



“ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO UPME-03-2010, SUBESTACIÓN CHIVOR II – Y NORTE 230 kV Y LÍNEAS DE TRANSMISION ASOCIADAS ”

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CON SORCIO AMBIENTAL CHIVOR



ESCALA SIN	FORMATO Carta	REFERENCIA EEB 2- EEB-NORTE-AMB-2002-1	HOJA 01	REV 1
----------------------	-------------------------	-------------------------------------------	-------------------	-----------------

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
2.1. LOCALIZACIÓN	10
2.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO.....	13
2.2.1. Objeto del proyecto y necesidades a satisfacer	14
2.2.2. Infraestructura Necesaria para la Construcción del Proyecto.....	14
2.2.3. Cronograma general del proyecto.....	20
2.2.4. Costos del Proyecto.....	23
2.2.5. Estructura organizacional de la Empresa de Energía de Bogotá - EEB	23
2.1.1 Gestión ambiental.....	27
2.3. DESCRIPCIÓN TECNICA DEL PROYECTO	27
2.3.1. SUBESTACIONES	27
2.3.1.1. Criterios de Selección de los predios para la construcción de las nuevas subestaciones	27
2.3.1.2. Especificación Técnica para la Subestaciones del proyecto:	47
2.3.1.3. Sistemas de protección.....	50
2.3.1.4. Sistema de automatización y control de la subestación	50
2.3.1.5. Registradores de fallas	51
2.3.1.6. Interfaz hombre - máquina IHM de la subestación	51
2.3.1.7. Malla de puesta a tierra	52
2.3.1.8. Apantallamiento	54
2.3.1.9. Vías de Acceso.....	59
2.3.1.10. Sistemas de Protección de las Subestaciones	64
2.3.1.11. Tratamiento del Terreno.....	66
2.3.1.12. Materiales a Utilizar en la Construcción de las Subestaciones.....	67

2.3.1.13.	Tipo y Cantidad de Estructuras en Subestaciones Nuevas: S/E Chivor II (San Luis), S/E Norte y Ampliación S/E Bacatá.....	68
2.3.1.14.	Cimentaciones de Estructuras Metálicas y Equipos de Potencia:.....	72
2.3.1.15.	Construcción de Edificaciones	72
2.3.1.16.	Construcción de Cárcamos, Bancos y Ductos.....	73
2.3.1.17.	Excavación, Instalación del Cableado y Conexionado de la Malla de Puesta a Tierra	73
2.3.1.18.	Construcción de los Sistemas de Drenaje Exterior y/o Perimetral a la Subestación y del Sistema Interior de Filtros y Colectores	74
2.3.1.19.	Cables de Potencia y Control.....	75
2.3.1.20.	Maquinaria y Personas a Utilizar en la Construcción de Subestaciones.....	77
2.3.1.21.	Identificación de Zonas de Riesgo	81
2.3.1.22.	Sistema Contra Incendio.....	82
2.3.1.23.	Sistema de Aire Acondicionado	83
2.3.1.24.	Iluminación Periférica.....	84
2.3.1.25.	Descripción de Procesos de Energización	84
2.3.2.	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	86
2.3.2.1.	Trazado y Características Geométricas	86
2.3.2.2.	Actividades para la Construcción, Operación de la Línea de Trasmisión	87
2.3.2.3.	Tipo y Numero de estructuras necesarias.....	99
2.3.2.4.	Materiales e insumos a utilizar	118
2.3.2.5.	Tipos de fundaciones.....	120
2.3.2.6.	Sistemas de protección y control	121
2.3.2.7.	Obras transitorias.....	122
2.3.2.8.	Accesos a Sitios de Torre	130
2.3.3.	Maquinaria y equipos a utilizar.....	155
2.3.4.	Requerimiento de Uso y Aprovechamiento de Recursos Naturales	156
2.3.4.1.	Concesiones de agua	156
2.3.4.2.	Vertimientos.....	156
2.3.4.3.	Ocupaciones de Cauce.....	157

2.3.4.4.	Materiales de construcción	157
2.3.4.5.	Aprovechamiento Forestal	157
2.3.4.6.	Emisiones Atmosféricas.....	158
2.3.4.7.	Residuos Sólidos	158
2.3.5.	Demanda de bienes y servicios sociales	159
2.3.5.1.	Personal a Trabajar en las Subestaciones en Operación.....	159
2.3.6.	Infraestructura de servicios interceptados.....	160
2.3.7.	Inventario de Drenajes y Obras Afectados por Ocupación o Desviación.....	166
2.3.8.	Alternativas de Cruces de Corrientes de Agua o Infraestructura Existente	168
2.3.9.	Disposición de Sobrantes de Excavación	168
2.3.10.	Asentamientos Humanos e Infraestructura Sociales, Culturales y Económicos a Intervenir	168

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Localización de las Líneas de Transmisión Proyecto Norte EEB UPME-03-2010. ...	12
Tabla 2-2 Coordenadas Centroides Subestaciones Proyecto Norte EEB UPME-03-2010.	13
Tabla 2-3 Coordenadas polígono predio Subestación Chivor II	15
Tabla 2-4 Coordenadas polígono predio Subestación Norte	17
Tabla 2-5 Coordenadas Ampliación de la Subestación Bacatá	18
Tabla 2-6 Cuadro longitud de la línea y número de torres por municipio para la totalidad del proyecto.....	20
Tabla 2-7 Costos del Proyecto.....	23
Tabla 2-8 Análisis de criterios de selección en el Municipio de San Luis de Gaceno	32
Tabla 2-9 Análisis de criterios de selección en el Municipio de Santa María.....	35
Tabla 2-10 Análisis de criterios de selección predio en el Minucipio de Tocancipá	40
Tabla 2-11 Análisis de criterios de selección predio en el Municipio de Gachancipá	42
Tabla 2-12 Análisis de criterios de selección predio en el Municipio de Sesquilé.....	45
Tabla 2-13 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Chivor II (San Luis).....	70
Tabla 2-14 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Norte	70
Tabla 2-15 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Bacatá.....	71
Tabla 2-16 Conductor eléctrica a utilizar en la S/E Chivor II (San Luis)	76
Tabla 2-17 Conductor eléctrica a utilizar en la S/E Norte	77
Tabla 2-18 Conductor Eléctrica a Utilizar en la S/E Bacatá.....	77
Tabla 2-19 Maquinaria a Utilizar en el Proyecto.....	78
Tabla 2-20 Mano de obra requerida para el Proyecto	79
Tabla 2-21 Relación de personal requerido para el Tramo Chivor – Chivor II 230 kV y Chivor II – Rubiales 230 kV.....	79
Tabla 2-22 Relación de personal requerido para el Tramo Chivor II - Norte 230 kV.....	80
Tabla 2-23 Relación de personal requerido para el Tramo Norte – Bacatá 230 kV	81
Tabla 2-24 Tipo de estructuras a emplear en el Proyecto	99

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Tabla 2-25 Abreviaturas utilizadas en las tablas de estructuras.....	102
Tabla 2-26 Estructuras requeridas en la Línea Chivor – Chivor II (San Luis) 230 kV	103
Tabla 2-27 Estructuras requeridas en la Línea Chivor II (San Luis) – Rubiales 230 kV.....	104
Tabla 2-28 Estructuras requeridas en la Línea Chivor II (San Luis) – Norte 230 kV	105
Tabla 2-29 Estructuras requeridas en la Línea Norte – Bacatá 230 kV	112
Tabla 2-30 Propiedades de los materiales que influyen en el diseño de la cimentación.....	118
Tabla 2-31 Parámetros de los conductores de fase	119
Tabla 2-32 Parámetros de los cables de guarda.....	120
Tabla 2-33 Resumen del tipo de cimentación recomendado.....	120
Tabla 2-34 Plazas de tendido para la línea de transmisión Chivor II (San Luis) – Norte.	122
Tabla 2-35 Zonas de Uso Temporal para la línea de transmisión Chivor II (San Luis) – Norte.	129
Tabla 2-36 Acceso a Chivor II a Rubiales	130
Tabla 2-37 Acceso a Chivor II a Rubiales	131
Tabla 2-38 Acceso a Chivor II a Norte	132
Tabla 2-39 Acceso Norte -Bacata	146
Tabla 2-40 Relación de personal requerido para Subestaciones en operación.....	159
Tabla 2-41 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor – Chivor II – Rubiales.....	162
Tabla 2-42 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor II (San Luis) – Chivor I	162
Tabla 2-43 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor II (San Luis) – Norte.....	163
Tabla 2-44 Cruces de infraestructura interceptada tramo Norte – Bacatá.....	164
Tabla 2-45 Corrientes de Agua Cruzados por el Proyecto Norte EEB – UPME 03-2010.....	166
Tabla 2-46 Asentamientos Poblados	169
Tabla 2-47 Infraestructura Localizada en la Franja de Servidumbre	169

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1 Localización Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas.	11
Figura 2-2 Vértices polígono predio Subestación Chivor II.....	16
Figura 2-3 Vértices polígono predio subestación Norte.....	18
Figura 2-4 Vértices ampliación de la subestación Bacatá	19
Figura 2-5 Cronograma detallado para la Construcción del Proyecto Norte.....	22
Figura 2-6 Estructura Organizacional de la EEB.....	24
Figura 2-7 Organigrama del Proyecto UPME 03 – 2010 Etapa de construcción	25
Figura 2-8 Organigrama del Proyecto UPME 03 DE 2010 – Etapa de operación y mantenimiento	26
Figura 2-9 Procedimiento de Selección de ubicación de subestaciones	29
Figura 2-10 Localización Predio ubicación Subestación Chivor II (San Luis).	37
Figura 2-11 Localización Área propuesta por la UPME.....	38
Figura 2-12 Localización Área recomendada por la UPME con radio de 1,25 km.	39
Figura 2-13 Superficie de protección, método electro-geométrico.....	55
Figura 2-14 Manto de protección del apantallamiento por método Electro geométrico subestación Chivor II (San Luis).	57
Figura 2-15 Manto de protección del apantallamiento por método Electro geométrico subestación Norte.....	57
Figura 2-16 Manto de protección del apantallamiento por método Electro geométrico subestación Bacatá	58
Figura 2-17 Localización de la vía a Sub. Chivor II	60
Figura 2-18 Box Couvert	62
Figura 2-19 Localización de la vía a Sub. Norte.....	63
Figura 2-20 Localización de la vía a Sub. Bacatá	64
Figura 2-21 Esquema de manejo de aguas	75

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Figura 2-22 Ancho de la franja de servidumbre.....	88
Figura 2-23 Silueta general estructura de retención doble circuito con tres subconductores a 230 kV	100
Figura 2-24 Silueta general estructura de suspensión doble circuito con dos sub conductores a 230 kV ubicada en la zona 1	101
Figura 2-25 Silueta general estructura de suspensión doble circuito con dos sub conductores a 230 kV ubicada en la zona 2.....	101

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 2-1 Lote ubicación Subestación Norte	47
Fotografía 2-2 Vía de acceso Subestación Chivor II	59
Fotografía 2-3 Vía de acceso Subestación Norte.....	61
Fotografía 2-4 Vía de acceso Subestación Bacatá	64



2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente capítulo contiene la localización, objetivos y características técnicas del Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, proyecto para el cual se elaboró el presente Estudio de Impacto Ambiental.

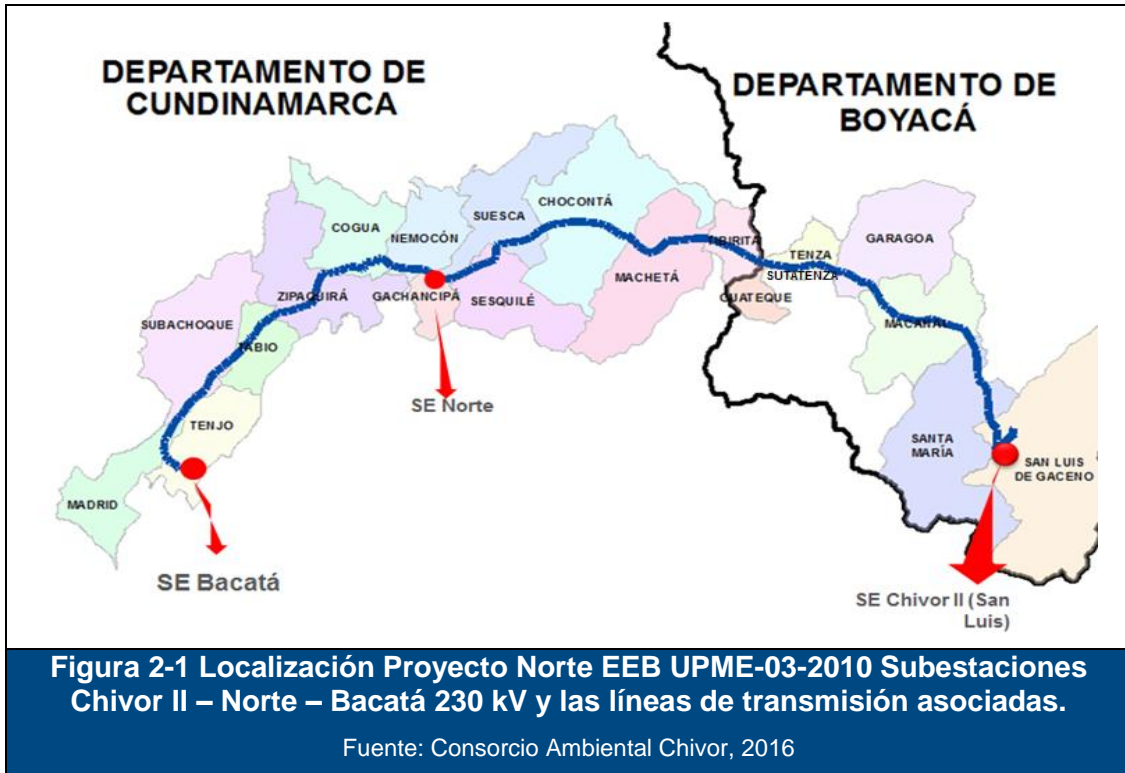
En el documento se identifican los accesos, obras, actividades y tecnologías a utilizar en las diferentes fases en las cuales se desarrollará el proyecto; fases que son fundamentalmente: actividades preliminares, construcción, operación y mantenimiento. Igualmente se señalan las necesidades de recursos en general, de personal, de insumos y de uso o aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales.

2.1. LOCALIZACIÓN

El Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, recorre un total de 20 municipios, 13 de los cuales se localizan en el departamento de Cundinamarca y 7 en el departamento de Boyacá cobijando una longitud total de 162,11 km aproximadamente, tal como se observa en la Figura 2-1 y Tabla 2-1.

Por su parte el proyecto consiste en la construcción de las dos nuevas subestaciones, denominadas Chivor II (San Luis de Gaceno) y Norte (Gachancipá), y la ampliación de la subestación existente llamada Bacatá (Tenjo), tal como se observa en la Figura 2-1 y Tabla 2-6.

La Figura 2-1 presenta la localización general del proyecto, la división departamental y municipal, adicionalmente se presenta en la Tabla 2-6 la relación de la longitud y número de torres para cada uno de los municipios que traslapa el proyecto. Las coordenadas del corredor y de las subestación están relacionadas en las Tabla 2-1 y Tabla 2-2.



- **Tramo Chivor – Chivor II (San Luis)**

Se encuentra localizado en el municipio de San Luis de Gaceno, cuenta con una longitud aproximada de 4 km, los cuales inician su recorrido en la torre 15A de la línea existente ChivorII-Rubiales 230kV para potencialmente intervenir con su franja de servidumbre de 32 m de ancho, áreas interceptadas en las veredas El Carmen Sector Agua fría, El Cairo, Arrayanes y Centro.

- **Tramo Chivor II (San Luis) - Rubiales 230kV**

Corresponde a la línea de transmisión doble circuito con un nivel de tensión de 230 kV, entre la futura subestación Chivor II y la torre 16 de la línea de transmisión Chivor-Rubiales 230kV existente que alimenta el complejo petrolero Campo Rubiales; con una longitud aproximada de conexión de 4,09 km. Esta línea cruza las mismas veredas de la línea Chivor - Chivor II. ya que este tramo van en paralelo.

- **Tramo Chivor II (San Luis) - Norte**

La línea de transmisión inicia en la subestación Chivor II (San Luis) que se localizará en el departamento de Boyacá, en el municipio de San Luis de Gaceno,

cruzando los municipios de, Santa María, Macanal, Garagoa, Tenza, Sutatenza y Guateque; posteriormente, entra en jurisdicción del departamento de Cundinamarca cruzando los municipios de Tibirita, Macheta, Chocontá, Sesquilé, Suesca, y Gachancipá donde se ubicará la subestación Norte, para una longitud total aproximada de 97.85 km.

- **Tramo Norte - Bacatá**

Continuando con el recorrido de la línea de transmisión, este tramo sale de la subestación Norte en Gachancipá y sigue a través de los municipios de Nemocón, Cogua, Zipaquirá, Tabio, Subachoque Madrid y termina en el municipio de Tenjo donde se encuentra la actual subestación Bacatá, con una longitud total aproximada de 56.16 km.

Tabla 2-1 Localización de las Líneas de Transmisión Proyecto Norte EEB UPME-03-2010.

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ				LONGITUD Aprox. (Km)
	INICIO		FINAL		
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	
CHIVOR- CHIVOR II (San Luis)	1.099.671	1.028.092	1.097.413	1.025.068	4,00
CHIVOR II (San Luis) RUBIALES	1.097.380	1.025.144	1.099.789	1.028.064	4,09
CHIVOR II (San Luis) - NORTE	1.097.333	1.025.111	1.023.054	1.048.978	97,85
NORTE - BACATÁ	1.022.963	1.049.020	988.689	1.022.350	56,16
TOTAL					162,11

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

Tabla 2-2 Coordenadas Centroides Subestaciones Proyecto Norte EEB UPME-03-2010.

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		MUNICIPIO	VEREDA
	ESTE	NORTE		
CHIVOR II	1097373,633	1025082,525	San Luis de Gaceno	Arrayanes
NORTE	1022918,053	1048927,568	Gachancipá	San José
BACATÁ (Ampliación)	988693,2314	1022346,637	Tenjo	Carrasquilla

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

2.2. CARACTERISTICAS GENERALES DEL PROYECTO

El “Plan de Expansión de Referencia – Generación – Transmisión 2010 – 2024”, adoptado mediante Resolución del Ministerio de Minas y Energía 182215 de noviembre de 2010, determinó el conjunto de obras de transmisión necesarias para atender el crecimiento esperado de la demanda y en especial las que permitieran evacuar con los niveles de calidad, rentabilidad y confiabilidad requeridos, la construcción de los proyectos de generación y transmisión que cubrirán la energía firme del país, adjudicados en las subastas asociadas al mecanismo del cargo por confiabilidad realizadas en el año 2010.

En consecuencia la Unidad de Planeación Minero Energética, UPME, abrió la Convocatoria Pública Internacional UPME 03 de 2010 con el fin de adjudicar el proyecto para el diseño, adquisición de los suministros, construcción, pruebas, operación y mantenimiento de la Subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte. El 16 de abril de 2013 la Empresa de Energía de Bogotá S.A ESP – EEB, fue adjudicataria del Proyecto.

De acuerdo con la UPME (2012)¹, el Proyecto atiende los requerimientos del Sistema de Transmisión Nacional (STN), entendidos como la necesidad de obras de infraestructura para mejorar la confiabilidad de la red, reducción de las restricciones del sistema y asegurar el correcto abastecimiento de la demanda en la región central del país.

¹ Unidad de Planeación Minero Energética, UPME. 2012. Análisis del área de influencia del Proyecto Chivor- Chivor II- Norte-Bacatá 230 kV, objeto de la convocatoria pública UPME 03 del Plan de Expansión 2010. 52 p.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

El norte de Bogotá y de Cundinamarca actualmente presenta un crecimiento en la demanda de energía industrial, comercial y residencial, dado que la industria de esta zona del país está en crecimiento acelerado.

Esta área cuenta con el suministro principalmente desde la subestación Bacatá por medio de redes interconectadas de 115 kV; que alimentan el sector del norte, y operan cerca de su capacidad nominal; la salida de cualquiera de estas líneas por falla o mantenimiento pone en riesgo la atención de la demanda del sector.

Para garantizar la seguridad en la operación del área y en particular de la zona norte se hace necesario que, ante ciertos escenarios, se deba despachar como generación de seguridad la planta Termozipa, esta planta es térmica, lo que ocasiona un aumento en los costos de generación que finalmente afectan la tarifa que reciben los usuarios.

Con la puesta en servicio del Proyecto Norte – Chivor II se amplía la red de 230 kV, y se refuerza de una forma directa la energía generada en las plantas hidráulicas de Chivor y Guavio.

Aumentar el número de líneas de 230 kV en el norte del departamento elimina la dependencia de las redes de 115 kV aliviando la capacidad de estas líneas al proveer el sector de un nuevo punto de inyección. Así mismo, el proyecto permitirá a futuro que el distribuidor pueda aumentar las líneas de 115 kV al interior de la zona, este conjunto de acciones permitirá obtener una red más robusta y flexible para la operación y garantizar una distribución confiable.

