipo y cantidad de maquinaria para realizar el aprovisionamiento de materiales y las obras civiles y electromecánicas, a continuación se muestra el estimado de combustible consumido el cual se estima en 1082 Gal (Tabla 2.13).

TABLA 2.13. ESTIMADO DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO

MAQUINARIA	TIPO	CANTIDAD	GA.L/HORA	TIEMPO FUNCIONAMIENTO (HORAS)	CONSUMO TOTAL ( GAL)
Vibrocompactador	Compactador Vibratorio Ingersoll Rand SD100d lbn- 07A	1	1.26	80	100.8
Grúa	Telescópica 12mtrs /10 TON	1	0.5	120	60
Cargador	Caterpillar 428-E	1	1.28	40	51.2
Mini cargador	CAT 246C	1	0.3	80	24
Bulldózer	Caterpillar D6N XL	2	2.76	10	55.2
Vibrocompactador mono cíclico	Compactador Ingersoll Rand PT 140 <sup>a</sup> LAI 78A	1	1.46	80	116.8
Motoniveladora	Caterpillar 120H LAS -04A	1	1.6	100	160
Terminadora de asfalto	Finisher Blaw Knox PF 161 LBI-68A	1	1.83	40	73.2
Volquetas	Volqueta 9M3	3	0.7	210	441
<b>CONSUMO TOTAL:</b>					<b>1082,2</b>

FUENTE: INGENIERÍA BÁSICA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ – ENEL-CODENSA

#### 2.2.3.3.2. Fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, industrial y contingencia

El agua necesaria para el desarrollo del proyecto será suministrada por el acueducto y transportada en carrotanques, por otro lado el agua para los trabajadores será adquirida en empresas proveedoras de agua que cumplan con los requisitos para consumo humano.

El consumo de agua se relaciona en el numeral 2.2.5.2.1.

#### 2.2.3.4. Infraestructura y servicios interceptados por el proyecto

##### ▪ Subestación San José

De acuerdo al Sistema de información geográfico de la EAB, se encuentra instalado en el andén colindante de la subestación en la calle 11, carrera 19A y carrera 20 una red menor de acueducto de 4" y 6" del cual se suministra el servicio de agua a la zona residencial vecina a la subestación.

Una vez construida la subestación, se mantendrá la acometida del punto de agua para la subestación para actividades de operación de la subestación.

En los andenes de la carrera 19A y carrera 20 se encuentra la red domiciliaria de gas Natural el cual no se afectará por las obras civiles y electromecánicas de la subestación el cual es tenido en cuenta en los diseño de detalle. Figura 2.30

**FIGURA 2.30. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA SUBESTACIÓN**



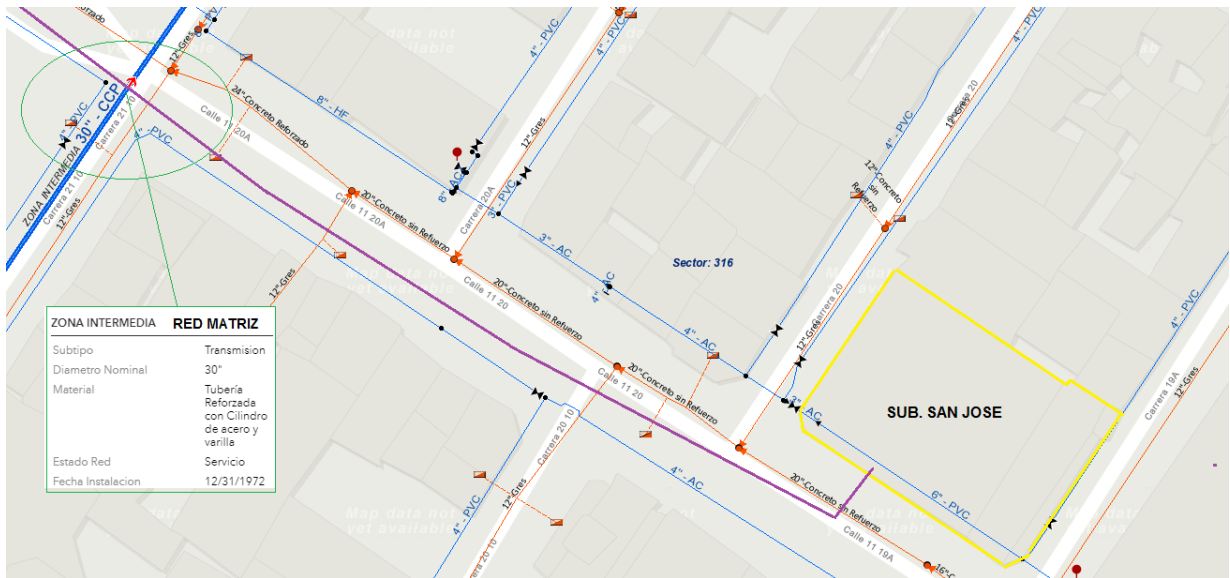
FUENTE: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE LA EAB

### ▪ Línea de Transmisión

De acuerdo al Sistema de información geográfico de la EAB, la línea de transmisión cruza por vía aérea la red matriz de acueducto en la carrera 21 con Calle 11, para lo cual se tendrá en cuenta en los diseños de detalle de la línea.