2.2.1. Objeto del proyecto y necesidades a satisfacer

El Proyecto UPME 03 de 2010 tiene como objeto aumentar la confiabilidad del STN (Sistema de Transmisión Nacional) y atender el crecimiento de la demanda de energía especialmente la zona centro y oriental de Colombia, y por ende proveer condiciones de disponibilidad energética que den pie al progreso social, pues se espera que esta disponibilidad incremente los niveles de calidad de vida de las regiones del país, así como impulse los sectores productivos de la economía colombiana.

2.2.2. Infraestructura Necesaria para la Construcción del Proyecto

Este Proyecto comprende la ejecución de todas las actividades involucradas en el diseño, adquisición de suministros, construcción, montaje, operación y mantenimiento de la infraestructura necesaria, para lo cual se contempla lo siguiente

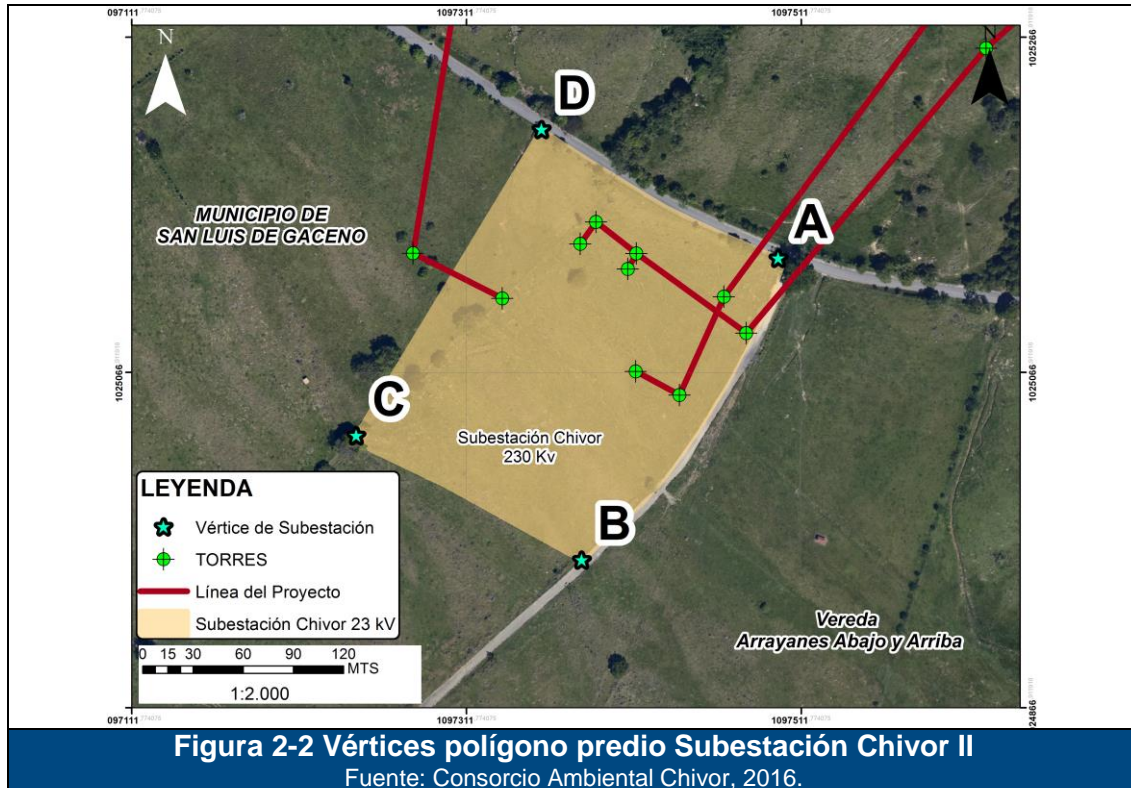
➤ **Construcción de la Subestación Chivor II (San Luis) a 230 kV**

- ✓ Configuración interruptor y medio.
- ✓ Construcción de tres (3) diámetros completos con seis (6) bahías de línea: Chivor 1 y 2, Norte 1 y 2 Jagüey y Corocora, cada uno de los diámetros va a estar compuesto por tres cortes para la instalación de las nuevas bahías de línea, para estos diámetros se contempla la instalación del barraje, adecuación del terreno, malla de puesta a tierra y vías perimetrales.
- ✓ Espacio disponible para el montaje de tres (3) diámetros futuros completos para la instalación de seis (6) bahías de línea o de transformación. en este espacio se va a realizar la adecuación del terreno, malla de puesta a tierra, cárcamos comunes y vías perimetrales.
- ✓ Espacio para el montaje de un banco de transformación.

Tabla 2-3 Coordenadas polígono predio Subestación Chivor II

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		MUNICIPIO	VEREDA
	ESTE	NORTE		
SUB ESTACIÓN CHIVOR II				
A	1097498,244	1025134,914	San Luis de Gaceno	Arrayanes
B	1097380,778	1024954,931		
C	1097246,074	1025029,073		
D	1097356,787	1025211,702		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



➤ **Construcción de la subestación Norte a 230 kV**

- ✓ Tres diámetros completos con 4 bahías de línea Chivor II (San Luis) 1 y 2, Bacatá 1 y 2, y 2 bahías de transformación para la conexión de dos bancos de transformadores 230 kV/115 kV de 300 MVA.
- ✓ Espacio para la construcción futura de cuatro (4) diámetros de 230 kV, dos de los cuales van a ser para la conexión de dos (2) bancos de transformadores 230 kV/115 kV de 300 MVA c/u pertenecientes a CODENSA. En este espacio se va a realizar la adecuación del terreno, malla de puesta a tierra, cárcamos comunes y vías perimetrales.
- ✓ Espacio para la construcción de una subestación de 500 kV en configuración interruptor y medio, compuesto de tres (3) diámetros completos para la conexión de cuatro (4) bahías de línea y dos (2) bahías de transformación y espacio para el montaje de dos (2) bancos de transformación 500 kV/230 kV.

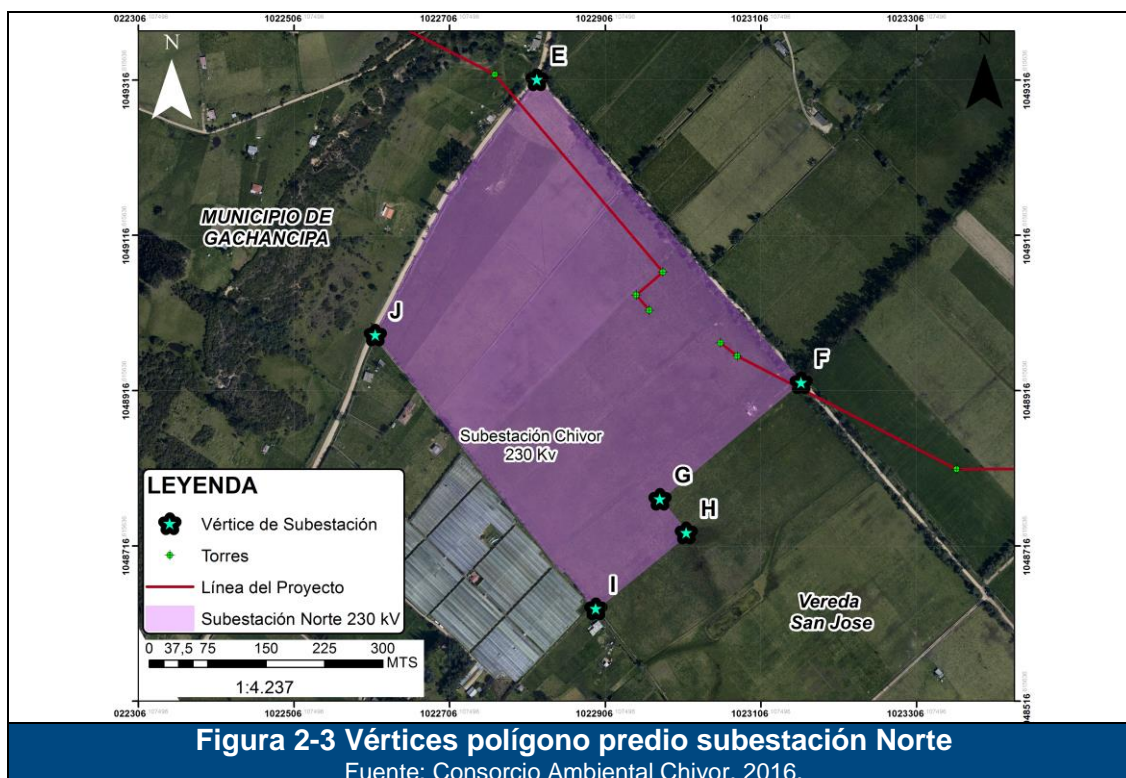
En esta área se debe dejar explanado y con filtros suficientes para que el terreno no se deteriore.

- ✓ Espacio para dos (2) diámetros futuros de 500 kV.
- ✓ Espacio para la construcción de una subestación de 115 kV para la conexión de cuatro (4) bahías de transformación y diez bahías de línea en configuración de doble barra más seccionador de transferencia.

Tabla 2-4 Coordenadas polígono predio Subestación Norte

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		MUNICIPIO	VEREDA
	ESTE	NORTE		
SUB ESTACIÓN NORTE 230 kV				
E	1022818,306	1049316,956	Gachancipá	San José
F	1023157,89	1048926,878		
G	1022976,563	1048776,664		
H	1023010,438	1048733,459		
I	1022893,957	1048635,623		
J	1022610,781	1048988,147		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



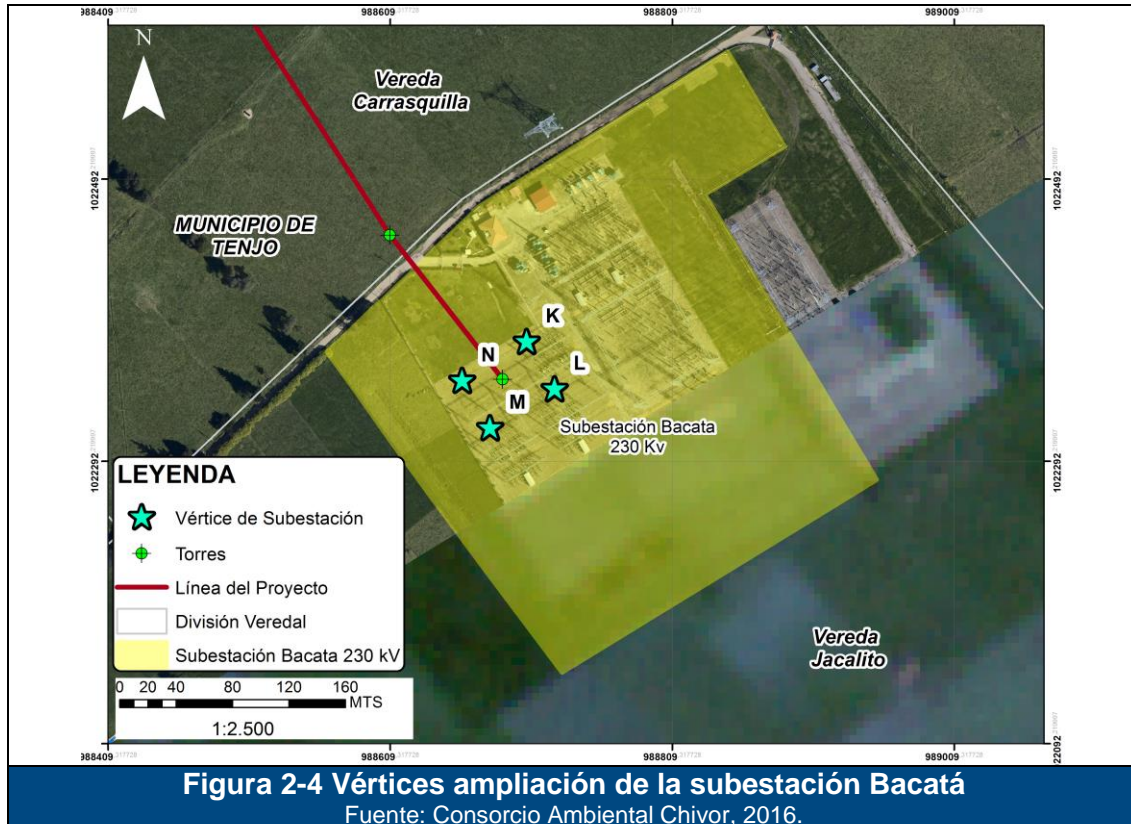
➤ **Ampliación de la subestación Bacatá a 230 kV.**

- ✓ La subestación Bacatá, propiedad de ISA, es una subestación existente en configuración de doble barra más seccionador de transferencia ubicada en el municipio de Tenjo, en la cual se requiere realizar una ampliación para la conexión de dos (2) bahías de línea a 230 kV correspondientes al futuro doble circuito Norte - Bacatá.

Tabla 2-5 Coordenadas Ampliación de la Subestación Bacatá

NOMBRE	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOTÁ		MUNICIPIO	VEREDA
	ESTE	NORTE		
SUB ESTACIÓN BACATÁ 230 kV				
K	988706,2225	1022377,157	Tenjo	Carrasquilla
L	988726,0473	1022343,754		
M	988680,2404	1022316,117		
N	988660,4155	1022349,52		

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016



➤ **Línea Chivor – Chivor II (San Luis) 230 kV**

Corresponde a una línea de transmisión en doble circuito con un nivel de tensión de 230 kV, entre la Torre 15A de la línea Chivor-Rubiales (existente), a la futura subestación eléctrica Chivor II (San Luis); se contempla instalar 13 torres en el tramo.

➤ **Línea de Chivor II (San Luis) – Rubiales 230 kV**

Corresponde a una línea de transmisión en doble circuito con un nivel de tensión de 230 kV, entre la futura subestación eléctrica Chivor II (San Luis) y la torre 16 de la línea de transmisión Chivor-Rubiales existente que alimenta el complejo petrolero Campo Rubiales. Dentro de este tramo de la línea se contempla instalar 13 torres.

➤ **Línea Chivor II (San Luis) – Norte 230 kV**

Corresponde a una línea de transmisión en doble circuito con un nivel de tensión de 230 kV, entre las dos futuras subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte. Dentro de este tramo de la línea se contempla instalar 179 torres.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

➤ **Línea Norte – Bacatá 230 kV**

Corresponde a una línea de transmisión en doble circuito con un nivel de tensión de 230 kV, entre la futura subestación eléctrica Norte y la existente subestación Bacatá. Dentro de este tramo de la línea se contempla instalar 139 torres.

Tabla 2-6 Cuadro longitud de la línea y número de torres por municipio para la totalidad del proyecto

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	LONGITUD LÍNEA MUNICIPIO (KM)	NO. DE TORRES MUNICIPIO
Cundinamarca	Tenjo (SE Bacatá)	2,85	8
	Madrid	4,93	14
	Subachoque	12,65	27
	Tabio	7,88	18
	Zipaquirá	12,26	33
	Cogua	9,13	24
	Nemocón	5,47	11
	Gachancipá (SE Norte)	2,08	7
	Sesquilé	6,02	12
	Chocontá	13,06	27
	Suesca	9,78	19
	Machetá	11,00	19
	Tibirita	7,98	14
Boyacá	Guateque	1,00	3
	Tenza	9,11	16
	Sutatenza	0,12	1
	Garagoa	6,19	12
	Macanal	16,05	27
	Santa María	11,64	16
	San Luis de Gaceno (SE Chivor II)	12,89	36
TOTAL		162,11	344

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

2.2.3. Cronograma general del proyecto

Para la construcción y puesta en operación del Proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II (San Luis) – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, se estima una duración total de 20 meses.



Se estima el finalizar el proceso de licenciamiento ambiental,aproximadamente en marzo de 2017, según lo establecido en el Artículo 2.2.2.3.6.3 del Decreto 1076 de 2015.

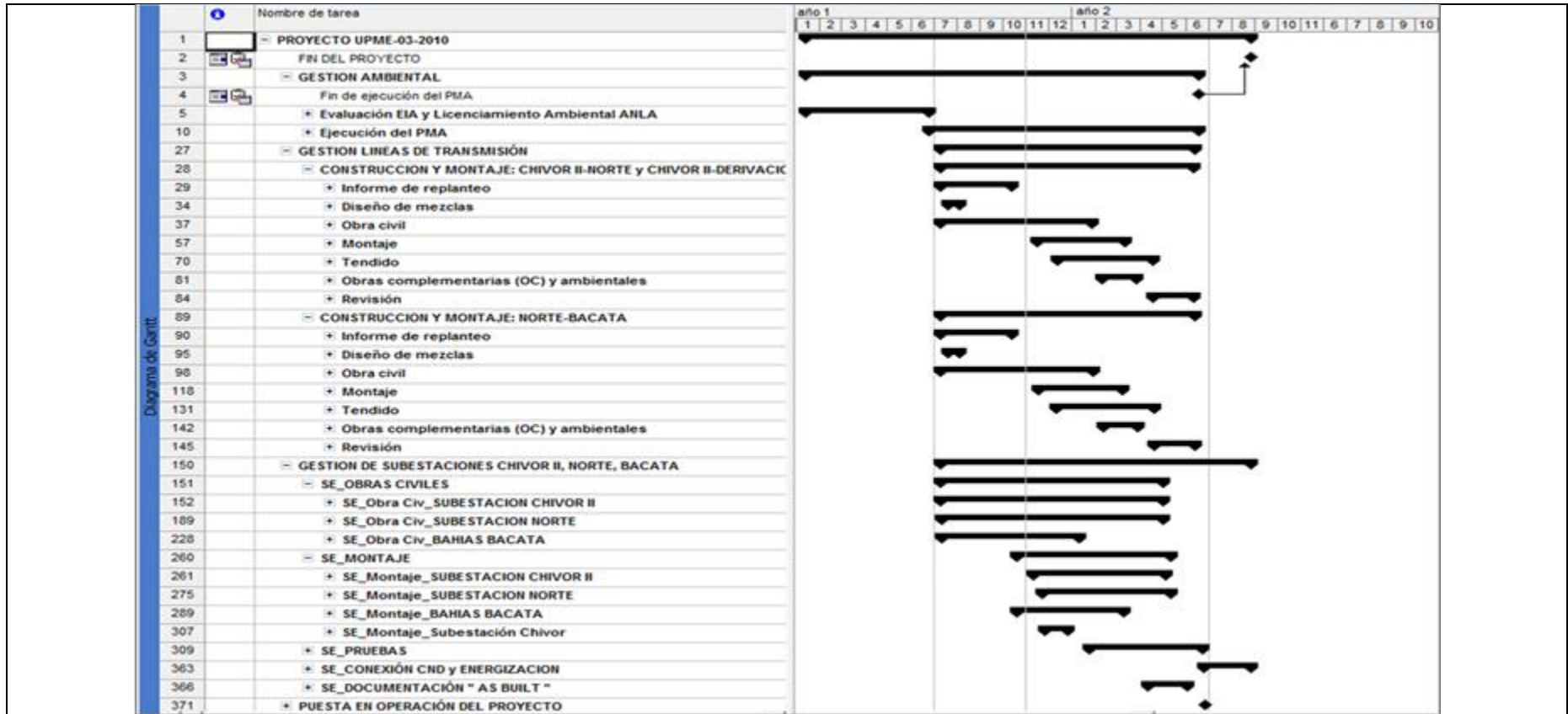


Figura 2-5 Cronograma detallado para la Construcción del Proyecto Norte

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A.. 2016

2.2.4. Costos del Proyecto

El costo estimado para la ejecución del Proyecto se presenta en la Tabla 2-7.

Tabla 2-7 Costos del Proyecto

ACTIVIDAD	COSTOS
Suministro de equipos de la línea	\$34,509,668,713.45
Obras civiles y montaje de la línea	\$31,656,778,669.11
Suministro de equipos de la subestación	\$21,902,354,378.49
Obras civiles y montaje Subestaciones	\$22,290,143,063.62
TOTAL	\$110.358.944.824,67

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

2.2.5. Estructura organizacional de la Empresa de Energía de Bogotá - EEB

Dentro de la estructura organizacional de la Empresa de Energía de Bogotá (Figura 2-6), el Proyecto Norte se ubica en la Vicepresidencia de Transmisión la cual es la Unidad de Negocio encargada de la prestación del servicio de transmisión de energía eléctrica a través de la construcción, operación, mantenimiento y administración de las diferentes líneas y subestaciones de su sistema de transmisión de energía. Además presta servicios a terceros a través de un esquema organizacional diferenciado que recoge la experiencia en el campo operativo y administrativo.

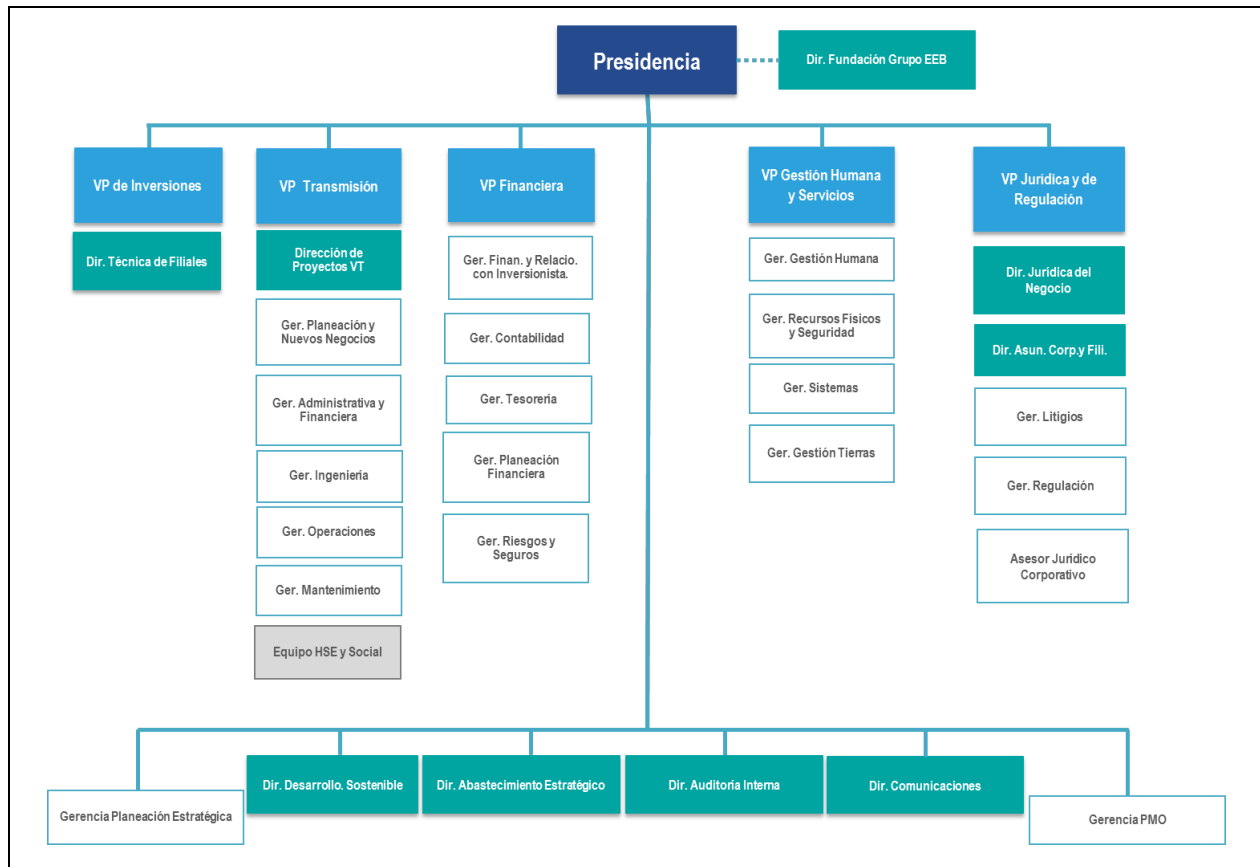
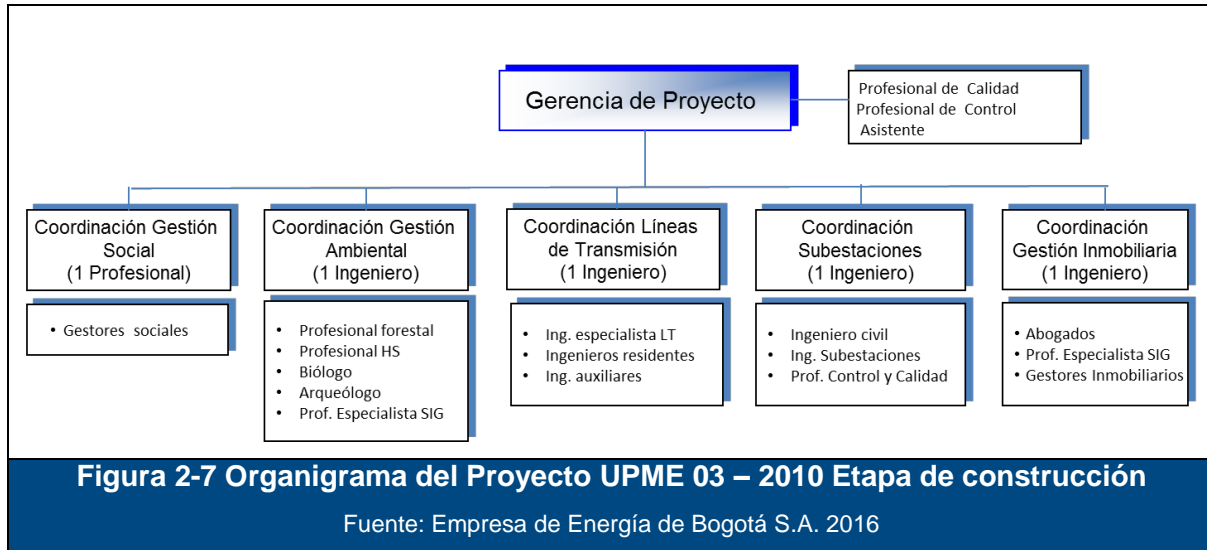


Figura 2-6 Estructura Organizacional de la EEB

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Por su parte, para la etapa de construcción del Proyecto, la Gerencia de Proyectos UPME cuenta con el apoyo de la Dirección de Desarrollo Sostenible, y sus respectivas Coordinaciones de Gestión Social y de Gestión Ambiental y de HSE y sus respectivos profesionales de la Empresa de Energía de Bogotá. Quienes son los encargados de coordinar las diferentes actividades a desarrollar, teniendo en cuenta los aspectos ambientales y socioeconómicos-culturales que se pueden presentar durante esta etapa del Proyecto

A continuación se presenta el organigrama para la etapa de construcción del proyecto UPME 03 de 2010.



Así mismo, para la etapa de operación y mantenimiento, la Vicepresidencia de Transmisión en conjunto con la Gerencia HSE, Gerencia del Sistema de Gestión Integrado, Gerencia de mantenimiento y la Gerencia de Operación y sus respectivos profesionales, se encargan de la coordinación de cada una de las actividades a desarrollar en esta etapa del Proyecto (ver Figura 2-8).

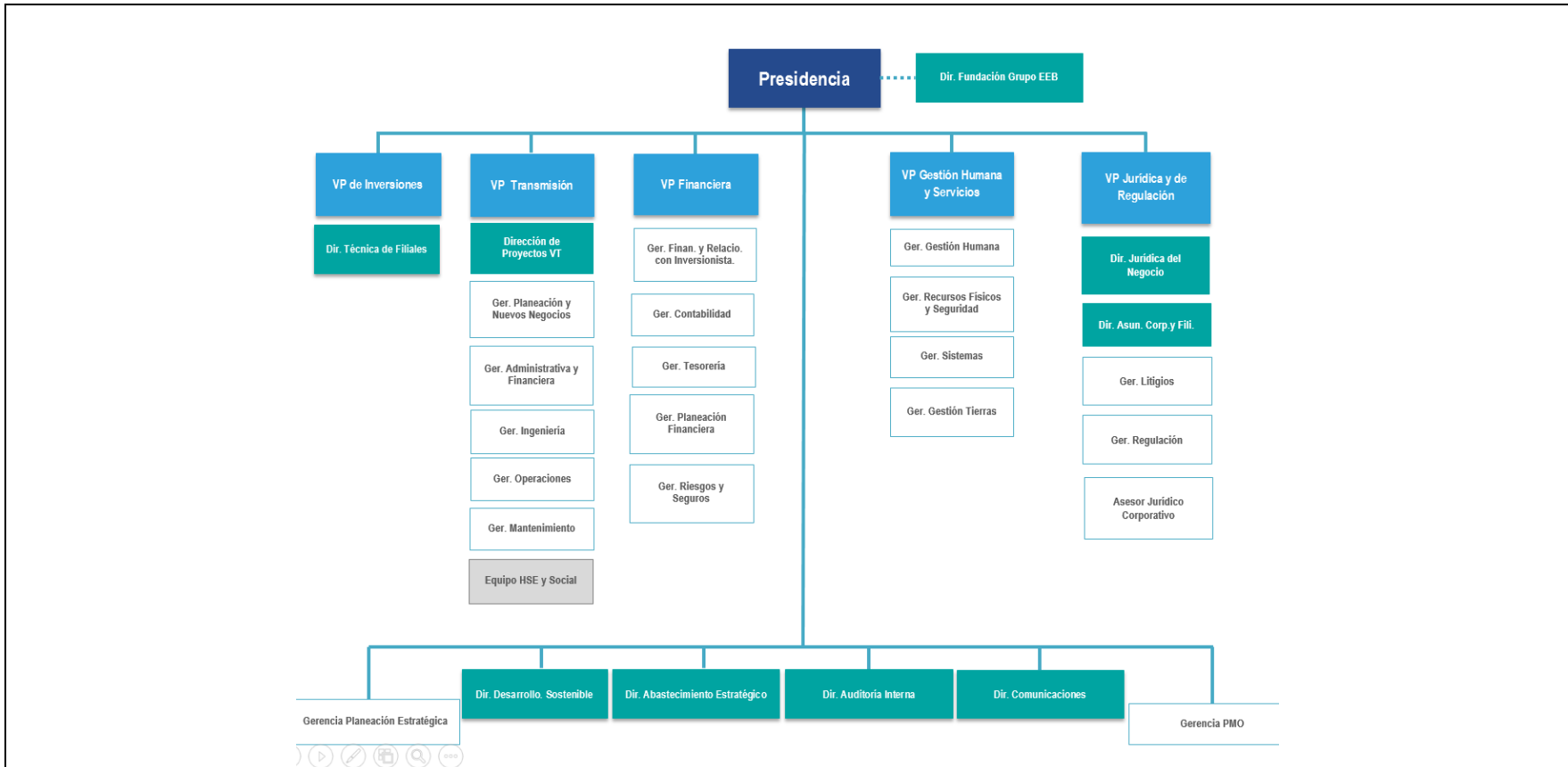


Figura 2-8 Organigrama del Proyecto UPME 03 de 2010 – Etapa de operación y mantenimiento

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

2.1.1 Gestión ambiental

La gestión ambiental de EEB se basa en el modelo ambiental sostenible, hacia una economía verde, que propende por el desarrollo humano sostenible de las regiones que atiende y de las comunidades del área de influencia.

La Empresa de Energía de Bogotá trabaja de manera decidida, y continuamente, por la reducción de los riesgos asociados con los aspectos e impactos ambientales en la gestión y desarrollo de sus actividades. Así mismo, tiene su fundamento en la Política Ambiental Corporativa del Grupo Energía de Bogotá; donde se establecen los lineamientos con los que se comprometen a orientar la gestión hacia un desarrollo sostenible, incorporando objetivos de ecoeficiencia en su desempeño energético, gestión de residuos y consumo de agua, así como la protección de la biodiversidad y gestión del cambio climático.

Finalmente, es importante destacar que la EEB tiene implementados y certificados los sistemas de gestión en calidad, ambiental y seguridad y salud ambiental bajo las Normas ISO 9001, GP 1000, ISO 14001 y OHSAS 18001 en sus negocios operativos.

2.3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

2.3.1. SUBESTACIONES

2.3.1.1. Criterios de Selección de los predios para la construcción de las nuevas subestaciones

- **Clasificación General del Terreno y Modelo de Ordenamiento Territorial**
 - Estratégicamente ubicado
 - Permitir crecimiento de la zona
 - Funcionalidad con las redes de transmisión
 - Información a través del POT de cada municipio

- **Criterio Constructivo**
 - Facilidad en la construcción
 - Vías de acceso
 - Facilidad en el transporte de equipos
 - Disponibilidad de vías de acceso para C&M

- **Criterio Topográfico, Hidrológico y Geotécnico**
 - Dimensiones indicadas

- Lote plano
- Evitar suelos pantanosos, Rocosos y rellenos artificiales
- No interrumpir cauces, Nacederos y Quebradas

- **Criterio Ambiental**
 - Minimizar El impacto ambiental
 - Respetar las zonas de protección ambiental
 - Buscar la mínima afectación

- **Criterio Amenazas Naturales (evitar)**
 - Atmosféricas: Huracanes, tornados, incendios, etc.
 - Hidrológicos: Desbordamiento de ríos
 - Sísmicos: fallas, temblores.
 - Otros: deslizamientos, desprendimiento y hundimiento del terreno

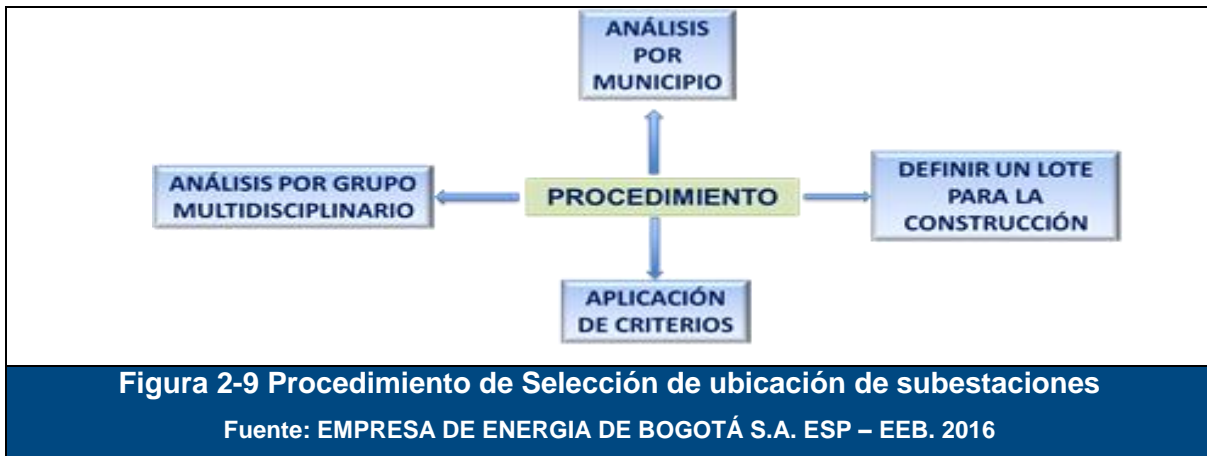
- **Criterio por Dimensiones**
 - Cumplimiento del área
 - Espacio para equipos
 - Espacio para casa de control
 - Espacio para salidas de torres

- **Criterio Social**
 - Alejado de Zonas Industriales
 - Alejado de infraestructura social
 - Alejado de comunidades indígenas
 - Evitar zonas con probabilidad de hallazgos arqueológicos

- **Criterio Legal**
 - Un solo lote
 - Lote de un solo propietario

- No ser un lote comunal
- **Criterio Técnico**
 - Se ubique cerca al corredor de la línea de transmisión
 - Adecuada salida de líneas
 - Facilite la construcción
 - Lote permita las adecuaciones necesarias en el proceso constructivo.

Después de examinar cada uno de los criterios expuestos, se procede a realizar el análisis para la definición de la ubicación más favorable para el establecimiento de las subestaciones.



➤ Subestación Chivor II

Esta subestación se ubicará en áreas en donde los criterios técnicos, ambientales y sociales, permiten la ubicación de infraestructura, buscando la minimización de impactos y riesgos hacia el entorno y hacia la infraestructura a ubicar.

La metodología utilizada para la definición de la ubicación de la subestación, tuvo en cuenta los criterios que se describen a continuación.

- ✓ Criterio de clasificación general del terreno y modelo de ordenamiento territorial.

La ubicación de la subestación Chivor II (San Luis), permitirá su futura ampliación y la funcionalidad con la red de transmisión y distribución. Así mismo permitirá la construcción de la llegada y salida de líneas aéreas del sistema de transmisión nacional (STN) y del

regional (STR). Finalmente no generará conflicto por uso del suelo reglamentado en los documentos de planificación municipal.

✓ Criterio Constructivo

Para la definición de la ubicación de la transmisión fue muy importante determinar un área que contara con accesibilidad, por cercanía a las vías existentes, de tal forma que facilite el acceso oportuno por fallas, para su operación y mantenimiento, entrada y salida de equipos, así como de poder contar con vías alternas y no generar aislamientos temporales por accesibilidad.

✓ Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico

Dentro de los criterios físicos del área que se tuvieron en cuenta para la ubicación de la subestación, se encuentran los siguientes:

- Polígono regular con las dimensiones indicadas en los DSI
- Lo más plano posible, para evitar rellenos o nivelaciones costosas.
- Evitar en lo posible suelos pantanosos.
- Evitar en lo posible suelos rocosos.
- Evitar en lo posible terrenos con rellenos no controlados, ni contaminados con escombros y/o basura.
- Evitar interrumpir cauces de ríos, nacimientos de agua, riachuelos o quebradas naturales que ameriten obras de protección y desvío pluvial.

✓ Criterio Ambiental

El área utilizada para la ubicación final de la subestación, fue evaluada y definida de tal manera que en la inclusión de un elemento nuevo y su interacción con el medio adyacente en la construcción, genere los menores efectos negativos al ambiente.

De acuerdo con lo anterior para la localización final se consideró una área en la cual la cobertura vegetal no fuera de tipo natural, no se afectarán cuerpos hídricos, no se localizaran dentro de áreas protegidas del orden nacional, regional o local y se evitara al máximo la necesidad de excavación o de relleno del terreno.

Adicionalmente, la subestación se ubicó en área rural, conforme a los planes y programas de desarrollo urbano municipal respetando las zonas de protección establecidas en el municipio.

✓ Criterio por Amenazas Naturales

El área de ubicación de la subestación es una zona en donde los riesgos generados por amenazas naturales son bajos. Las amenazas naturales consideradas a evitar fueron las siguientes:

- Condiciones atmosféricas: Huracanes, Incendios, tornados, tormentas de gran poder.
- Hidrológicos: Desbordamiento de ríos, sequía, erosión y sedimentación.
- Sísmicos: Fallas, temblores, dispersiones laterales.
- Otros: Deslizamientos, desprendimiento de rocas, hundimiento de tierra.

✓ Criterio por Dimensiones Mínimas del Terreno

Según el alcance establecido en el ANEXO_CAP2/1_Criterios de selección lotes subestaciones/selección lote Chivor II, las descripción y Especificaciones Técnicas dadas por la UPME para la construcción de la subestación Chivor II (San Luis); se requiere un lote con el espacio suficiente para albergar los patios de 230 KV, sus casetas de control, casa de control principal, ubicación de las primeras torres de salida de las líneas, cumplimiento de distancias de seguridad y futuras ampliaciones, siendo este el criterio básico para la selección del área.

✓ Criterio social

Dentro de los criterios sociales, se consideraron los siguientes aspectos para la ubicación de la subestación Chivor II (San Luis):

- Alejado de fábricas que representen riesgos de explosión y pongan en riesgo la infraestructura.
- Alejado de fábricas productoras de elementos contaminantes que incrementen la probabilidad de falla o que ocasionen un incremento en las rutinas de mantenimiento.
- Alejado de hospitales.
- Evitar cruces de ductos subterráneos de agua o comunicaciones.
- Evitar áreas consideradas como zonas con alta probabilidad de encontrar hallazgos arqueológicos.
- Alejado de comunidades indígenas.

- Obtener y observar las condicionantes preestablecidas por las autoridades municipales, que rigen en el área donde se ubica el terreno, previo a su selección, de acuerdo con el POT de cada municipio, en cuanto al uso del suelo.

✓ Criterio Legal (división predial) y económico

La localización del área para la construcción de la subestación, pertenece a un solo propietario, donde el área predial de la empresa coordina su adquisición apoyada por la gerencia de Proyectos de Subestaciones. Adicionalmente se considera que la adquisición de terrenos sea posible y eficiente, evaluando sus costos a través de un perito neutral.

✓ Criterios Técnicos

Los criterios técnicos utilizados para definir la ubicación de la subestación se presentan a continuación.

- Adecuada salida a las líneas de transmisión que provienen de la subestación Chivor y salida de las líneas que van hacia la subestación Norte.
- El sitio seleccionado no ocasionará que se incremente la longitud de la línea en más del 1 % del tamaño considerado en el plan de negocios.
- Permitir la construcción de los futuros proyectos de expansión del sistema de transmisión en 230 kV. La ruta de las líneas depende directamente del uso del suelo donde se diseñen, es decir la ruta no debe pasar por zonas restringidas ambientalmente generando limitaciones a las posibles rutas. De igual manera la selección del lote depende directamente de la topología diseñada y es por eso, que es necesaria la coordinación entre los diseñadores de líneas y el personal encargado de la consecución del lote.

- o Análisis de criterios de selección de ubicación de la subestación Chivor II (San Luis) por municipio

Los criterios descritos anteriormente, permitieron realizar el análisis de las posibles ubicaciones por municipio; en la .

Tabla 2-8 se presenta el análisis de criterios para el Municipio de San Luis de Gaceno y en la Tabla 2-9 para el municipio de Santa María.