La cimentación del poste 9 que se ubicará a la entrada de la subestación, se construirá justo al lado de la red local (colector) del alcantarillado el cual está constituido por un tubo de 20" para lo cual el diseño de detalle garantizará la no afectación de esta infraestructura existente.

**FIGURA 2.31. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE SE ENCUENTRAN EN LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN**



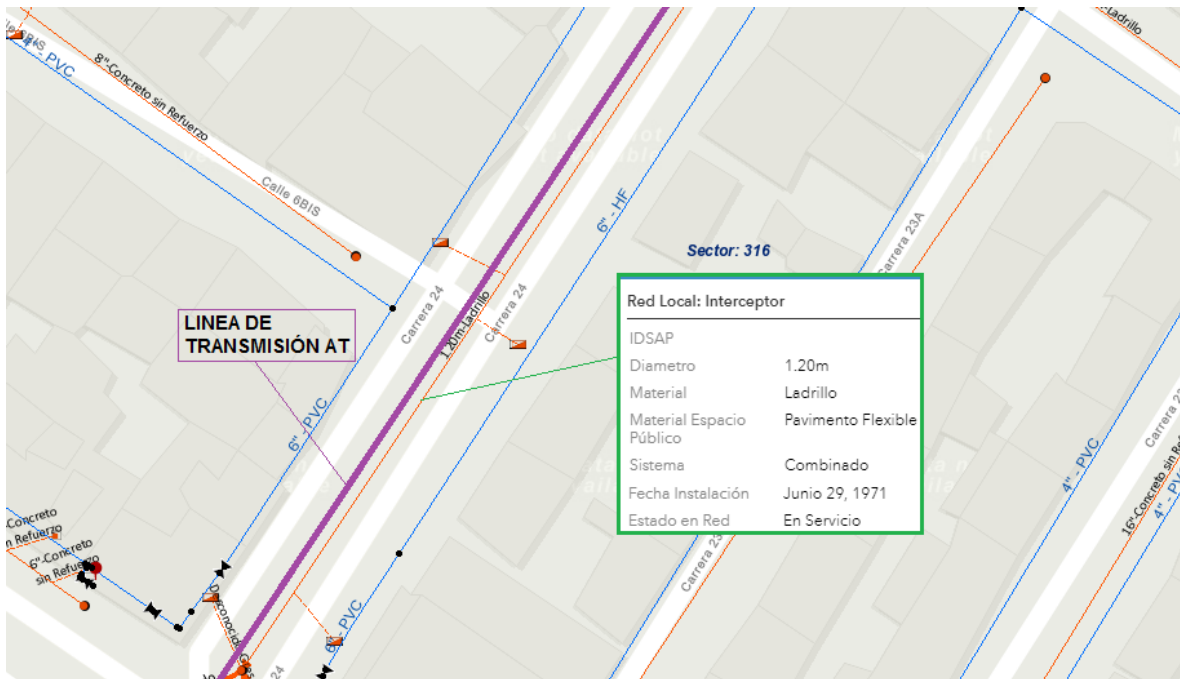
FUENTE: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE LA EAB

#### ■ Trazado de la Línea de Transmisión

De acuerdo al Sistema de información geográfico de la EAB, el trazado de la línea de transmisión sobre la carrera 24 muestra la tubería de 1,2m de diámetro el cual se tiene en cuenta en los diseños de detalle para que la cimentación de los postes construidos sobre esta avenida no afecten la infraestructura existente.

No se evidencia la existencia de otra infraestructura existente de servicios públicos para la Línea de Transmisión.

FIGURA 2.32. INFRAESTRUCTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS QUE SE ENCUENTRAN EN EL TRAZADO DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN



FUENTE: SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DE LA EAB

## 2.2.4. Insumos del proyecto

### 2.2.4.1. Estimativo de maquinaria, equipo y de la mano de obra requerida.

#### 2.2.4.1.1. *Maquinaria y equipo*

El equipo utilizado en la construcción será: equipo de topografía, vibrador de concreto, mezclador de concreto tipo trompo, bomba de agua, planta eléctrica, cortadora de concreto, martillo neumático, taladro y andamio. Además de la maquinaria y equipo se necesitará la herramienta menor como martillos, alicates, etc.