Tabla 2-8 Análisis de criterios de selección en el Municipio de San Luis de Gaceno

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Clasificación general del	Los terrenos encontrados que	Existen terrenos en la zona

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
terreno y modelo de ordenamiento territorial	aplican para la construcción de la subestación están ubicados en la zona Rural, la zona urbana presenta desarrollo de diferentes tipo como residencial, comercial e Industrial poco desarrollado.	Rural.
Criterio Constructivo	El municipio San Luis de Gaceno, cuenta con malla vial en la zona urbana y rural (Sobre la vía que conduce hacia Santa María), con vías de acceso adecuadas, Actualmente los caminos verdales existentes no permiten el acceso adecuado para los predios ubicados en sectores alejados de la vía principal.	Cuenta con las vías necesarias de acceso sobre la Vía Principal que conduce a Santa María.
Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico	Topográfico: El terreno en su mayor parte es de altas pendientes, se presenta con algunas zonas planas sobre la vía que conduce de San Luís de Gaceno a Santa María. Hidrológico: Los terrenos que sirven para la construcción de la subestación, se encuentran adyacentes al rio Lengupa.	Presenta un alto riesgo de inundación en las zonas rurales próximas al casco urbano, los predios que están ubicados cruzando el río Lengupa, sobre la vía que conduce de Santa María a San Luís de Gaceno aproximadamente 2,85 km antes de llegar al casco urbano del municipio no son inundables.
Criterio ambiental	El municipio de San Luis de Gaceno cuenta con un porcentaje del 41.68% de zonas protegidas, en su mayoría se ubican en la zona montañosa del municipio. En estas zonas no es factible la construcción de la subestación, primero por ser restrictivas ambientalmente y segundo porque se ubican en las zonas montañosas dificultando las obras civiles.	El municipio cuenta con restricciones de protección ambiental.
Amenazas naturales	El municipio de San Luís de Gaceno, cuenta con zonas en las que no presentan riesgos de inundación o remoción en masa.	Algunas zonas no presentan riesgo de inundaciones.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Dimensiones mínimas del terreno	En el área urbana no existen lotes con las dimensiones necesarias, mientras que en la zona rural existen lotes con amplia zona para la construcción de la subestación.	Los lotes disponibles están ubicados en la zona rural.
Criterio Social	El municipio de San Luís de Gaceno, no presenta zonas de expansión urbana en los lotes donde se podría construir la subestación y no existe cercanía con hospitales, escuelas o centros de vivienda. El municipio de San Luis de Gaceno presenta un decrecimiento de población de acuerdo a las proyecciones realizadas por el DANE. Si se analiza de manera diferenciada áreas rurales y urbanas el decrecimiento poblacional es más evidente en zonas rurales.	Por las características geográficas en el municipio en la zona urbana no se identifican áreas propicias para la ubicación de una subestación, por lo cual no se evidencian potenciales afectaciones sociales. En las zonas rurales existe una baja densidad poblacional, permitiendo la construcción de la subestación. En esta zona no se presenta acercamientos a centros de concentración de personas.
Criterio Económico	Los posibles lotes existentes no requieren de una adecuación de vías de acceso, adecuación en protección contra posibles inundaciones del río Lengupa (construcción de muros de protección o Jarillones), adecuaciones civiles en el manejo de aguas, lo que conlleva a una gran inversión económica.	Es viable económicamente
Criterios Técnicos	Los lotes disponibles son técnicamente adecuados ya que las rutas de llegada de las líneas provenientes de la conexión con Chivor y las líneas de salida que van a Norte, no requieren desvíos para ingresar a zonas de reserva ambiental; aumentando de esta manera la longitud de las líneas.	Los lotes disponibles en la zona rural se adecuan a los requerimientos técnicos necesarios.

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-9 Análisis de criterios de selección en el Municipio de Santa María

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Clasificación general del terreno y modelo de ordenamiento territorial	Los terrenos encontrados que aplican para la construcción de la subestación están ubicados en la zona rural.	Existen terrenos en la zona rural.
Criterio Constructivo	El municipio Santa María, no cuenta con malla vial en la zona rural, con vías de acceso adecuadas; los caminos existentes veredales, no permiten el acceso adecuado a los predios rurales existentes.	No cuenta con las vías necesarias.
Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico	Topográfico: El terreno en su mayor parte es de altas pendientes, se presenta con algunas zonas planas al costado Occidental del río Lengupa, pero que no cuenta con vías de acceso suficientes. Hidrológico: Los terrenos que sirven para la construcción de la subestación, no se encuentran bajo riesgos por el componente hidrológico; se ubica en áreas cercanas al río Lengupa y la construcción no afectaría el recurso hídrico superficial o subterráneo. Geotécnico: Actualmente el suelo se observa de consistencia sólida, bajos en zonas de acumulación de aguas lluvias,	Presenta un alto riesgo de inundación en las zonas rurales por el río Lengupa, los predios están ubicados en el costado occidental del río no cuentan con vías de acceso suficientes.
Criterio ambiental	El municipio de Santa María, se encuentra rodeado por reservas naturales, lo que impide la llegada de las líneas de transmisión que alimentarían la subestación Chivor II. Además posee reservas de protección por rondas de agua, cuerpos de agua y reservas forestales que imposibilitan la llegada de las nuevas líneas en el STN y	El municipio está rodeado por restricciones de tipo ambiental.

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	STR.	
Amenazas naturales	Dentro de la zona que entra en el radio seleccionado por la UPME cuenta con zonas de alto riesgo por posibles inundaciones del río Lengupa. Alto riesgo de inundación.	
Dimensiones mínimas del terreno	En la zona rural existen lotes con amplia zona para la construcción de la subestación.	Los lotes disponibles están ubicados en la zona rural.
Criterio Social	El municipio de Santa María, no presenta zonas de expansión urbana en los lotes donde se podría construir la subestación y no existe cercanía con hospitales, escuelas o centros de vivienda; además presenta un decrecimiento de población de acuerdo a las proyecciones realizadas por el DANE. Si se analiza de manera diferenciada áreas rurales y urbanas el decrecimiento poblacional es más evidente en zonas rurales.	Por las características geográficas en el municipio no se identifican áreas propicias para la ubicación de una subestación, por lo cual no se evidencian potenciales afectaciones sociales.
Criterio Económico	Los posibles lotes existentes requieren de una adecuación de vías de acceso, lo que conlleva a una gran inversión económica.	No es viable económicamente
Criterios Técnicos	Los lotes disponibles no son técnicamente adecuados ya que las rutas de llegada de las líneas provenientes de la conexión con Chivor y las líneas de salida que van a Norte, requieren desvíos para ingresar a zonas de reserva ambiental; aumentando de esta manera la construcción de las líneas de transmisión. De igual manera para ingresar a los posibles lotes se hace necesario la construcción de puentes que crucen el río Lengupa, debido a que la única vía de acceso es la carretera principal que va a San Luis de	Los lotes no se adecuan a los requerimientos técnicos necesarios.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	Gaceno. Las obras civiles se dificultarían debido a las condiciones del terreno, presentando un gran riesgo por inundaciones.	

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

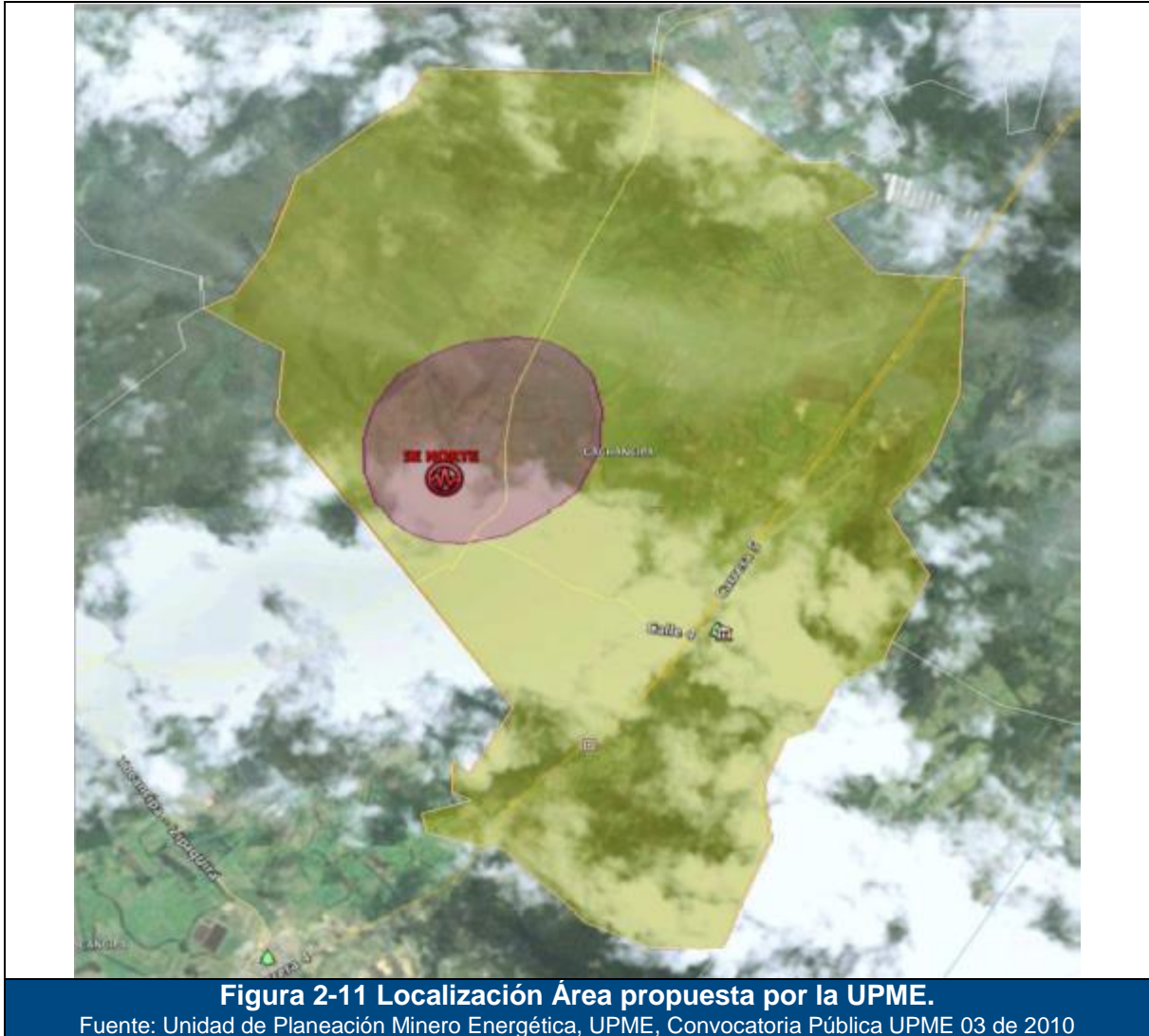
De acuerdo al análisis realizado anteriormente, se concluyó que en el municipio San Luis de Gaceno se encuentran los predios de mayor viabilidad para la construcción de la subestación Norte, el cual se presenta en Figura 2-10.



➤ **Subestación Norte**

La determinación de la ubicación final de la Subestación Norte, cuenta con un antecedente propuesto por la UPME, la cual consideró que el lote para la construcción de

la subestación Norte se debía localizar en inmediaciones de los municipios de Tocancipá, Gachancipá y Sesquilé en Cundinamarca. (Figura 2-11).



La UPME hizo en su momento una recomendación adicional para que la subestación estuviera localizada en un radio de aproximadamente 1,25 km del punto georreferenciado

a 5° 00' 47.20" de Latitud Norte y 73° 53' 22.04" de Longitud Oeste, según coordenadas del software Google Earth, a una altura alrededor de los 2.550 msnm.²

En la Figura 2-12 se presenta el área propuesta por la UPME, con un radio de 1.25 km, siendo P0 el punto geo-referenciado. Se observa en la figura que, la ubicación de esta área se encuentra únicamente en el municipio de Gachancipá.

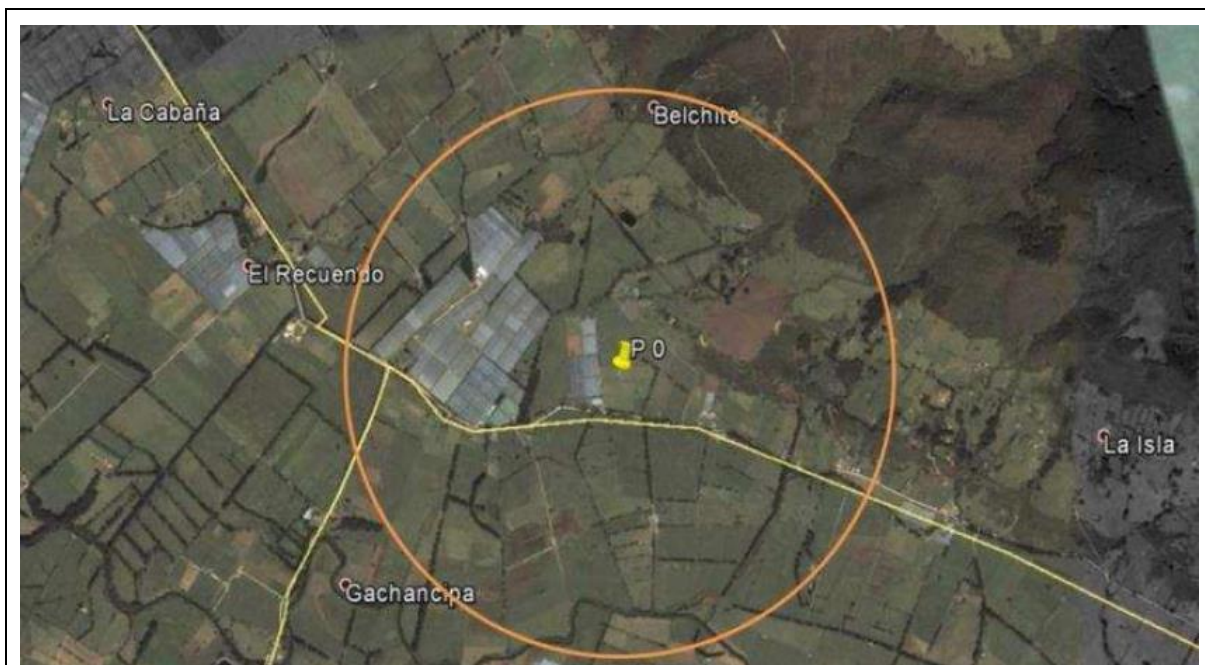


Figura 2-12 Localización Área recomendada por la UPME con radio de 1,25 km.

Fuente: Unidad de Planeación Minero Energética, UPME Convocatoria Pública UPME 03 de 2010

Finalmente para la propuesta definitiva de ubicación de la subestación Norte, la Empresa de Energía de Bogotá – EEB analizó alternativas adicionales en los municipios de Tocancipá, Gachancipá y Sesquilé.

- Análisis de criterios de selección de ubicación por de la subestación Norte por municipio

² Información extraída del documento oficial “Análisis del área de influencia del proyecto Chivor – Chivor II – Norte – Bacatá 230 kV Objeto de la convocatoria pública UPME 03 del plan de expansión 2010”.

Los criterios utilizados para la selección del predio o ubicación de la subestación Norte corresponden a los mismos criterios utilizados para el análisis que permitió definir la ubicación de la subestación Chivor II (San Luis). De acuerdo a esto, a continuación se presenta el análisis de cada criterio en los municipios incluidos en el análisis.

En la Tabla 2-10 se presenta el análisis de criterios para el predio ubicado en el municipio de Tocancipá.

Tabla 2-10 Análisis de criterios de selección predio en el Municipio de Tocancipá

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Clasificación general del terreno y modelo de ordenamiento territorial	Los terrenos encontrados que aplican para la construcción de la subestación están ubicados en la zona Rural, la zona sub-urbana presenta desarrollo de tipo ocupacional tipo vivienda o de desarrollo industrial.	Existen terrenos en la zona Rural.
Criterio Constructivo	El municipio Tocancipá cuenta con malla vial en la zona urbana y suburbana, pero en los posibles lotes donde se construiría la subestación no cuenta con vías de acceso adecuadas, en este momento hay caminos verdales de uso agropecuario que no fueron construidas para uso industrial, además, no se pueden adecuar o ampliar sin incurrir en un gran costo económico.	No cuenta con las vías necesarias de acceso.
Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico	Topográfico: El terreno en general es plano, se presenta un cambio de nivel en la zona sub-urbana. Hidrológico: Los terrenos que sirven para la construcción de la subestación, los cruza el río Bogotá y son de protección por ronda hídrica, presentan un alto nivel de riesgo por inundación. Geotécnico: Actualmente el suelo se observa de consistencia sólida, bajos en niveles de inundación, bajos en zonas de acumulación de aguas lluvias, pero se hace	Presenta un alto riesgo de inundación.

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	necesario el estudio de suelos para definir como es el estado real del suelo en la zona.	
Criterio ambiental	El municipio de Tocancipá se encuentra rodeado por reservas naturales, lo que impide la llegada de las líneas de transmisión que alimentarían la subestación Norte. Además posee reservas de protección por rondas de agua, cuerpos de agua y reservas forestales que imposibilitan la llegada de las nuevas líneas en el STN y STR.	El municipio está rodeado por restricciones de tipo ambiental.
Amenazas naturales	Se presenta un alto riesgo de inundación por el río Bogotá, ya que cruza la zona rural del municipio.	Presenta riesgo de inundaciones.
Dimensiones mínimas del terreno	En el área sub-urbana no existen lotes con las dimensiones necesarias, mientras que en la zona rural existen lotes con amplia zona para la construcción de la subestación.	Los lotes disponibles están ubicados en la zona rural.
Criterio Social	El municipio de Tocancipá muestra un gran crecimiento industrial y por ende un crecimiento en las zonas urbanas y suburbanas. En los lotes donde se podría construir la subestación no existe cercanía con hospitales, escuelas o centros de vivienda.	La ubicación de la subestación no presenta acercamientos a centros de concentración de personas.
Criterio Económico	Los posibles lotes existentes requieren de una adecuación de vías de acceso, adecuación en protección contra posibles inundaciones del río Bogotá (construcción de muros de protección o Jarillones), adecuaciones civiles en el manejo de aguas, lo que conlleva a una gran inversión económica.	No es viable económicamente
Criterios Técnicos	Los lotes disponibles no son	Los lotes no se adecuan a los

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	técnicamente adecuados ya que las rutas de llegada de las líneas provenientes de Chivor y las líneas de salida que van a Bacatá, requerirían una gran cantidad de desvíos para evitar entrar a zonas de reserva ambiental; aumentando de esta manera la construcción de las líneas de transmisión.	requerimientos técnicos necesarios.

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

En la Tabla 2-11 se presenta el análisis realizado para la selección de predio en el municipio de Gachancipá.

Tabla 2-11 Análisis de criterios de selección predio en el Municipio de Gachancipá

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Clasificación general del terreno y modelo de ordenamiento territorial	El municipio de Gachancipá tiene un uso del suelo urbano, sub-urbano y rural. Actualmente presenta un crecimiento industrial lo que ha incrementado el uso del suelo urbano. Posee zonas rurales con predios de gran extensión en la parte norte del municipio, que sirven para la construcción de la subestación Norte	Existen lotes en la zona norte del municipio que sirven para la construcción de la subestación Norte.
Criterio Constructivo	Posee una gran malla vial principal tipo VR-1, además cuenta con malla vial que atraviesa toda la zona rural del municipio, de igual manera cuenta con una malla tipo VR-3 facilitando el acceso a los predios rurales.	Cuenta con la infraestructura necesaria en mallas viales principales y rurales para el fácil ingreso a los posibles lotes.
Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico	Topográficos: Los lotes que sirven para la construcción de la subestación no presentan cambios radicales de nivel, los lotes existentes en la zona rural son planos. Hidrológico: El municipio de Gachancipá lo cruza el río	Presenta una pequeña probabilidad de inundación por el río Bogotá, se recomienda hacer estudios de inundabilidad. El suelo superficial presenta un buen aspecto, pero es necesario efectuar estudios de

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	<p>Bogotá y tiene protección por ronda hídrica.</p> <p>Los lotes posibles están alejados del río Bogotá, lo cual disminuye el riesgo de Inundación</p> <p>Geotécnico: el suelo observado da consistencia sólida, no se ven lagunas, pozos o encharcamientos producto de las lluvias. Para obtener resultados concretos es necesario En la zona donde se encuentran los lotes, tiene una topografía llana sin grandes cambios de nivel.</p>	<p>suelos para determinar el estado real del suelo.</p>
Criterio ambiental	<p>El municipio está rodeado por áreas forestales, a excepción del costado norte del municipio, donde hay un corredor libre que se adecua perfectamente a las necesidades técnicas requeridas para la construcción de la subestación Norte.</p>	<p>Existe una zona libre de protección ambiental en el costado norte del municipio. Se puede utilizar como corredor para las líneas de transmisión que llegan y salen de la subestación.</p>
Amenazas naturales	<p>Se pueden presentar inundaciones por desbordamiento del río Bogotá, se deben efectuar estudios hídricos y de inundabilidad para determinar si es viable la construcción de la subestación en los lotes disponibles en la zona rural del municipio de Gachancipá.</p>	<p>En la zona norte del municipio debido a que se encuentra retirado del cauce del río Bogotá hay una muy baja probabilidad de inundación por desbordamiento.</p>
Dimensiones mínimas del terreno	<p>La mayor parte del municipio está conformado por lotes pequeños de uso residencial o lotes medianos de uso agropecuario. En la parte norte del municipio existen lotes con el área necesaria requerida para la subestación.</p>	<p>En la zona norte existen predios con el área necesaria para la subestación. La mayor parte del municipio tiene lotes pequeños o medianos.</p>
Criterio Social	<p>La parte de mayor ocupación es la zona sur del municipio, donde se encuentran las escuelas, oficinas, iglesia, empresas. Los lotes de la parte</p>	<p>Los lotes que servirían, están ubicados en el costado norte del municipio, no se encuentran cerca de hospitales, iglesias, residencias</p>

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
	norte son rurales con una mínima ocupación de personas, existe la Escuela San José que se encuentra alejada de los posibles lotes donde se construiría la subestación norte.	o de lugares de gran concentración de personas.
Criterio Económico	Los lotes de la parte norte del municipio, no incurrirían en gastos de adecuación de vías o de infraestructura necesaria para la construcción de la subestación. Cuentan con la malla vial necesaria para el fácil acceso a estos lotes. Con el estudio de inundabilidad se podrá definir si es necesario efectuar obras civiles de protección contra posibles inundaciones producidas por el río Bogotá.	El proyecto es viable económicamente si se selecciona un lote en el costado norte del municipio ya que no requiere inversiones económicas adicionales por concepto de adecuación de vías. Los lotes del costado central o sur del municipio no son viables económicamente porque implicaría la compra de varios lotes o compra comunal para obtener un lote con el área necesaria, esto conllevaría gastos adicionales económicos y en tiempo que impactaría directamente el proyecto.
Criterios Técnicos	Los lotes ubicados en el norte el municipio sirven técnicamente, ya que están cerca de un corredor libre de protecciones ambientales por donde podría pasar las líneas de transmisión con un impacto mínimo sobre los recursos naturales. La longitud de las líneas se ajusta a las establecidas en el plan de negocios. No se prevé que haya opción de un crecimiento industrial o residencial en la zona que pueda ocasionar inconvenientes para los proyectos futuros.	En el costado norte del municipio hay una zona libre de restricciones ambientales, lo que permite la creación d un corredor para las líneas de transmisión.

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. ESP – EEB. 2016

En la Tabla 2-12 se presenta el análisis de los criterios para la selección del predio en Sesquilé.

Tabla 2-12 Análisis de criterios de selección predio en el Municipio de Sesquilé

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Clasificación general del terreno y modelo de ordenamiento territorial	El municipio del Sesquilé posee zonas urbanas, sub-urbanas y rurales, pero están rodeadas por grandes zonas de protección ambiental y de cuerpos de agua (Embalse de Tominé), lo que cierra las posibilidades de conseguir un lote adecuado para la construcción de la subestación.	No hay lotes disponibles que cumplan con los requerimientos técnicos necesarios para la construcción de la subestación Norte.
Criterio Constructivo	Tiene una malla vial principal tipo VR-1 y de tipo VR-2 que dan acceso a los terrenos de la parte nor-occidental del municipio, además cuenta con una malla vial tipo VR—3 pavimentada y sin pavimentar que dan acceso a la parte sur del municipio.	Tiene una malla vial disponible, pero no aplica debido a que no hay lotes disponibles.
Criterio topográfico, hidrológico y geotécnico	Topográfico: El municipio cuenta con terrenos llanos y con terreno con desnivel importantes. Hidrológico: Está rodeado en la parte nor-occidental por la cuenca del río Bogotá y en la parte sur por el embalse del Tominé. Geotécnico: el suelo presenta zonas con empozamiento, y posibles zonas de inundación. Para conocer el estado real del suelo se hace necesario efectuar estudios de suelos.	Tiene una alta probabilidad de inundación por la ronda del río Bogotá y el embalse de Tominé.
Criterio ambiental	Todo el municipio de Sesquilé está cerrado por áreas forestales y de protección de cuerpos de agua, que imposibilitan la entrada de las líneas del SRT y STN	El municipio está cerrado por zonas de protección ambiental y de cuerpos de agua.
Amenazas naturales	Tiene la ronda del Río Bogotá en la zona nor-occidental del municipio, además, posee el embalse de Tominé. La zona tiene un alto porcentaje de inundación.	Tiene una alta probabilidad de inundación por la ronda del río Bogotá y el embalse de Tominé.

CRITERIOS	RESULTADOS OBTENIDOS	CONCLUSIÓN
Dimensiones mínimas del terreno	Los lotes que existen en el municipio son pequeños, no hay un lote que tenga las dimensiones necesarias para la construcción de la nueva subestación. El único corredor posible está conformado por una gran cantidad de lotes pequeños, y dentro del casco suburbano.	No hay lotes con el área necesaria para la construcción de la subestación Norte.
Criterio Social	No existe un lote que cumpla con los requerimientos técnicos, por lo tanto no hay afectación social. De adquirir muchos predios pequeños se potencia un impacto a la población rural grande y es posible que se afecte la actividad económica productiva de la zona.	No hay afectación social debido a que no hay lotes disponibles.
Criterio Económico	No existe un lote que cumpla con los requerimientos técnicos, por lo tanto no se recomienda comprar algún lote en Sesquilé.	No hay afectación social debido a que no hay lotes disponibles.
Criterios Técnicos	El único corredor disponible está conformado por una gran cantidad de lotes pequeños, cerrando las posibilidades de consecución de lotes. No hay corredores disponibles para las llegadas de las líneas de transmisión, todo el municipio de Sesquilé está cerrado por zonas con protección ambiental o zonas de protección de cuerpos de agua o predios de tamaño muy pequeño. Se optimiza la longitud de la línea en 3%.	No es viable técnicamente.

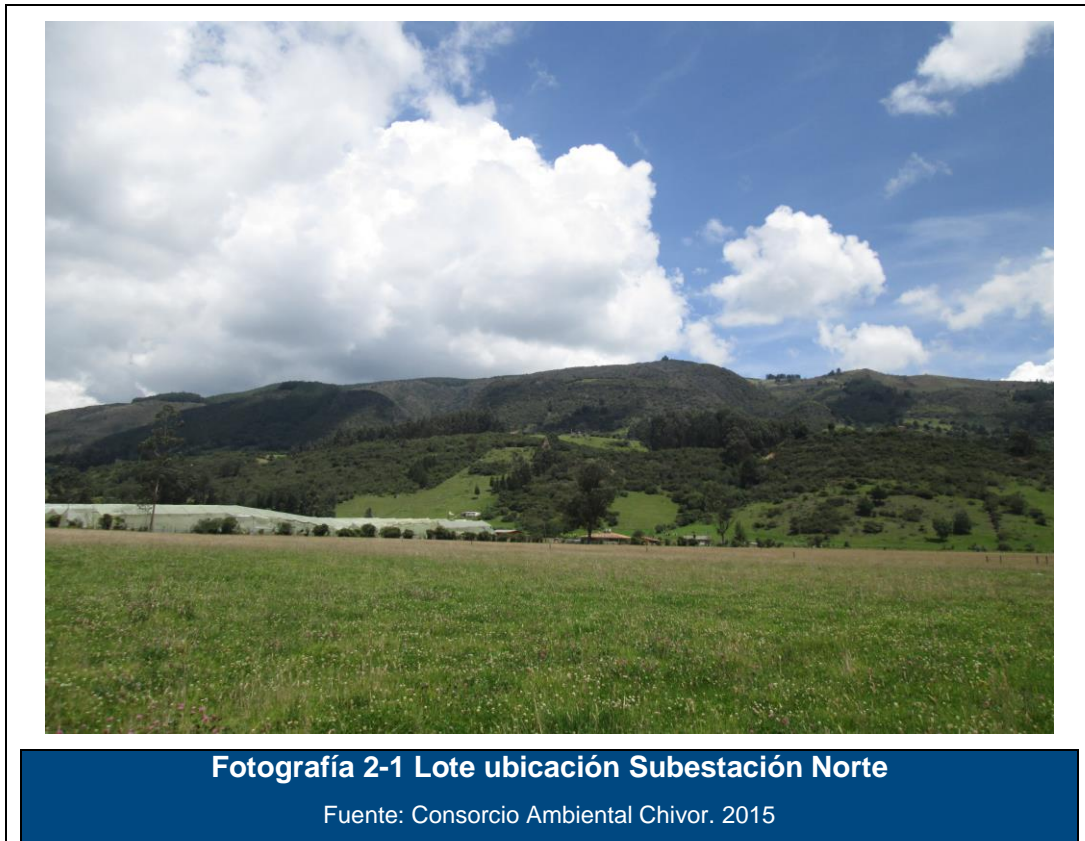
Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. ESP – EEB. 2016

Los resultados obtenidos del análisis de criterios determinaron que en los municipios de Sesquilé y Tocancipá no hay lotes disponibles por restricciones ambientales, por amenazas naturales, por tamaño de predios o por posible afectación social y productiva.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

De esta manera se determinó que la zona donde existían posibles lotes, corresponde al costado norte de Gachancipá. En la Fotografía 2-1, se presenta la ubicación final de la subestación Chivor II (San Luis).



Recomiendo incluir un párrafo con los análisis técnicos del predio una vez seleccionados estudio de suelos, levantamiento topográfico, prospección arqueología, estudio de inundabilidad, estudio de afectación de la subestación a poliducto existente, entre otros.

2.3.1.2. Especificación Técnica para las Subestaciones del proyecto:

Una subestación es un punto dentro del Sistema de Transmisión Nacional en donde se cambian los niveles de tensión y corriente con el fin de minimizar pérdidas y optimizar la distribución de la potencia por todo el sistema.

Es además el centro donde se recibe y reparte la energía producida en las centrales generadoras, maniobrando y controlando los flujos de potencia a los diferentes centros de consumo, manteniendo los requerimientos de calidad definidos por la CREG.

- **Elementos Principales de las Subestaciones**

La disposición, característica y cantidad de equipo para cada subestación, depende directamente de la configuración definida por la UPME, de acuerdo con el nivel de confiabilidad requerido para las subestaciones en cuestión. La subestación Chivor II (San Luis) 230 kV configuración Interruptor y medio, Norte 230 kV configuración Interruptor y medio y Bacatá 230 kV en doble barra con seccionador de transferencia.

- **Configuración Interruptor y Medio**

Se tienen tres interruptores (diámetro) por cada dos salidas. Se puede hacer mantenimiento a cualquier interruptor o barraje sin suspender el servicio y sin alterar el sistema de protección.

Una falla en un barraje no interrumpe el servicio a ningún circuito. Es segura y confiable tanto por falla en los interruptores como en los circuitos y en las barras. No es flexible porque se opera con ambas barras energizadas y todos los interruptores cerrados. El hecho de tener dos barras no significa que los circuitos puedan ser conectados independientemente a cualquiera de ellas, como en el caso de la doble barra. La protección y el re cierre se complican por el hecho de que el interruptor intermedio (entre dos circuitos) debe trabajar con uno u otro de los circuitos asociados.

- **Configuración doble barra con seccionador de transferencia**

Esta configuración incorpora aun mayor cantidad de elementos que la configuración de interruptor y medio por lo que es más costosa y ocupa mayor área, entre estos elementos encontramos dos barrajes uno principal y uno llamado de transferencia, un interruptor y dos seccionadores que conforman el campo acoplador de barrajes; del mismo modo se adiciona un seccionador más para conectar cada línea directamente a la barra de transferencia. El campo acoplador puede remplazar cualquier interruptor de línea en caso de falla o mantenimiento pero el barraje de transferencia está diseñada para soportar la carga de una sola línea. Es decir, que no pueden estar dos interruptores de línea conectados a la barra de transferencia.

Para visualizar el detalle de la configuración de cada una de las subestaciones ver ANEXO_CAP2/8: diseño subestaciones/ anexo 23 Diagrama Unifilar Norte, Anexo 24 Diagrama Unifilar Chivor II y Anexo 23 Diagrama Unifilar Bacatá, particularmente en los siguientes documentos:

- BACATÁ EEB-U310-CT100468-S141-DIS2100.A3R
- CHIVOR II EEB-U310-CT100468-S139-DIS2100.A2R
- NORTE EEB-U310-CT100468-S140-DIS2100.A4R

En una subestación eléctrica de alta tensión se encuentran además de las estructuras y soportes que facilitan la llegada y salida de las líneas, un conjunto denominado "elementos principales de la subestación". Estos elementos se clasifican en 3 categorías así:

- Equipo de patio
- Equipo de tablero
- Servicios auxiliares

Equipo de patio: Son elementos constitutivos del sistema de potencia que se encuentran instalados en el patio de conexiones, generalmente a la intemperie, estando expuestos a las condiciones ambientales. Son estos:

- Transformador de Corriente (T.C).
- Transformador de Potencial (T.P)
- Transformador de Potencia
- Interruptor de Potencia (I)
- Seccionador (S) y Seccionador con cuchilla de puesta a tierra (SCPT)
- Pararrayos (PY)
- Barrajes y Estructuras.

El espacio ocupado por el conjunto de equipos pertenecientes a una misma salida de la subestación se denomina "Campo" o "Bahía", por ejemplo Campo de Línea, Bahía de Transformador, etc.

Equipos de tablero: Son todos los elementos de control, medición y protección, indicadores luminosos y alarmas, instalados en la casa de control y soportados por los tableros de la subestación. Su función es facilitar la supervisión y manejo de la subestación, por parte del operador.

Servicios auxiliares: Son todo el conjunto de instalaciones formadas por las fuentes de alimentación de corriente continua y de corriente alterna, de baja tensión que se utilizan para energizar los sistemas de control, protección, señalización, alarmas y alumbrado de una subestación, así como el sistema contra incendio. Las partes del sistema auxiliar son la siguiente:

Servicio de DC: Interruptores, tableros, baterías, alumbrado de emergencia, cargadores.

Servicio AC: Calefacción, alumbrado, aire acondicionado, ventilación, sistemas contra incendio, etc.

Otros

- Caseta de control
- Malla de tierra
- Sistema de apantallamiento.

2.3.1.3. Sistemas de protección

Los equipos de protección que serán instalados cumplen con las partes pertinentes establecidas en la publicación IEC 60255 "Electrical relays", en la IEC 60870 "Telecontrol equipments and systems" y en el caso de los registradores de falla, los archivos de datos utilizarán el formato COMTRADE (Common Format for Transient Data Exchange), recomendación IEEE C37.111.

En todo caso se dará cumplimiento a los requisitos de las protecciones según la Resolución CREG 025 de 1995, incluyendo sus modificaciones o actualizaciones.

2.3.1.4. Sistema de automatización y control de la subestación

Todos los equipos del sistema de automatización deberán cumplir con las norma IEC.

La Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P., garantiza que la arquitectura del Sistema de Automatización permita la ampliación a medida que se expandan las Subestaciones y que sin cambios fundamentales en su arquitectura, permita cambios en la funcionalidad, hardware y software; también garantiza que el Sistema inter - opere (capacidad de intercambiar y compartir recursos de información) con IEDs de diversos fabricantes, razón por la cual deberán utilizarse protocolos abiertos.

Los switches o concentradores de datos de la red de control, serán adecuados para operar en ambientes industriales y cumplir con los siguientes requisitos:

- Cumplir con IEEE 1613 standard - "error free" networking device
- Cumplir con IEC 61850 - standard for networks in substations
- Incluir las siguientes características de red:
 - IEEE 802.1d, message prioritization y rapid spanning tree en MAC Bridges
 - IEEE 802.1q VLAN

- Tener funciones de administración SNMP v2 y RMON.
- Soportar las condiciones de estabilidad bajo las condiciones de prueba descritas en las normas IEC 60068

2.3.1.5. Registradores de fallas

Los registradores de falla se programan de manera que al ocurrir una falla, la descarga del archivo con los datos de la falla, se realice automáticamente a un equipo de adquisición, procesamiento y análisis, en el cual se realizará la gestión de los registros de falla provenientes de equipos instalados en las bahías del Proyecto, incluyendo almacenamiento, despliegue, programación e interrogación remota, cumpliendo con lo establecido en el Código de Redes CREG 025 de 1995, en su última revisión.

2.3.1.6. Interfaz hombre - máquina IHM de la subestación

El sistema de supervisión local efectúa el monitoreo y control del proceso a través de una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA.

Las pantallas o monitores de IHM son suficientemente amplias para mostrar la información del proceso. Toda la información, se despliega, almacena, filtra, imprime en los mismos dispositivos suministrados con el sistema de medida, control y supervisión de la Subestación, la cual tiene como mínimo las siguientes funciones:

- Adquisición de datos y asignación de comandos.
- Auto - verificación y auto - diagnóstico.
- Comunicación con el Centro de Control de la Empresa de Energía de Bogotá S.A.E.S.P., ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.
- Comunicación con la red de área local.
- Facilidades de mantenimiento.
- Facilidades para entrenamiento.
- Función de bloqueo.
- Función de supervisión.
- Funciones del Controlador de Subestación a través del IHM.
- Guía de operación.
- Manejo de alarmas.
- Manejo de curvas de tendencias
- Manejo de mensajes y consignas de operación.
- Marcación de eventos y alarmas.
- Operación de los equipos.
- Programación, parametrización y actualización.
- Reportes de operación.
- Representación visual del proceso mediante despliegues de los equipos de la Subestación, incluidos los servicios auxiliares y las redes de comunicaciones.

- Secuencia de eventos.
- Secuencias automáticas.
- Selección de los modos de operación, local, remoto y enclavamientos de operación.
- Supervisión de la red de área local.

2.3.1.7. Malla de puesta a tierra

El objetivo fundamental de la malla de puesta a tierra en las subestaciones de los proyectos es:

- Evitar tensiones peligrosas entre estructuras, equipos y el terreno durante cortocircuitos a tierra o en condiciones normales de operación que puedan afectar a las personas o equipos de la subestación.
- Evitar descargas eléctricas peligrosas en las personas, durante condiciones normales de funcionamiento.
- Proporcionar un camino a tierra para las corrientes inducidas.
- Permitir la conducción a tierra de cargas estáticas o descargas eléctricas atmosféricas.
- Limitar las tensiones por maniobras.

La malla de puesta a tierra está conformado por un cable de cobre desnudo, generalmente de calibre 4/0 (107 mm²); armado en forma de cuadrícula y sobre la cual se conectan todas las estructuras los equipos de patio por medio de derivaciones o “colas” en cable desnudo con calibre 4/0. La malla de puesta a tierra está formada por los siguientes elementos:

- Cable de cobre desnudo 4/0.
- Varilla de acero con recubrimiento en cobre con diámetro de 5/8” y de 2.4 m de largo.
- Conexión en T y X con soldadura exotérmica.

Para el diseño de la malla de puesta a tierra se tuvo en cuenta:

- La resistividad del terreno donde se van a construir las subestaciones Chivor II (san Luis) y la zona de ampliación en la subestación existente Bacatá. El método utilizado para determinar la resistividad del terreno fue empleando el método de Wenner o método de los cuatro puntos. Se siguieron los parámetros de la norma IEEE Std 81-2012, Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance, and Earth Surface Potentials of a Ground System.
- La resistencia del conductor que conecta los equipos a la malla de tierra.
- El diámetro del conductor tiene la capacidad de soportar las Corrientes circulantes o la máxima corriente de falla que se pueda presentar en el sistema.

- Tensiones de paso: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro).
- Tensión de contacto: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo.
- Se aplicaron los parámetros indicados por la norma Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), Ministerio de minas y energía, Resolución N° 90708 de Agosto 30 de 2013, ICONTEC, NTC 2050 Código Eléctrico Colombiano, ICONTEC, 2002 y la norma IEEE Std 80-2000, Guide for Safety in AC Substation Grounding.