En la Tabla 2.14 se lista la maquinaria que será utilizado en la construcción de la Subestación San José 115/11,4 kV. (Anexos/AnexoG Asp Tecnicos)

**TABLA 2.14. LISTA DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ**

MAQUINARIA	CANTIDAD
Retroexcavadora	1
Vibro compactador	1
Grúa Telescópica 12Ton.	1
Camión Cama Baja	1
Cargador	1
Mini cargador	1
Bulldózer	1
Vibro compactador tipo rana	3
Vibro compactador mono cilíndrico	1
Terminadora de asfalto	1
Volquetas	3

FUENTE: CODENSA –GRUPO ENEL, 2019

En la *Tabla 2.15* se lista la maquinaria que será utilizado en la construcción de las líneas de transmisión.

**TABLA 2.15. LISTA DE MAQUINARIA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS LÍNEAS SAN JOSÉ 115 KV**

TIPO DE MAQUINARIA	CANTIDAD
Retroexcavadora	3
Martillo Neumático	3
Compresor de aire	1
Vibro compactador	3
Grúa	3
Cargador	3
Mini cargador	3
Cabrestante y freno regulador	3
Vibro compactador tipo rana	6
Malacates para montaje de Postes	6
Motobombas	9

TIPO DE MAQUINARIA	CANTIDAD
Volquetas	9

FUENTE: CODENSA –GRUPO ENEL, 2019

#### 2.2.4.1.2. Mano de obra requerida

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, el contratista debe abrir 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. El personal de la obra para la subestación eléctrica se estima en 86 personas distribuidas entre personal de obra civil, personal de montaje electromecánico, personal de apoyo HSEQ, personal de apoyo externo y personal especialista en montaje electromecánico. El detalle se muestra en la [Tabla 2.16](#).

**TABLA 2.16. PERSONAL REQUERIDO PARA LA EJECUCIÓN DE OBRAS EN SUBESTACIÓN**

ITEM	CARGO	CANT.	TIPO	OBSERVACIONES
1	Ingeniero director de Proyecto	1	Personal de dirección	Personal Permanente
2	Ingeniero gestor Contrato	1	Personal de dirección	Personal Permanente
3	Ingeniero Residente Montaje Electromecánico	1	Personal de dirección	Personal Permanente
4	Ingeniero Residente Obra Civil	1	Personal de dirección	Personal Permanente
5	Ingeniero auxiliar	1	Personal de dirección	Personal Permanente
6	Encargado Sistema Gestión Integral HSEQ	1	Personal de apoyo	Personal Permanente
7	Preventivista Salud y seguridad ocupacional	2	Personal de apoyo	Personal Permanente
8	Ingeniero Especialista en Protecciones Eléctricas	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas y puesta en servicio
9	Ingeniero Especialista en Comunicaciones	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas y puesta en servicio
10	Supervisor de Montaje Electromecánico	1	Personal Operativo	Personal Permanente
11	Supervisor Control y protecciones	1	Personal Operativo	Personal Permanente



ITEM	CARGO	CANT.	TIPO	OBSERVACIONES
12	Supervisor de Obra civil (capataz)	2	Personal Operativo	Personal Permanente
13	Maestro de obra civil	4	Personal Operativo	Personal Permanente
14	Oficiales Obra civil	8	Personal Operativo	Personal Permanente
15	Oficiales Linieros	4	Personal Operativo	Personal Permanente
16	Ayudantes rasos (obra Civil)	15	Personal Operativo	Personal Permanente
17	Técnico montaje Electromecánico	7	Personal Operativo	Personal Permanente
18	Técnico Conexionista tableros de control y protecciones	5	Personal Operativo	Personal Permanente
19	Ayudante de Montaje electromecánico	5	Personal Operativo	Personal Permanente
20	Operador de Maquinaria Obra civil	2	Personal Operativo	Personal Permanente
21	Operador de Maquinaria y vehículos de carga Obra civil	4	Personal Operativo	Personal Permanente
22	Conductor	4	Personal Operativo	Personal Permanente
23	Personal de apoyo Externo – Fabricante de Transformadores	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
24	Personal de apoyo Externo – Fabricante equipos de Potencia	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
25	Personal de apoyo Externo – Equipos de control y Protección	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
26	Personal de apoyo Externo – Comunicaciones	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
27	Personal de apoyo Externo – Certificación RETIE	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
28	Personal de apoyo Externo – Interventoría	2	Personal de apoyo	Personal presente en etapa de pruebas de equipo y puesta en servicio
<b>CANTIDAD TOTAL</b>		<b>86</b>		

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

Para la ejecución de la construcción de las líneas intervienen varios tipos de personal, dependiendo de los roles a cumplir; normalmente se requieren los siguientes tipos de perfiles:

- Personal de dirección constituido por ingenieros civiles y/o eléctricos con experiencia en este tipo de obras.
- Personal de apoyo constituido por técnicos o tecnólogos en seguridad industrial y administración.
- Personal operativo constituido por Capataces, oficiales linieros, oficiales de obra civil, obreros de construcción y ayudantes rasos.