➤ Metodología

La metodología empleada para el diseño de la malla de puesta a tierra de las subestaciones del proyecto se describe a continuación:

- a) Mediciones de resistividad: En el “Estudio de Resistividad del Terreno” se presentan los resultados del modelo de las dos capas en el lote donde se construyen las subestaciones Chivor II (San Luis), Norte y ampliación de la subestación Bacatá.
- b) Modelado de la malla de puesta tierra: Con base en el plano “Disposición física – Vista en planta general” de la subestación Chivor II (San Luis), Norte y Bacatá, se trazan retículas interiores de acuerdo a la ubicación de los equipos y estructuras de la subestación, teniendo en cuenta el tipo de conductor y la resistividad del terreno. Haciendo uso del programa “IEB Tierras” se simula la malla para así obtener el valor de resistencia de puesta a tierra.
- c) Simulación del sistema: Se utilizó la base de datos que tiene XM del Sistema de Transmisión Nacional (STN). Se realiza una simulación de las diferentes subestaciones con el fin de obtener los valores de cortocircuito proyectados en la fecha de entrada en servicio del proyecto y con un horizonte de 5 años (2020). En el caso de estudio se consideró el escenario de cortocircuito máximo.
- d) Modelado del sistema: Se modela la subestación y los diferentes aportes de cortocircuito de las subestaciones vecinas en estado estable del sistema y las líneas de transmisión que se conectan a la subestación. También se consideran las resistencias de puesta a tierra de las torres de las líneas y subestaciones cercanas al proyecto.
- e) Análisis de fallas eléctricas desbalanceadas: Se hace el análisis de las fallas desbalanceadas que pueden presentarse. Se busca con esto determinar el valor crítico de Ground Potential Rise (GPR), el cual servirá para la evaluación de las tensiones de contacto y paso.
- f) Verificación de tensiones de contacto y paso tolerables por el ser humano: De acuerdo con la información topológica y configuración de la malla de puesta a tierra, con los datos de resistividad del terreno, se realiza la evaluación de las

tensiones de contacto y paso a lo largo del área de la malla y se determina si estos son inferiores a los máximos tolerables de acuerdo a lo indicado en el RETIE.

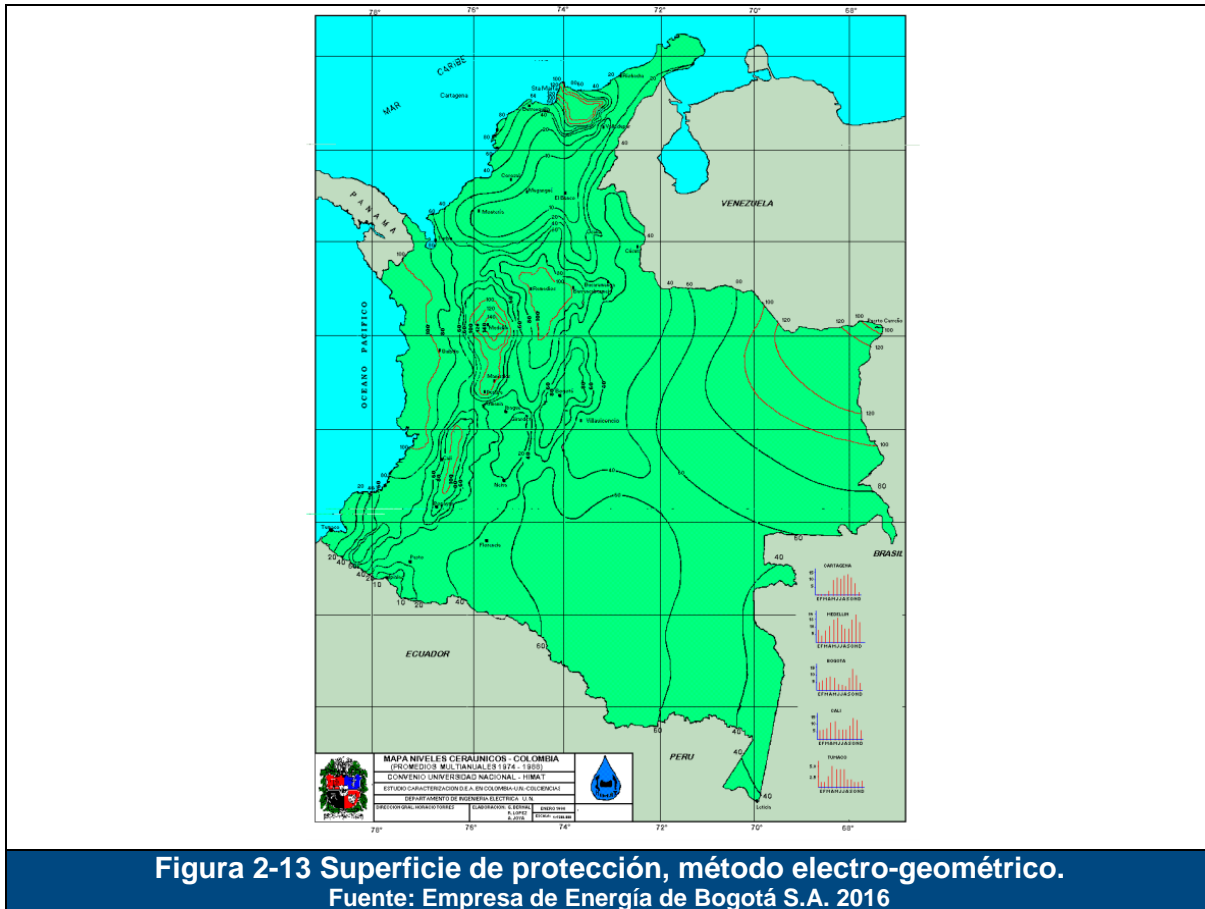
El detalle del diseño de la malla de puesta a tierra se muestra en el ANEXO_CAP2/8- diseño subestaciones/ anexo13 (diseño de malla de puesta a tierra norte), anexo 14(diseño de malla de puesta a tierra chivor II) y anexo 15(diseño de malla de puesta a tierra Bacata), particularmente se detalla en los siguientes documentos:

- Bacatá: EEB-U310-CT100468-S141-DIS1410.A2.0
- Chivor II: EEB-U310-CT100468-S139-DIS1400.A3R
- Norte: EEB-U310-CT100468-S140-DIS1400.A2R

2.3.1.8. Apantallamiento

El objetivo del apantallamiento de la subestaciones Chivor II (San Luis), Norte y ampliación Bacatá es proporcionar la protección adecuada a los equipos contra las descargas directas por rayos o descargas atmosféricas.

Diseño: Para determinar el número de rayos que impactan en la zona se utiliza el mapa de nivel cerámico tomado de las investigaciones efectuadas por la universidad Nacional de Colombia y el cual se observa en la siguiente figura. El mapa indica que en la zona donde se construirá la subestación Norte y Bacatá impactan aproximadamente 30 rayos anuales y en la zona donde se construirá la subestación Chivor II (San Luis) impactan 60 rayos anuales por lo tanto la probabilidad de impacto de un rayo directo sobre las subestaciones excede el 98%, por lo tanto al presentarse una alta probabilidad de descargas con magnitudes perjudiciales se requiere un sistema de apantallamiento, con el cual se protejan los elementos susceptibles a daños físicos por el efecto de los rayos en el patio de conexiones.



Para el diseño del apantallamiento se basa en las siguientes normas:

- Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE
- IEEE guide for safety in a.c. substation grounding. ANSI/IEEE std. 80 - 2000.
- Standard for the installation of lightning protection systems. ANSI/NPFA 780 - 2008.
- Protection of structures against lightning. IEC 1024 -1993.
- IEEE guide for direct lightning stroke shielding of substations. IEEE std. 998 - 1996.
- Norma técnica colombiana. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas. NTC 4552 – 2008

La norma NTC 4552 indica que se debe efectuar un estudio de riesgo para determinar si es necesario efectuar un SIPRA “Sistema de Protección contra Rayos”. Al efectuar este análisis se determina que el de riesgo de pérdida de vida humana y de servicio público de las edificaciones debido a descargas atmosféricas directas a la estructuras y en la

cercanía de estas presenta riesgo no tolerable de $80,0 \times 10^{-5}$, por lo tanto es necesario implementar un sistema de protección contra rayos o apantallamiento. Para efectos del cálculo del riesgo se consideran elementos captadores o puntas Franklin para edificio de control, y cables de guarda para las casetas de relés, los cuales minimizan los daños debido a los efectos de las descargas atmosféricas.

- Sistema de Protección contra rayos en el patio de las subestaciones Chivor II (San Luis), Norte y Bacatá

Está conformado por el cable de guarda; que es un cable desnudo ubicado sobre los equipos a proteger y conectado a tierra a través de los pórticos de la respectiva subestación. Está formando una red ubicada a una altura de 20.5 m soportado de los castilletes de los pórticos y de la primera torre de la salida de líneas, que actúa como blindaje para proteger las partes energizadas de la subestación ante las descargas atmosféricas directas, reduciendo la probabilidad del impacto de una descarga atmosférica sobre los conductores de fase o los equipos de potencia que conforman la subestación. La red de cables de guarda actúa como complemento del sistema de tierra.

En los planos de apantallamiento se muestran en el ANEXO_CAP/8-diseño subestaciones/ anexo 28 Sistema de Apantallamiento Norte, Anexo 29 Sistema de apantallamiento Chivor II, y Anexo 30 Sistema de pantallamiento Bacatá, particularmente en los documentos con los siguientes códigos:

- BACATÁ: EEB-U310-CT100468-S141-DIS1600.A1R
- CHIVOR II: EEB-U310-CT100468-S139-DIS1600.A1R
- NORTE: EEB-U310-CT100468-S140-DIS1600.A1R

Se indica la ubicación de los cables de guarda entre castilletes, así como los detalles de montaje para la instalación de los elementos que lo comprenden. Los bajantes del sistema de apantallamiento para las subestaciones y para el edificio de control llegarán hasta la tierra desde los cables de guarda o puntas Franklin. Todas las bajantes que conforman el sistema de apantallamiento están conectados a una varilla de puesta a tierra; ésta sirve como elemento disipador de la corriente de rayo a través del terreno. Las varillas de puesta a tierra se conectan al sistema general de puesta a tierra de la subestación.

Para determinar la ubicación de esta red se utiliza el método gráfico denominado diseño Electro-geométrico descrito en la NTC 4552. Con esta metodología se determina el manto de protección que hace los cables de guarda en la subestación. En las siguientes figuras se indica el resultado del método electro-geométrico para las subestaciones:

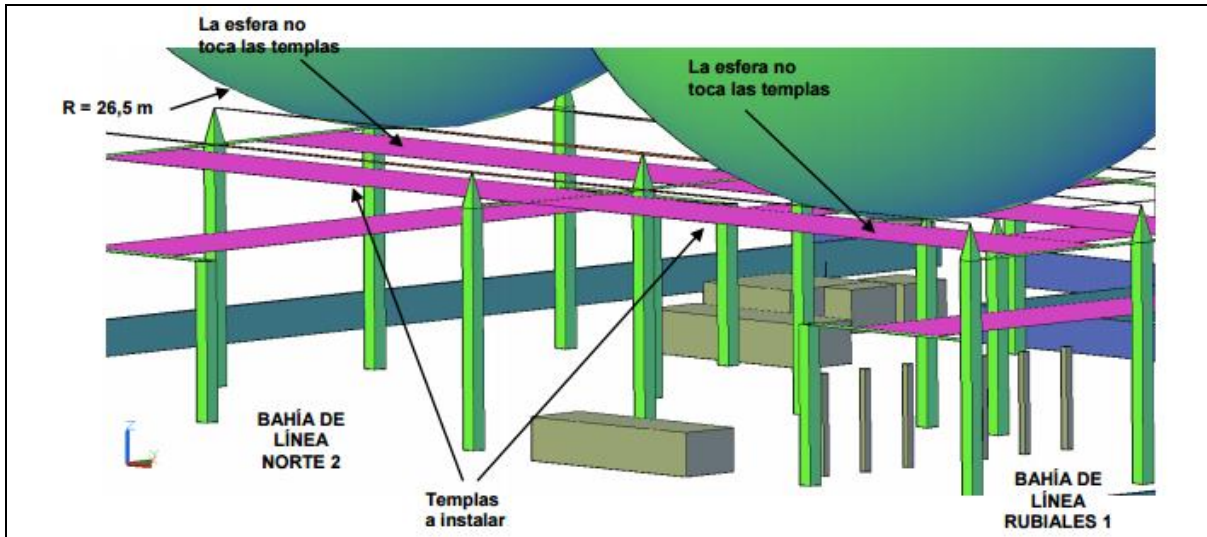


Figura 2-14 Manto de protección del apantallamiento por método Electro geométrico subestación Chivor II (San Luis).
Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

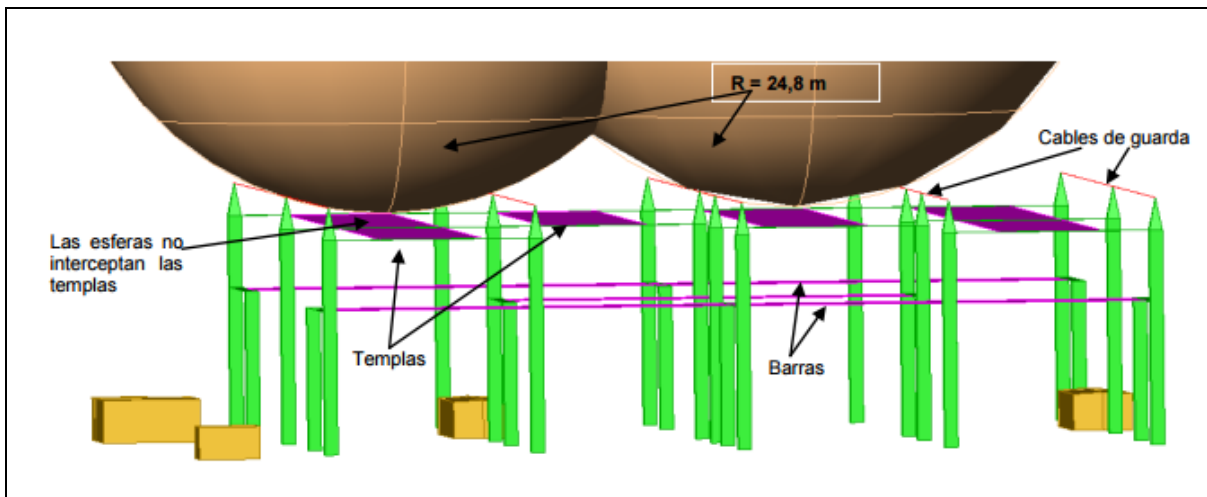
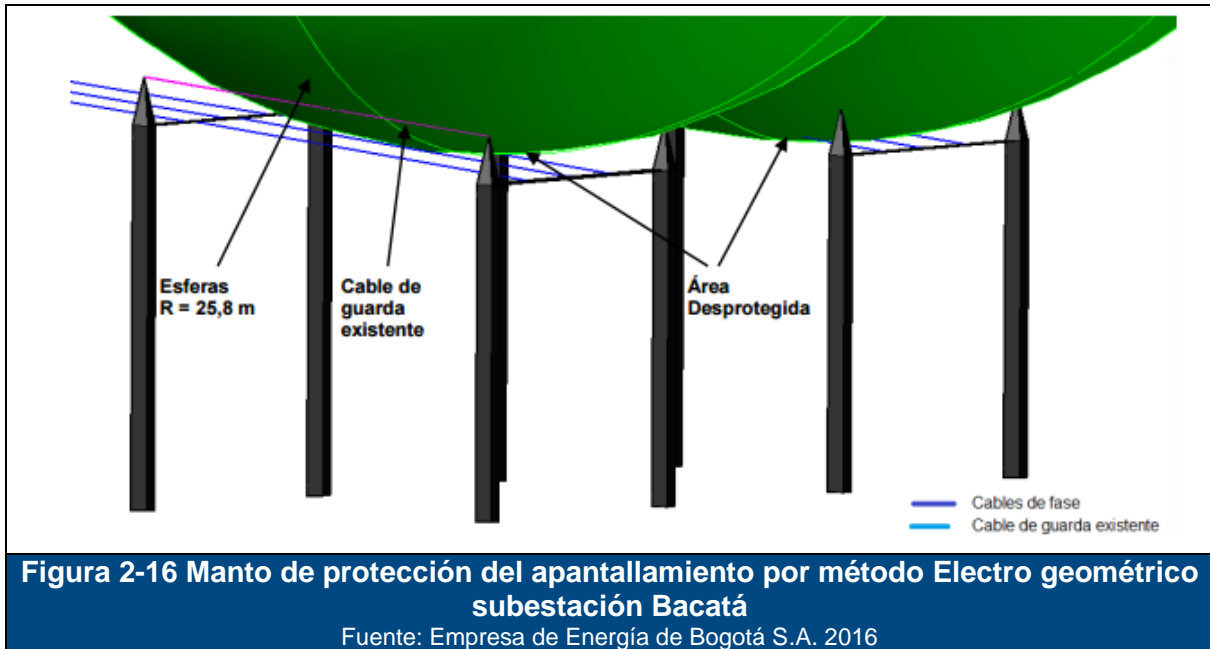


Figura 2-15 Manto de protección del apantallamiento por método Electro geométrico subestación Norte.
Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016



2.3.1.9. Vías de Acceso

- **Subestación Chivor II (San Luis)**

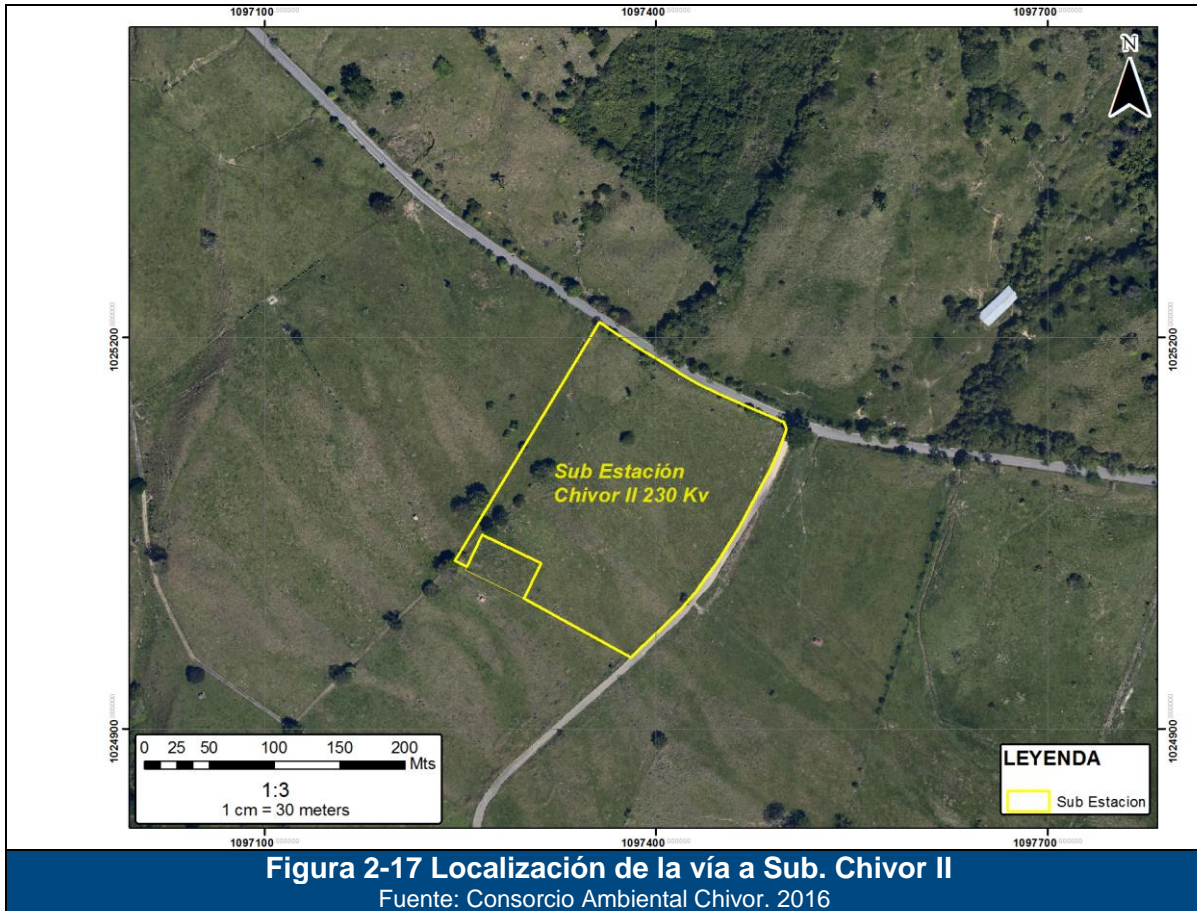
La vía de acceso al predio de la subestación Chivor II (San Luis), se encuentra localizado a borde de la vía que de Santa María conduce hacia el municipio de San Luis de Gaceno, la cual es una vía de dos carriles (uno en cada sentido) asfaltada, se encuentra operando normalmente; esta es una vía primaria de orden nacional que comunica los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Casanare. (Ruta 56).

De esta vía parten los carreteables de acceso hacia los predios o fincas vecinas. El sector donde se ubica el predio es el sitio conocido como Los Esparramos (Hacienda Los Esparramos).

El lote cuenta con un acceso lateral sin capa asfáltica que da acceso a una cantera con explotación actual.



Dentro de la Subestación, en el marco de la actividad de construcción de obras civiles, se se conformará una vía, con sub-base granular de 10 cm de espesor como capa primaria, una base granular como base principal de espesor 15 cm y de afirmación, con capa de cemento asfáltico con riego de imprimación de 5 cm de espesor. Los detalles constructivos así como los resultados de los diseños realizados se exponen en el plano EEB-U310-CT100468-S139-DIS0350.



- **Subestación Norte**

Cuenta con una vía de acceso principal que comunica los municipios de Tocancipá, Gachancipá y Suesca (Vía Bogotá-Tunja -Ruta 55), posteriormente se evidencia una vía terciaria de tipo veredal, que tiene anchos promedios de 6 m construidos en recebo. El Proyecto contempla el mantenimiento de ésta vía de acceso, en caso tal de requerirse por el tráfico de los vehículos pesados que transportarán los transformadores y los equipos.

La subestación se construirá al borde del camino en la vereda de San José



Fotografía 2-3 Vía de acceso Subestación Norte

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

La vía interna en la subestación se realiza con sub-base de 20 cm de espesor granular como capa primaria, una base granular como base principal de espesor 15 cm y de afirmación, con capa de cemento asfáltico y con riego de imprimación de 5 cm de espesor. Para el acceso a la subestación desde la vía municipal se requiere el cruce de un canal de drenaje artificial en el cual se construirá un box culvert en concreto reforzado con el fin de no modificar el drenaje natural del agua en la zona. Los detalles constructivos así como los resultados de los diseños realizados se exponen en el plano EEB-U310-CT100468-S140-DIS0350.

✓ Box culvert para paso de drenajes existentes SE Norte 230 kV

Los box culvert son estructuras monolíticas enteramente en concreto reforzado que permiten el paso interno de elementos físicos. Las cargas que se deben tener en cuenta son las vivas, muertas, impacto y sismo, con las combinaciones de carga descritas en el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes (CCP-95).

La losa superior debe soportar los esfuerzos generados por las cargas generadas durante el montaje y puesta en servicio de la subestación, transmitirlo a los muros y estos a la losa de fondo. La longitud del box culvert es de 7.3 m y variable entre 6.4 m y 8.50m. La profundidad del es de 2.6 metros y será construido en concreto de reforzado de 21 MPa de acuerdo al esquema presentado a continuación:

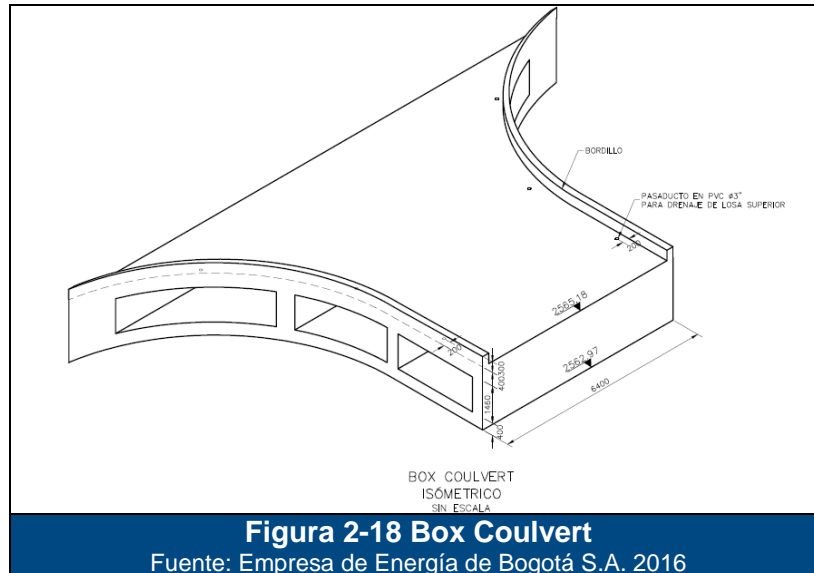
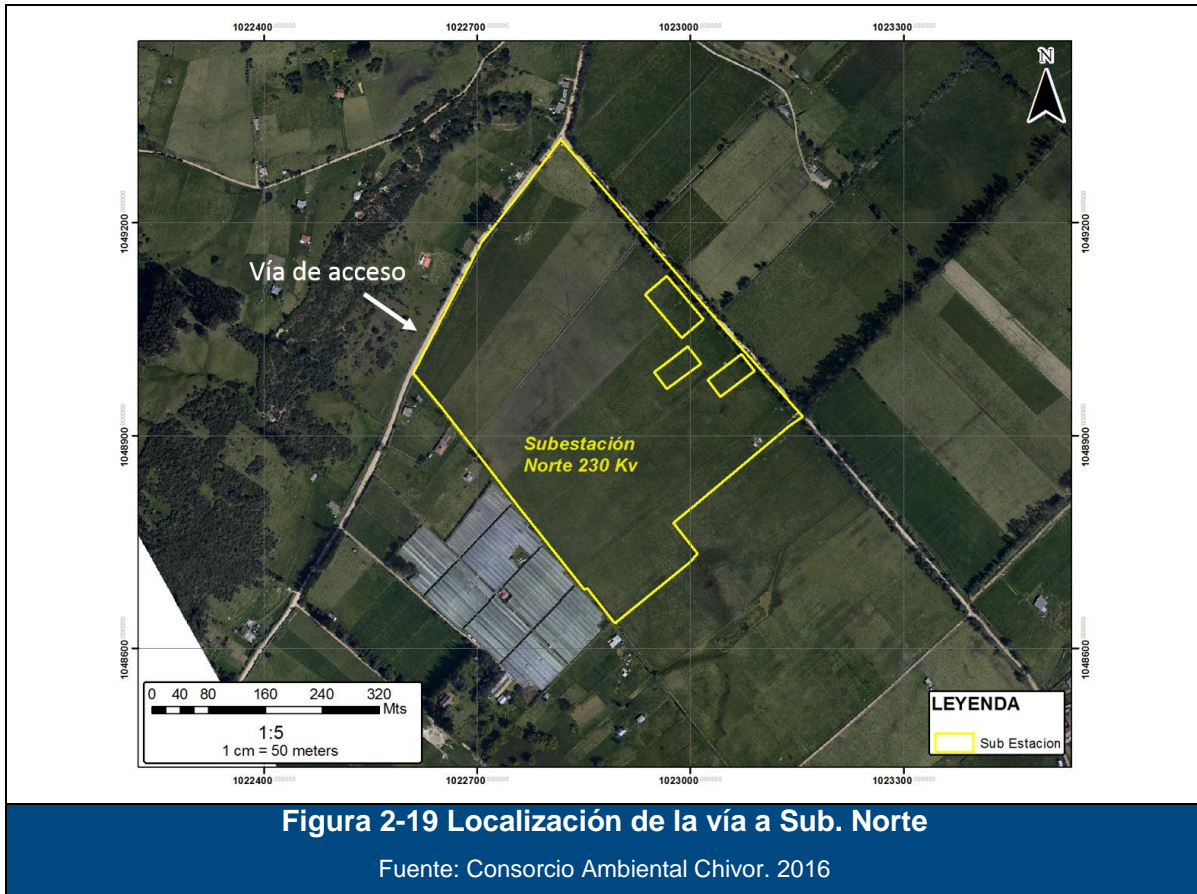


Figura 2-18 Box Couvert

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Los detalles constructivos así como los resultados de los diseños realizados se exponen en el plano EEB-U310-CT100468-S140-DIS0350.



- **Subestación Bacatá**

Ésta subestación existente, actualmente está a cargo de las empresas ISA y CODENSA, la vía de acceso es terciaria o rural con acabado en recebo compactado y cunetas perimetrales en tierra para manejo de escorrentía natural. La vía de acceso hasta la subestación Bacatá inicia desde el intercambiador conocido como La Siberia sobre la vía nacional Ruta 50 que comunica a Bogotá con el municipio de la Vega.



Fotografía 2-4 Vía de acceso Subestación Bacatá

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

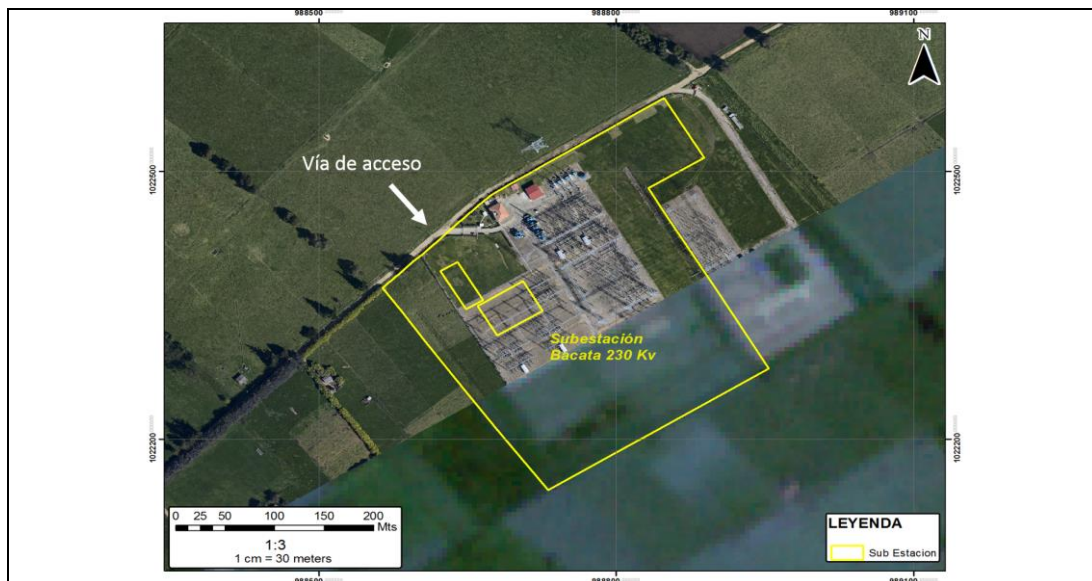


Figura 2-20 Localización de la vía a Sub. Bacatá

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

2.3.1.10. Sistemas de Protección de las Subestaciones

Contemplan todos los aspectos que se tendrán en cuenta para la seguridad de la subestación, como es el cerramiento, caseta de vigilancia y sistemas de detección contra incendios.

- **Cerramientos**

Se han considerado para el proyecto las obras de construcción de cerramiento según el trazado y longitud estimados en la ingeniería desarrollada para el mismo, de acuerdo con los frentes de obra de las subestaciones Norte y Chivor II. (Ver ANEXO_CAP2/8:diseño de subestacione/ Anexo 1 (cerramiento Norte) y Anexo 2 (cerramiento Chivor II) en el cual se incluyen los Planos de cerramiento Norte y Planos de cerramiento Chivor II.

Las actividades consideradas para desarrollar dicho cerramiento se pueden resumir de la siguiente manera:

Las obras de construcción de cerramiento en malla eslabonada y líneas de púas o de lindero del área intervenida dentro del predio consisten en muro bajo o antepecho construido en ladrillo de cemento o bloques de mortero de 60 cm. de altura, el cual se dispone sobre la viga cimiento y entre columnetas en concreto reforzado que, además de confinar lateralmente la mampostería de bloque, soportan (embebidos) los postes metálicos en tubería metálica tipo Aguas negras de D=2” que permiten la fijación de la malla eslabonada a instalar. Esta malla se fija a la tubería A.N. D=2”, con platinas metálicas de ¼” soldadas a manera de “pisamalla”, debidamente templada y tensada.

En la parte superior de los postes se instalan las líneas de alambre de púas sobre la longitud del tubo inclinado a 45 grados. Para la cimentación del muro de antepecho del cerramiento se plantea las excavaciones de la viga cimiento, los machones de cada columna que soportará las tuberías de tendido de la malla, la instalación del solado, el replanteo de ejes y niveles, la colocación o amarre del acero de refuerzo de la viga y columnetas, la fundida del concreto de viga cimiento, y posteriormente se considera la mano de obra de albañilería para construcción de los antepechos bajos en bloque de cemento, la instalación de las tuberías metálicas galvanizadas para soporte tuberías del cerramiento en malla eslabonada y la fundida de las columnetas. Posteriormente se instalara la malla eslabonada, debidamente fijadas con las platinas pisamalla en los tubos verticales, los templetos superiores, la colocación del mortero fijador de malla a la mampostería y la instalación de las líneas de alambre de púas superior en los tubos tipo gallinazo a 45 grados. La longitud proyectada en la subestación Norte es de 1300 metros lineales y de 500 metros lineales para la subestación Chivor II.

Se aclara que esta actividad no aplica para la SE Bacatá, por tratarse de una ampliación en campos de una subestación existente, detro del mismo lote de la sub-estación existente la cual ya cuenta con cerramientos.

- **Caseta de Vigilancia**

Caseta de vigilancia que se ha considerado para las subestaciones Norte y Chivor II cuenta con un área de 9,61 m², para el caso de la Subestación Bacatá no se ha considerado la construcción de caseta de vigilancia, ya que la subestación cuenta ya con estas instalaciones. En el ANEXO_CAP2/8:diseño subestaciones/ Anexo 3: portería Norte y Anexo 4: portería Chivor II, en los cuales se encuentran los Planos de Portería Norte y Planos de Portería Chivor II.

Consiste en una edificación con estructura principal en concreto reforzado, es decir cimentación en placa plana y vigas de cimiento entre zapatas aisladas, a partir de las cuales se levantan las columnas. Se consideran vigas de corona sobre las cuales se soportará la placa de cubierta, la cual se proyecta como placa maciza de concreto reforzado y con película de impermeabilización superior.

Como fachada se proyectan muros en ladrillo de arcilla a la vista en la cara exterior y friso, estuco y pintura en la cara interna, en los cuales se dejan los vanos correspondientes a puerta de acceso y ventanas perimetrales con visual hacia la puerta vehicular y de acceso a la subestación, así como hacia el patio de conexiones de la subestación.

Esta edificación cuenta con un área de baño para los servicios de sanitario y lavamanos. Igualmente se proyectó un mesón como superficie de trabajo para la vigilancia.

Las puertas y ventanas se proyectan en perfilería proyectante de aluminio anodizado y vidrio claro incoloro.

- **Sistema de Detección de Incendios y Extintores**

Para las edificaciones y como parte del control y sistema de mitigación de eventos adversos, se han considerado sistemas de detección de humos conectados a una alarma sonora. Dichos sistemas de detección de humos constan de sensores circulares de techo, los cuales envían un pulso eléctrico a una alarma sonora ubicada en el cuarto principal de mando y hacia el exterior del edificio principal, con el objetivo de alertar al personal de vigilancia.

El interior del edificio, el sitio de ubicación de la alarma sonora será el lugar en el que se instale el monitor la IHM de la subestación, que es el punto donde normalmente debe permanecer el operador de la misma. De la misma forma, en este sitio se habilitaran las estaciones de auxilio o centros de dotación de elementos de seguridad industrial, como son camilla portátil con bandas y hebillas, botiquín de primeros auxilios y extintor manual de 10 lb tipo ABC, para atender al personal que se pueda afectar por algún evento.

2.3.1.11. Tratamiento del Terreno.

- **Material de Lleno para Conformación de Cota de Terraza de Patio**

El área a adecuar para las subestaciones Norte y Chivor II se prevé con un sobre-ancho de 1,0 m. en todas las aristas de las áreas definidas por los cerramientos de dichas subestaciones. Esta área requiere un descapote superficial, según las condiciones de los terrenos y la vegetación detectada en cada una de las zonas la del proyecto. Posteriormente al corte del capote, se realizarán las labores de escarificación y compactación de la rasante superficial, en caso de que la humedad y la consistencia del terreno lo permitan, para a continuación, sobre esta capa de terreno natural “compactada

o mejorada”, se realizará la colocación de una capa de material para conformar la topografía modificada del proyecto.

El objetivo de este proceso de lleno es que las cotas de elevación final de los vértices del predio se ubiquen por encima de la cota de terreno natural, evitando así el ingreso de aguas de escorrentía natural, generada en los alrededores del proyecto, en el ANEXO_CAP2/8:diseño subestaciones/anexo 5 (adecuación de terreno Norte), anexo 6 (adecuación terreno Chivor II) y anexo 20 (adecuación de terreno Bacatá), se detallan los trabajos a desarrollar para la adecuación de terrenos.

La cantidad de material para conformar la terraza superficial de patio en cada frente de obras es:

- En la Subestación Norte es de 4.422 m³.
- En la subestación Chivor es de 3.400 m³
- Para la ampliación de la SE Bacatá no se requieren trabajos de lleno debido a que allí la topografía del proyecto ya cuenta con rasante y pendiente final de patio.

Es de notar que, dadas las características de los materiales encontrados en el predio de la subestación Norte bajo la capa superficial o capote (que son de tipo árenos propensos a licuación) se va a efectuar mejoramiento del terreno mediante micropilotes con grava compactada a alta frecuencia y mientras que en predio de la subestación Chivor II (San Luis) no es necesario la adecuación del suelo, solo nivelación del terreno.

Los trabajos de explanación en lleno y de mejoramiento del terreno se realizaran con material existente en sitio y recopilado de la explanación en corte, con un procedimiento complementario de adición de cemento, para conformar la cota final requerida y no se prevé la compra de material para llenos en canteras externas al predio del proyecto.

2.3.1.12. Materiales a Utilizar en la Construcción de las Subestaciones

Se identificaron los principales tipos y la cantidad de materiales, en forma general, haciendo referencia a materiales para acabado de patio (grava), material de lleno a usar para la conformación de terrazas, así como cable de potencia y de control.

- **Materiales de Acabado de Patio**

Con respecto al material de acabado de patio (o grava de patio), se construirá una base de material granular grueso sobre la superficie del patio de conexiones de la subestación. Dicha base granular tendrá un espesor de 10 cm y cubrirá la extensión total del área destinada a la conexión de equipos.

La cantidad aproximada de este material a incluir en cada frente de obra es:

- SE Norte: 1.465 m³
- SE Chivor II (San Luis): 764 m³

Para la ampliación SE Bacatá se recopilarán inicialmente 1.416 m² de grava de patio existente, con el objetivo de construir las cimentaciones y demás obras civiles requeridas; sin embargo, este material se redistribuirá posteriormente en el área intervenida. Por tal motivo, en este frente no se planea suministrar grava, a menos que por efectos del trasiego y condiciones de limpieza de material, se requiera reponer alguna cantidad mínima del mismo.

• Estructuras Metálicas

En ANEXO_CAP2/8: diseño de subestaciones / anexo 7: estructuras metálicas Norte, Anexo 8: estructuras metálicas Chivor II; se detallan los diseños y parte constructiva de las estructuras metálicas a utilizar en el proyecto.

Con relación a materiales previstos para los perfiles en ángulo que conforman los montantes, cierres y diagonales de las diferentes estructuras de pórticos y de soporte de equipos, debido a que los esfuerzos de tensión o compresión son variables, se prevé la utilización de acero de alta resistencia ASTM-572 grado 50 y/ ASTM A-36.

En cuanto a la tornillería de unión entre elementos, los tornillos serán de rosca normal derecha, de acuerdo con la norma ASTM A-394; las tuercas deben cumplir la norma ASTM A-563; las arandelas planas deberán cumplir las normas ASTM F-436 y ANSI B.18.2.2; y las arandelas de presión deberán cumplir la norma ANSI B.18.21.1 Para todos estos elementos se considera un tratamiento de recubrimiento en fabrica.

El tratamiento de recubrimiento considera una película de acabado exterior en Zinc (o galvanizado) en caliente, la cual se logra por inmersión en solución de ácido para limpieza, para luego realizar una nueva inmersión en otra solución de ácido que, mediante la instalación de terminales eléctricos “ánodo y cátodo” se logra establecer un proceso electrolítico para que el acero adquiera el recubrimiento de zinc por efecto del par galvánico creado entre los dos elementos, obteniendo así una película exterior que protege los componentes contra la corrosión.

2.3.1.13. Tipo y Cantidad de Estructuras en Subestaciones Nuevas: S/E Chivor II (San Luis), S/E Norte y Ampliación S/E Bacatá.

Se identificaron los principales tipos de estructuras que se van a utilizar en cada una de las subestaciones, así como su configuración constructiva general.

Se consideran estructuras metálicas en celosía (compuesta por perfiles tipo “ángulo”) para pórticos conformados por vigas y columnas principales. Dichas estructuras en celosía estarán compuestas por montantes principales en las esquinas extremas que a su vez serán rigidizadas con ángulos verticales y horizontales denominados “ángulos de cierre” y complementadas por ángulos inclinados a 45 grados. Todos estos elementos serán

unidos entre sí por platinas de unión a través de sujetadores roscados tipo “tornillería” compuesta por perno, tuerca, arandelas planas (a cada lado extremo del empalme y arandelas de presión. Se incluirán además en los puntos de sujeción, platinas planas de llenado para evitar transferencia de esfuerzos de flexión a los elementos estructurales principales que conforman la celosía.

Para el caso de los montantes de columnas, los puntos de contacto entre éstos y la cimentación estarán provistos de una platina o placa base de apoyo que podrá estar unida con cordón de soldadura de filete o mediante tornillería de alta resistencia. De igual manera, para dar continuidad a los montantes de columnas y ángulos principales de vigas, la unión estará prevista de platinas o eclisas atornilladas a los ángulos principales que, según las solicitudes de carga, podrán ser sencillas, dobles o por las dos caras de la aleta del ángulo principal.