## **2.2.5. Requerimiento de uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales**

### **▪ Subestación San José 115/11,4 kV**

Para la construcción de la Subestación San José no se requiere talar árboles.

En cuanto a uso de material, para la construcción de las cimentaciones de las estructuras se requiere el uso de material de cantera y materiales para concretos que el constructor deberá adquirir en los sitios autorizados.

El agua para la construcción será suministrada por el Constructor por medio de carotanes y empresas proveedoras.

El agua para consumo humano y para la operación de la subestación será obtenida de la red de acueducto de la EAB ESP.

### **▪ Líneas de transmisión**

En la construcción de las líneas se utilizarán materiales adquiridos ya manufacturados para su uso directo, tal es el caso de los aceros de refuerzo y materiales para concretos que el constructor deberá adquirir en los sitios autorizados con las debidas autorizaciones y licencias emitidas de conformidad por la autoridad ambiental.

En cuanto al agua para la construcción, será obtenida por el Constructor por medio de carotanes y empresas proveedoras, esta se transportará a los sitios por medio de carotanes y en cuanto al agua para consumo de los trabajadores se adquirirá a empresas proveedoras de agua que cumplan con los requisitos para consumo humano.

#### 2.2.5.1. Obras y/o drenajes afectados

Para evacuar las aguas lluvias de la subestación, se construirá una red de cunetas que transportaran el agua hasta una caja con trampa de arenas. El terraplén conformado para la subestación tendrá en las estructuras pendientes a dichas cunetas para evitar encharcamientos en las bases de los equipos y en la vía.

En el tiempo en que se construirá la subestación se utilizarán baños portátiles de empresas reconocidas y comprometidas con el medio ambiente para no afectar los drenajes circundantes al predio.

Para el caso de eventuales fugas de aceite que puedan tener los transformadores del patio de 115 kV, se construirán fosos con capacidad de almacenar el volumen total del transformador y evitan que se mezclen con aguas residuales que estén en las estructuras hidráulicas.

#### 2.2.5.2. Insumos requeridos

Para la etapa de construcción del proyecto se requiere el acceso a los siguientes servicios:

##### 2.2.5.2.1. *Agua*

Durante la etapa constructiva de la subestación y líneas de transmisión, este recurso será suministrado en carro tanques, para el consumo del personal se comprarán botellones a empresas reconocidas.

El abastecimiento de agua en la etapa de construcción y operación de la subestación y líneas de transmisión no contempla la captación del recurso en fuentes naturales o subterráneas.

#### ▪ **Subestación**

Para determinar el volumen de agua requerido por el personal para consumo humano en la construcción, se consideran 86 personas en obra, entre mano de obra calificada y no calificada, en los cuales una persona consume un promedio de 2 litros, es decir que se consumen 172 litros por día y 63 m<sup>3</sup> durante toda la obra teniendo en cuenta que el tiempo de construcción de la subestación se estima de un año. De acuerdo con estos datos se obtiene el volumen de agua requerido por la subestación y se presenta en la Tabla 2.17. (Anexos/AnexoG Asp\_Tecnicos/InfoDetall)

El cálculo desarrollado para obtener el volumen de agua que será utilizado en la construcción de la subestación está basado en el volumen de agua que se debe utilizar para la conformación y adecuación del terreno (12 m<sup>3</sup>) y para la elaboración de morteros y concretos (160 m<sup>3</sup>).

El agua para aseo general en la etapa de construcción será la utilizada para baños y limpieza de las instalaciones. El cálculo se basa en el número de personas que intervienen en la obra, asumiendo que en las diferentes etapas de construcción se encuentran 40 personas permanentemente, y asumiendo una dotación de 43 L/persona/día<sup>3</sup>, se necesitaría 1.720 L/día y 619 m<sup>3</sup> en la totalidad del tiempo de la obra que se considera un año.

El consumo de agua potable por el personal se asume en 1,5 litros de agua para un promedio de 40 personas que permanecen en la subestación, es decir 21,6 m<sup>3</sup> en la totalidad del tiempo de obra del proyecto.

Para la operación de la subestación se estima en promedio para el personal de operación el consumo de 7 litros de agua por día para servicios generales y de aseo.

**TABLA 2.17. CONSUMO DE AGUA PARA LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ EN EL PATIO DE 115 KV**

NECESIDADES DE AGUA	FUENTE	VOLUMEN DE AGUA
Agua utilizada en toda construcción de la subestación	Compra de agua por carro tanque	172 m <sup>3</sup>
Agua para el consumo del personal en la construcción de la subestación	Compra de agua por botellones	21,6 m <sup>3</sup>
Agua para aseo general en la etapa de construcción	Red de acueducto de Gachancipá	619 m <sup>3</sup> en un año de construcción
Agua utilizada en la operación de la subestación	Compra de agua por botellones	0,007 m <sup>3</sup> por día

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

#### ▪ Líneas de transmisión

Durante la etapa construcción de las líneas de transmisión, el suministro de agua potable se realizará en botellones que estarán dispuestos en puntos cercanos a los sitios de trabajo. Se ha estimado una cantidad total de 121,78 m<sup>3</sup> de agua para consumo humano durante el tiempo de ejecución de las obras.

<sup>3</sup> Este dato corresponde a los valores de dotación para uso sanitario, aseo, consumo y lavado de manos establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico –CRA- S.F.

En cuanto al agua necesaria para las mezclas de concreto y humectación de suelos a compactar, se hará uso de aquella suministrada por el acueducto del municipio y transportada en carrotanques, hasta un punto cercano a los frentes de trabajo de fácil acceso.

Teniendo en cuenta que para la preparación de un metro cúbico de concreto de 3000 psi se necesitan 192 litros de agua y para un metro cúbico de concreto de 2000 psi 154 litros de agua. A continuación, se relacionan las cantidades de agua necesarias para los tres trazados y el ramal.

► San José-Concordia-Veraguas

Las cantidades de agua requeridas para la construcción del trazado San José-Concordia-Veraguas, se detallan en la Tabla 2.18. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/InfoDetall)

**TABLA 2.18. CANTIDADES DE AGUA REQUERIDAS TRAZADO SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS**

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Recurso	Un	Cantidad	Recurso	Un	Cantidad
Agua	m <sup>3</sup>	36,99	Agua	m <sup>3</sup>	4,58

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

2.2.5.2.2. *Electricidad*

Durante la etapa de construcción, se emplea el suministro de energía eléctrica de la red local de media tensión mediante una instalación provisional con un centro de transformación de 75kVA (Tabla 2.19. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/InfoDetall))

El consumo promedio de electricidad durante la etapa de construcción es de 6.1KWh en horario laboral diurno, mientras que en horario nocturno por efecto de iluminación se tiene un consumo de 1,6kwh.

En la etapa de montaje de Transformadores de potencia, en las actividades de tratamiento de aceite se estima un consumo de 41,17KWh.

TABLA 2.19. CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

CARGA	CONSUMO
CARGA OFICINAS (W):	840
ILUMINACIÓN Y TOMAS (W)	1600
CARGA MOTORES DE MÁQUINAS (W):	2238
CARGAS TALADROS Y OTROS (W):	1500
CARGA MÁQUINA DE FILTRADO PARA TRATAMIENTO ACEITE 5000Lh, 35KW	35000
POTENCIA TOTAL: (W)	41178
CARGA TOTAL: (A)	114,43
POTENCIA DE TRANSFORMADOR AUXILIARES PROVISIONAL 11,4/0,208kV (kVA)	41178

FUENTE: ENEL-CODENSA

#### 2.2.5.2.3. Concreto

##### ▪ Subestación

En la construcción de la subestación se utilizará concreto para las diferentes edificaciones. Este insumo será adquirido por empresas reconocidas que a través de vehículos especializados llevan el concreto de la resistencia deseada hasta el sitio de obra de la Subestación San José. El volumen de concreto estimado para la construcción de la subestación en el patio de 115 kV es de 803 m<sup>3</sup>. La construcción de todos los edificios que hacen parte de la subestación serán aportados en concreto; es decir que la estructura estará compuesta por vigas y columnas soportadas sobre una cimentación que también será construida con concreto.

A continuación se encuentra el volumen de concreto en metros cúbicos para cada edificación en la Tabla 2.20. (Anexos/AnexoG Asp. Técnicos/InfoDetall)

**TABLA 2.20. CANTIDAD DE CONCRETO UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ**

OBRAS	UNIDAD	VOLUMEN
Casa de control	m <sup>3</sup>	109
Casa de la GIS	m <sup>3</sup>	165
Vía interna, pavimento rígido	m <sup>3</sup>	348
Estructuras hidráulicas	m <sup>3</sup>	69
Cimentación de equipos	m <sup>3</sup>	112
TOTAL	m <sup>3</sup>	803

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

#### ▪ Líneas de transmisión

A continuación se relacionan las cantidades de concreto requerido para los trazados definidos.

##### ► San José-Concordia-Veraguas

Las cantidades concreto requeridas para la construcción del trazado San José-Concordia-Veraguas se detalla en la Tabla 2.21. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos/InfoDetall)

**TABLA 2.21. CANTIDADES DE OBRAS CIVILES PARA LA LÍNEA SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Concreto de 210 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	115,35
Concreto pobre 140 Kg/ cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	10.05

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

#### 2.2.5.2.4. Material de cantera

#### ▪ Subestación

Este material será utilizado para realizar la adecuación del terreno. El volumen de este material y sus denominaciones se listan en la Tabla 2.22. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos)



**TABLA 2.22. CANTIDAD DE MATERIAL DE CANTERA UTILIZADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA SUBESTACIÓN SAN JOSÉ.**

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Grava	m <sup>3</sup>	3671
Relleno seleccionado	m <sup>3</sup>	5021
Arena de peña	m <sup>3</sup>	336
Material de relleno	m <sup>3</sup>	41151

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

### ▪ Líneas de transmisión

Teniendo en cuenta que para la preparación de un metro cúbico de concreto de 3000 psi se necesitan 320 kg de cemento, 0,86 m<sup>3</sup> de arena y 0.57 m<sup>3</sup> de Grava y para un metro cúbico de concreto de 2000 psi 220 kg de cemento, 0,87 m<sup>3</sup> de arena y 0.58 m<sup>3</sup> de Grava, a continuación se relacionan las cantidades de materiales de obra requeridos para los trazados definidos.

#### ► San José-Concordia-Veraguas

Las cantidades de materiales de obra requeridas para la construcción del trazado San José-Concordia-Veraguas se detallan en la Tabla 2.23. (Anexos/AnexoG Asp. Tecnicos)

**TABLA 2.23. CANTIDADES MATERIALES DE OBRA REQUERIDOS TRAZADO SAN JOSÉ-CONCORDIA-VERAGUAS**

Concreto 3000 psi			Concreto 2000 psi		
Material	Unidad	Cantidad	Material	Unidad	Cantidad
Cemento	kg	36912,00	Cemento	kg	2310,00
Arena	m <sup>3</sup>	99,20	Arena	m <sup>3</sup>	9,14
Grava	m <sup>3</sup>	65,75	Grava	m <sup>3</sup>	6,09

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

### 2.2.5.2.5. Madera

En la construcción de la subestación se utilizarán tablas de maderas para la actividad de cimentación y estructura, en las cuales se usarán formaletas de madera para el vaciado de concreto. Esta madera es para tableros en aglomerado y tablas que serán reutilizados cuando se cumplan los tiempos de endurecimiento del concreto, aproximadamente se pueden utilizar 100 m<sup>2</sup> en tableros y 100 m<sup>2</sup> en tablas.

Otra actividad en la que se utiliza madera es para entibar las excavaciones en la construcción de ductos, esta madera se reutiliza a medida que se avanza en la zanja. En esta actividad se puede trabajar con 50 m lineales de tablas.

En *Tabla 2.24 (Anexos/AnexoG Asp. Técnicos)* se presentan los principales insumos y procedencia que se requerirán para la construcción

**TABLA 2.24. INSUMOS A UTILIZAR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN Y PROCEDENCIA.**

INSUMO	PROCEDENCIA
Acero de refuerzo estructuras de concreto	Empresas de suministro legalmente constituidas y legalizadas
Formaletas Metálicas para vaciado de concreto	Propiedad del constructor
Material de Cantera	Empresas de suministro legalmente constituidas y legalizadas
Cemento	Empresas de suministro legalmente constituidas y legalizadas
Agua	Red de acueducto de los municipios aledaños, suministro por medio de carro tanques
Combustibles y lubricantes para vehículos y maquinaria	Empresas de suministro legalmente constituidas y legalizadas
Agua para hidratación del personal	Empresas comercializadoras proveedoras de agua para consumo humano legalmente constituidas y legalizadas
Madera para formaletas	Empresas de suministro legalmente constituidas y legalizadas

FUENTE: DISEÑOS BÁSICOS DE SUBESTACIONES – ENEL-CODENSA

## 2.2.6. Manejo y disposición de materiales sobrantes de excavación y de construcción, demoliciones

La disposición de materiales sobrantes se hará en los sitios debidamente autorizados por la autoridad ambiental, para lo cual el constructor deberá ejecutar el acarreo desde el sitio de construcción hasta el sitio de disposición final. Los materiales sobrantes o de desecho, se trasladarán hacia sitios de disposición autorizados.

## 2.2.7. Residuos peligrosos y no peligrosos

### 2.2.7.1. Disposición final de residuos generados

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

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

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

La disposición final de residuos generados en las diferentes etapas se realizará en sitios autorizados.

Para el manejo de los residuos peligrosos (RAEE, residuos contaminados con combustibles etc..) en las actividades de construcción y operación de la subestación y líneas de transmisión, se tiene en cuenta lo estipulado en el Decreto 4741 del 30 de Diciembre de 2005, expedido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por medio del cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral y el documento corporativo “Gestión de residuos de CODENSA S.A. E.S.P.”.

La información de la disposición final de residuos generados se detalla en el capítulo 4 – Demanda, uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales).

### 2.2.7.2. Disposición final

Se deberá separar el material apto para rellenos y verificar si tiene las especificaciones para utilizarlo en el terraplén. El resto de material, en especial los suelos orgánicos y las arcillas de alta plasticidad, será desechado. Los materiales sobrantes o de desecho se trasladarán hacia sitios de disposición autorizados (ver escombreras autorizadas en el Capítulo 4- Demanda, uso y aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales). El material sobrante está conformado en gran parte por el

descapote inicial que se realiza al área que ocupará el terraplén el cual corresponde a la primera capa de material orgánico de un promedio de 30 centímetros, lo cual da un volumen de 11.059 m<sup>3</sup>. El material de escombros se estima en 20 m<sup>3</sup> que corresponde a sobrantes de material de construcción y empaques de equipos y materiales.

Se resalta que para el manejo adecuado de los residuos se contratarán los servicios de aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con empresas que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente.

En general, la disposición de los residuos se contratara con externos que deben contar con la Licencia Ambiental vigente para la prestación del servicio. Para las actividades contratadas, se debe conservar las certificaciones de almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento o disposición final que emitan los respectivos receptores, hasta por un tiempo de 5 años.

Para llevar un seguimiento del retiro de residuos Industriales por parte de un receptor externo, el responsable del área de almacenamiento o el responsable de la entrega del residuo deberá tramitar un Acta de Entrega de Residuos, de esta forma se llevará la trazabilidad del residuo industrial desde su generación hasta la entrega para disposición final o tratamiento.

## **2.2.8. Costos del proyecto**

Los costos del proyecto “Conversión de la Subestación San José 57.5 kV a 115 kV y líneas asociadas”, entre los que se incluyen los de inversión y operación, así como aquellos en los que incurrirá ENEL-CODENSA S.A. ESP en la aplicación de los Planes de Manejo Ambiental y el Programa de Seguimiento y Monitoreo.

### **2.2.8.1. Costos de inversión**

Los costos de inversión que ENEL-CODENSA S.A. ESP tiene proyectados para la ejecución del proyecto San José, se presentan en la Tabla 2.25.

**TABLA 2.25. COSTOS DE INVERSIÓN PROYECTO SAN JOSE**

Costos de Inversión Proyecto San José	
Concepto	Costo \$ (COP)
Obras civiles (diseño, demolición y construcción)	\$ 4.438.819.473
Obras Eléctricas (diseño, Montaje y Puesta en Servicio)	\$ 2.130.131.663
Mano de obra propia	\$ 1.070.000.000
Equipos y materiales	\$ 14.637.408.000
Otros costos	\$ 2.700.796.000
<b>TOTAL</b>	<b>24.977.155.136</b>

FUENTE: COSTOS CODENSA 2018

### 2.2.8.2. Costos de operación

En la Tabla 2.26 se relacionan los costos de operación y mantenimiento de la subestación eléctrica San José y de las Líneas de Transmisión asociadas a dicha Subestación.

**TABLA 2.26. COSTOS DE OPERACIÓN PROYECTO SAN JOSE**

Costos Anuales de Operación Proyecto San José	
Concepto	Costos \$ (COP)
Operación y administraciones	616.637.000
<b>TOTAL</b>	<b>616.637.000</b>

FUENTE: COSTOS CODENSA 2018

De acuerdo a las características del proyecto y su continuidad en el tiempo, no se contemplan costos asociados a desmantelamiento.

### 2.2.9. Cronograma del proyecto

En la Tabla 2.27 se relaciona de manera general el cronograma de actividades a realizar, para la conversión de la Subestación San José 57.5 kV a 115 kV y Líneas Asociadas.

TABLA 2.27. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

Nombre de la Actividad	Duración (Meses)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20
<b>Subestación San José y Líneas de transmisión</b>	<b>20</b>																				
<b>Planeación de Proyecto</b>	<b>9</b>																				
<b>Licencias y Permisos</b>	<b>6</b>																				
<b>Gestión Administrativa</b>	<b>5</b>																				
<b>Diseños</b>	<b>9</b>																				
<b>Ingeniería Básica Subestación y Línea de Transmisión</b>	<b>2</b>																				
Ingeniería Básica Civil	2																				
Ingeniería Básica Mecánica	2																				
Ingeniería Básica Eléctrica de Potencia	2																				
Ingeniería Básica SAS (Control, Protecciones y Comunicaciones)	2																				
<b>Ingeniería de Detalle Subestación y Línea de Transmisión</b>	<b>5</b>																				
Ingeniería Detalle Civil	3																				
Ingeniería Detalle Mecánica	3																				
Ingeniería Detalle Eléctrica de Potencia	3																				
Ingeniería Detalle SAS (Control, Protecciones y Comunicaciones)	4																				
Estudio de coordinación de protecciones.	4																				
Protocolos de pruebas	3																				

Nombre de la Actividad	Duración (Meses)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20
Construcción	14																				
Subestación	12,5																				
Desmontaje Infraestructura Eléctrica existente	1,5																				
Obra Civil.	6,5																				
Demolición	1,5																				
Obra Civil	5																				
Obra Mecánica.	4																				
Obra Eléctrica de Potencia: 115 kV	4																				
Obra Eléctrica de Potencia: 11,4 kV	4																				
Línea de Transmisión	5																				
Obra Civil.	4																				
Obra Mecánica.	3																				
Obra Eléctrica	3																				
Puesta en Servicio	4																				
Subestación San José	4																				
115 kV	1																				
11,4kV	1																				
Líneas de transmisión	1																				
Puesta en Servicio	*																				
Subestación San José	*																				



Nombre de la Actividad	Duración (Meses)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Mes 18	Mes 19	Mes 20
Líneas de transmisión	*																				
	3																				

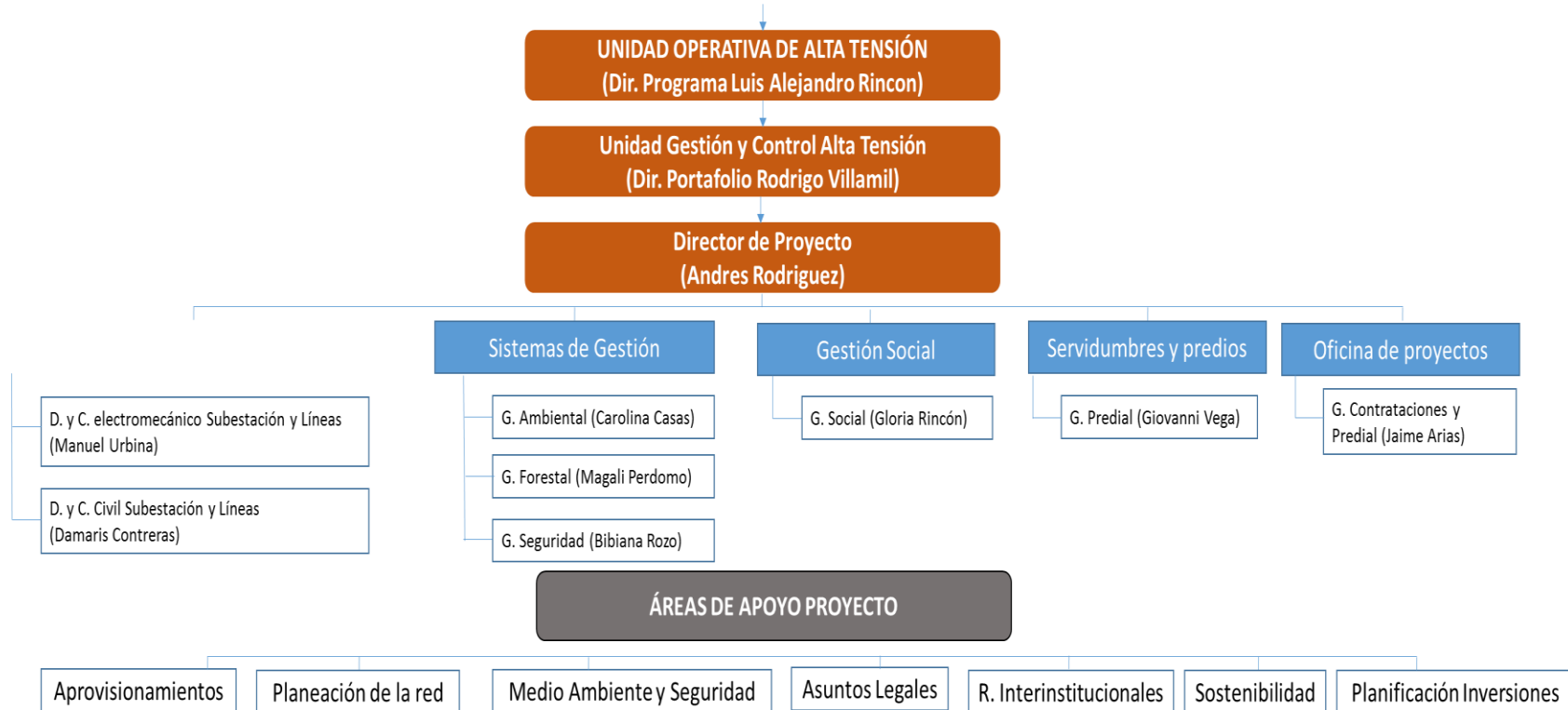
NOTA: la operación se cuenta desde la puesta en servicio hasta fecha que Enel-Codensa decida dismantelar la subestación

FUENTE: CODENSA –GRUPO ENEL

## 2.2.10. Estructura Organizacional del proyecto

En la *Figura 2.33*, se presenta la estructura organizacional de Codensa – Grupo Enel para la ejecución de las actividades previstas para conversión de la Subestación San José 57.5 kV a 115 kV y Líneas Asociadas.

FIGURA 2.33. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL PROYECTO



FUENTE: CODENSA –GRUPO ENEL