Para la Subestación Norte, se tienen previstos dos tipos de estructuras para los pórticos, los cuales se catalogan como pórticos principales para soporte de templas superiores y/o de llegada/salida de circuitos y pórticos para barras colectoras. La configuración de estos pórticos es la siguiente:

- Pórticos principales para templas superiores y/o llegada/salida de circuitos: son pórticos con castillete conformados por vigas y columnas, con 17,50 m de altura total, vigas a 15,00 m y 15 m de “luz entre ejes de columnas”.
- Pórticos para barras colectoras: son pórticos sin castilletes conformados por vigas y columnas, con 11.00 m de altura, vigas de las barras principales a esta misma altura y 16.00 m de luz “entre ejes de columnas”.

De igual manera a lo descrito anteriormente para los pórticos, se prevé usar estructuras en celosía como soporte de equipos de patio. Estos soportes están conformados por un cuerpo recto con montantes, ángulos de cierre y ángulos inclinados que cuentan con platinas base en la unión con la cimentación y platinas soporte para la unión con el equipo a soportar. Estos soportes estructurales estarán unidos por medio de tornillería con tuercas, arandelas y rellenos, de forma similar a lo descrito arriba para las estructuras de pórticos.

Las alturas de estas estructuras soporte de equipos varían dependiendo del tipo de equipo que soportan, con el objetivo de mantener el nivel de conexión de equipos. En general estos soportes tendrán una altura promedio entre 2,20 m y 2,50 m.

✓ **Cantidad de Estructuras**

La cantidad de estructuras prevista en cada frente de obra se indica en las

Tabla 2-13, Tabla 2-14 y Tabla 2-15.

Tabla 2-13 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Chivor II (San Luis)

ESTRUCTURA METÁLICAS DE PÓRTICOS		
COLUMNAS	UNIDAD	CANTIDAD
Columna C-1A (h=17,5 m, incluye castillete)	Kg	26.458
Columna C-2 (h=11 m, incluye castillete)	Kg	5.112
VIGAS		
Viga V-1A (1x1x15) h=15m	Kg	5.600
Viga V-2 (1,2x1,2x14) h=11m	Kg	7.908
PERNOS DE ANCLAJE PARA PORTICOS 28,57 mm		1.032
ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS		
Estructura soporte para Interruptor Monopolar 230 kV	Kg	930
Estructura soporte para Descargador de sobretensión	Kg	2.088
Estructura soporte para Aislador tipo Poste	Kg	900
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central	Kg	16.764
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central con CPT	Kg	5.896
Estructura soporte para transformador de tensión	Kg	2.128
Estructura soporte para transformador de Corriente	Kg	2.088
PERNOS DE ANCLAJE PARA EQUIPOS 19,05 mm	Kg	921,6

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-14 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Norte

ESTRUCTURAS METÁLICAS		
COLUMNAS PARA PÓRTICOS	UNIDAD	CANTIDAD
Columna C-14 (h=17,5 m, incluye castillete)	Kg	29.604
Columna C-1 (h=17,5 m, incluye castillete)	Kg	21.330
Columna C-2 (h=11 m, incluye castillete)	Kg	8.946
VIGAS		
Viga V-14 (1x1x15) h=11m	Kg	12.600
Viga V-1 (1x1x14) h=15m	Kg	15.336
Viga V-4 (1x1x10) h=11m	Kg	980

ESTRUCTURAS METÁLICAS		
COLUMNAS PARA PÓRTICOS	UNIDAD	CANTIDAD
PERNOS DE ANCLAJE PARA PORTICOS 28,57 mm		1.926,4
ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS		
Estructura soporte para Interruptor Monopolar 230 kV	Kg	1.566
Estructura soporte para Descargador de sobretensión	Kg	2.880
Estructura soporte para Aislador tipo Poste	Kg	900
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central	Kg	9.900
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central con CPT	Kg	3.900
Estructura soporte para transformador de tensión	Kg	3.300
Estructura soporte para transformador de Corriente	Kg	4.455
PERNOS DE ANCLAJE PARA EQUIPOS 19,05 mm	Kg	1.346,4

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Para el caso de las estructuras de pórticos y de soportes de equipos, para la ampliación de la subestación Bacatá, el esquema de tratamiento es similar a lo descrito para las subestaciones Norte y Chivor II (San Luis).

Tabla 2-15 Cantidad de estructura metálica a utilizar S/E Bacatá

ESTRUCTURAS METÁLICAS		
COLUMNAS PARA PÓRTICOS	UNIDAD	CANTIDAD
Columna C-1 (h=16 m, incluye castillete)	Kg	6.806,25
VIGAS		
Viga V-1 (1x1x14) h=15m	Kg	5.600
PERNOS DE ANCLAJE PARA PORTICOS 28,57 mm		206,4
ESTRUCTURAS METÁLICAS DE EQUIPOS		
Estructura soporte para Descargador de sobretensión	Kg	1.044
Estructura soporte para Aislador tipo Poste	Kg	280
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central	Kg	2.794
Estructura soporte para seccionador de apertura tipo central con CPT	Kg	2.984
Estructura soporte para transformador de tensión	Kg	912
Estructura soporte para transformador de Corriente	Kg	1.104
PERNOS DE ANCLAJE PARA EQUIPOS 19,05 mm	Kg	528,32

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

2.3.1.14. Cimentaciones de Estructuras Metálicas y Equipos de Potencia:

Esta construcción consiste en general en el proceso constructivo de aplicación de concreto de limpieza, replanteo de ejes y niveles, instalación de acero de refuerzo de losa cimiento “ Zapatas y/o placas de fondo”, instalación de acero de refuerzo y pernos de anclaje de pedestales, capiteles o arranques de columnas de superestructura; fundida de pedestales, capiteles o columnas; su desencofrado y llenos estructurales perimetrales de la fundación, hasta quedar solo pendiente el concreto secundarios de pedestales. En el ANEXO_CAP2/8: diseño subestaciones/ Anexo 9 (diseño cimentaciones Norte), anexo 10: Diseño de cimentaciones Chivor II), anexo 11 (diseño de cimentaciones Bacata); se detalla el proceso de diseño y constructivo para las diferentes cimentaciones de las subestaciones

2.3.1.15. Construcción de Edificaciones

Las áreas de construcción estimadas para cada una de estas edificaciones son las siguientes:

- Casa de control principal

Se plantea en un área de útil de 80 m² y un área construida de 139 m², aplica para todas las subestaciones.

- Casetas de relés de patio

Se plantean casetas de área 36 m² internos y un área construida total de 47,3 m² aprox. y aplica para la solución convencional. Consiste en la ejecución de las obras de concreto reforzado de la superestructura portante de las edificaciones consideradas en cada subestación; es decir Casa de control, casetas de relés y caseta de vigilancia. Esta construcción se prevé en estructura de concreto reforzado para el caso de columnas y vigas de coronación de la estructura y para el caso de las casetas de relés y de vigilancia se prevé la construcción de las cubiertas en losa plana de concreto reforzado.

Para el caso de la casa de control principal de la subestación se prevé la construcción de la estructura de cubierta en concreto conformada por vigas, viguetas y placa plana superficial con película de impermeabilización superficial y toda esta con acabado en pintura de reflectiva.

- Construcción de Bodega

Se contempla la construcción de una bodega ubicada en el costado sur del predio en la subestación Norte, localizada en el Municipio de Gachancipá. El proyecto consta de un complejo de bodegas, oficinas y zonas de archivo primordialmente construidas en hormigón armado.

La edificación propuesta consta en una cubierta en bóveda en acero (cubierta metálica), la cual consiste en correas cold rolled 305x80x3.0 de 5.7m de luz apoyadas en cerchas en ángulos de acero tipo ASTM A36 de 14.6 metros de luz, la estabilidad lateral en planta consiste en platinas en acero tipo ASTM A36 en disposición en forma de "X" a lo largo y ancho de la cubierta para soportar cargas laterales en ambas direcciones.

El sistema estructural propuesto de Pórtico espacial en Concreto Reforzado con capacidad Moderada de disipación de energía (DMO) en el área de capacitación en combinación con el sistema de pórtico espacial en estructura metálica en el área de la bodega sin muros, de acuerdo las normas colombianas NSR-10, consiste en columnas de sección constante, 35cm x 45cm y de vigas de 30cm x 45cm sobre el área de cubierta y el entrepiso del segundo nivel. El entrepiso del segundo nivel se propone con placa de entrepiso tipo Steel Deck de 10cm de espesor

La parte inferior de las columnas en la bodega sin muros se propone en concreto, de 40cm x 40cm, hasta un nivel de +1.0m sobre el nivel de piso interior para tener mejor resistencia a posibles colisiones de los montacargas sobre estas columnas. La unión entre la columna de concreto y la metálica se propone articulada.

Las vigas de amarre, las cuales también sirven de apoyo a los muros no estructurales en mampostería de 15cm de espesor, son de 40cm x 50cm.

La cimentación de zapatas aisladas centradas en todas las columnas de 2.0m x 2.0m x 30cm de alto, tiene un nivel de cimentación de -1.0m del nivel de suelo existente.

El coeficiente de importancia de esta edificación es Grupo I — Estructuras de ocupación normal. (Anexo_CAP2/7: Ingeniería Básica de Bodegas).

2.3.1.16. Construcción de Cárcamos, Bancos y Ductos

Con la construcción de las fundaciones de pórticos y equipos terminada, se realizará el replanteo topográfico de los canales de cables en concreto, para determinar trazado, ejes y niveles de fondo, para realizar la excavación, solado, instalación de refuerzo de placa de fondo y paredes de cárcamos para su fundida en concreto a la vista internamente en los mismos. Previamente en un sitio externo al patio y junto a los campamentos de obra se realizará el proceso de prefabricación de tapas de cárcamos en concreto reforzado con biseles perimetrales en la cara expuesta de cada tapa.

2.3.1.17. Excavación, Instalación del Cableado y Conexión de la Malla de Puesta a Tierra

Consiste en la excavación de la zanja de 30 cm de ancho por 70 cm de profundidad, el tendido del cable de cobre calibre 4/0 la ejecución de los empalmes de la malla y colas que suben a estructuras y equipos con cargas fundentes de limadura de cobre y pólvora formadas con moldes de grafito y el llenado de las zanjas con material proveniente de las

excavaciones. Estos llenos y dependiendo del diseño se puede mejorar para baja la resistividad del terreno con una capa de tierra vegetal que mantiene mejor la humedad requerida por la malla.

2.3.1.18. Construcción de los Sistemas de Drenaje Exterior y/o Perimetral a la Subestación y del Sistema Interior de Filtros y Colectores

Se plantea realizar el tendido de los filtros tipo francés y colectores para el manejo de aguas lluvias de plazas y vías. Es de notar que el tendido del sistema de drenajes en cada una de las soluciones planteadas para cada frente, es diferente para cada caso en cuanto a disposición y cantidades, dado la diferencia de áreas, tendido de vías y configuración de las plazas en general.

✓ **Manejo de aguas lluvias en las Subestaciones**

○ **Subestación Chivor II (San Luis)**

Se maneja por conducción de escorrentía superficial hacia la cota más baja del terreno. En este punto se puede clarificar que se cuenta con un sistema de filtros tipo Francés con tubería perforada, cajas de inspección o empalme y colectores que conducen a la estructura final de aguas lluvias. Se implementan cunetas en concreto para conducir las aguas de escorrentía superficial.

El área del lote de la Subestación San Luis 230kV es de aproximadamente 18.000 m², bajo el diseño realizado, el caudal producto de la lluvia de diseño está siendo conducido por medio de filtros, colectores y cunetas a través del patio de la subestación para disponerlo en una zona de infiltración. Antes de la intervención de la subestación, este drenaje se da por escorrentía superficial, por lo tanto, se puede concluir que el caudal existente producto de las aguas lluvias sobre el lote antes y después de la subestación se va a mantener y de acuerdo a lo indicado en el plano EEB-U310-CT100468-S139-DIS0250.A3R, va ser conducido de manera que no afecte lotes vecinos. (ANEXO_CAP2/8 Diseños Subestaciones/ Anexo 26 Filtros y Drenajes Chivor II

○ **Subestación Norte**

Se cuenta con una pendiente del 1% en el eje X y en el eje Y, esto para manejar una escorrentía superficial sobre el terreno hacia la cuneta perimetral que bordea el patio de la subestación con entrega final al costado de la subestación, como se describe en la Figura 2-21.

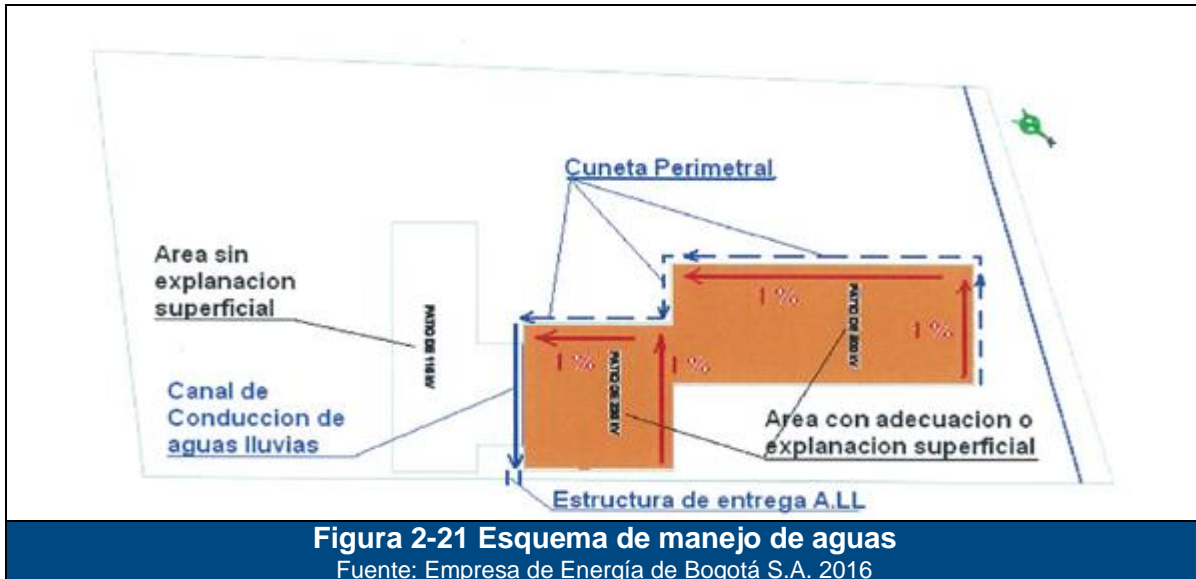


Figura 2-21 Esquema de manejo de aguas

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Se clarifica que se cuenta con un sistema de filtros tipo francés con tubería perforada, cajas de inspección o empalme y colectores que conducen a la estructura final de aguas lluvias. Se implementan cunetas en concreto para conducir las aguas de escorrentía a un canal existente paralelo a la subestación.

Para el desarrollo de los drenajes correspondientes al proyecto No se requiere modificar la sección del canal que desagua en el jagüey que une el canal paralelo a la vía con el jagüey, sin embargo una vez se realicen obras futuras en la zona se garantizara la conexión del canal principal paralelo a la vía con el jagüey. En el . (ANEXO_CAP2/8 Diseños Subestaciones/ Anexo 27 Filtros y Drenajes Norte, Plano EEB-U310-CT100468-S140-DIS0250.A2.0, se detalla la información relacionada con los drenajes por escorrentía, planteados para el proyecto.

2.3.1.19. Cables de Potencia y Control

Con relación a los cables de potencial y control a emplear en las subestaciones del presente proyecto, las características generales de los materiales a usar son las siguientes:

✓ Cableado para Señales de Fuerza y Control

Para este propósito se dispondrá de cables multiconductores para instrumentación con conductores de cobre según el calibre definido para cada señal (ver tablas líneas abajo) pantalla de cinta laminada de aluminio-poliéster más hilo de cobre estañado y aislamiento en PVC retardante a la llama.

✓ Cable de Potencia

Cable de aluminio desnudo: Los cables de aluminio desnudo a usar en las subestaciones del proyecto serán de tipo AAC Cowslip 2000 fabricados bajo las normas ASTM B231 y NTC 308, para cables de aluminio de cableado concéntrico. Los materiales usados para la fabricación de este cable son:

- Aluminio 1350-H19
- Aleación de aluminio 6201-T81

✓ Cable Aislado de Media Tensión

Los cables aislados de media tensión tendrán conductor de cobre suave (o aluminio), blindaje en polietileno reticulado semiconductor, aislamiento en polietileno reticulado XLPE (opcionalmente en EPR), blindaje del aislamiento en polietileno reticulado semiconductor (removible para instalación), pantalla metálica en cinta de cobre de tipo helicoidal y chaqueta en PVC retardante a la llama.

Los calibres de cable y cantidades aproximadas a emplear en cada subestación se describen en las Tabla 2-16, Tabla 2-17 y Tabla 2-18.

Tabla 2-16 Conductor eléctrica a utilizar en la S/E Chivor II (San Luis)

AWG/MCM	mm ²		Amp.	Cantidad (m)
500 MCM	253	253	380	245
4/0	107,2	110	230	41
1/0 (Fuerza)	53,49	50	150	669
4x8 (Fuerza)	8,36	10	50	306
4x10 (Fuerza)	5,26	6	35	1.889
4x12 (Fuerza)	3,31	4	25	1.012
4x10 (Control)	5,26	6	35	2.989
4x12 (Control)	3,31	4	25	3.817
4x16 (Fuerza)	1,31	1,5	18	3.868
12x16 (Control)	1,31	1,5	18	4.802
Conductor AAC 1350- H91, código COWSLIP calibre 2000 MCM			1.586	3.800
Barra Tubular 3 1/2", SCH 40 6063-T6, diámetro exterior 101,6mm, espesor 5,74mm			2.145	270

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-17 Conductor eléctrica a utilizar en la S/E Norte

AWG/MCM	mm ²		Amp	Cantidad (m)
500 MCM	253	253	380	245
4/0	107,2	110	230	41
1/0 (Fuerza)	53,49	50	150	1.673
4x8 (Fuerza)	8,36	10	50	306
4x10 (Fuerza)	5,26	6	35	2.681
4x12 (Fuerza)	3,31	4	25	1.408
4x10 (Control)	5,26	6	35	4.483
4x12 (Control)	3,31	4	25	5.725
4x16 (Fuerza)	1,31	1,5	18	5.790
12x16 (Control)	1,31	1,5	18	7.203
Conductor AAC 1350- H91, código COWSLIP calibre 2000 MCM			1.586	3.800
Barra Tubular 3 1/2", SCH 40 6063-T6, diámetro exterior 101,6mm, espesor 5,74mm			2.145	270

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-18 Conductor Eléctrica a Utilizar en la S/E Bacatá

AWG/MCM	mm ²		Amp	Cantidad (m)
500 MCM	253	253	380	248
4/0	107,2	110	230	50
1/0	53,49	50	150	669
4x8	8,36	10	50	306
4x10	5,26	6	35	4.878
4x12	3,31	4	25	4.857
4x16	1,31	1,5	18	3.860
12x16	1,31	1,5	18	4.802
Conductor AAC 1350- H91, código COWSLIP calibre 2000 MCM			1.586	450
Barra Tubular 3 1/2", SCH 40 6063-T6, diámetro exterior 101,6mm, espesor 5,74mm			2.145	270

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

2.3.1.20. Maquinaria y Personas a Utilizar en la Construcción de Subestaciones.

A continuación se describen los tipos de equipos/maquinaria y las cantidades de estos que serán usados durante la construcción de la subestación (ver Tabla 2-19).

✓ **Maquinaria a Utilizar en el Proyecto:**

Tabla 2-19 Maquinaria a Utilizar en el Proyecto

ÍTEM	EQUIPO - MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Camión	Capacidad (sugerir) 1	1
2	Camioneta 4x4 y/o Jeeps		3
3	Retroexcavadora	Capacidad (sugerir)	2
4	Tractor D-7		2
5	Tractor agrícola	Tracción 4x4	1
6	Motoniveladora		2
7	Cargador frontal CAT-960	Capacidad del balde de 1 a 2 m3	2
8	Compactadora manual	Compactadora de placa, saltarina, etc.	2
9	Volqueta	Capacidad 12 m3	16
10	Camión doble eje	Capacidad 10 Ton	2
11	Camión grúa	Capacidad 3 Ton, 4X4	2
12	Camión grúa	Capacidad 5 Ton o superior, 4x4	2
13	Compresor 250 cpm	Con equipo completo de perforación, martillos rompedores, taladros y perforadoras neumáticas.	2
14	Camión cisterna	Capacidad de 10 m ³ (10000 lt)	2
15	Bomba de agua	Diámetro 3"	3
16	Mezcladora de hormigón	Capacidad: 300 a 500 litros	2
17	Vibradora de hormigón	Diámetro 1 1/2"	4
18	Sistema de comunicación	Equipo que garantice comunicación a con todo el personal de obra, (radios handy).	3
19	Estación total	Equipo completo, más prismas y bastones.	3
20	Nivel de ingeniero	Equipo completo, más miras.	3
21	Grupos generadores de energía eléctrica de 30 KVA *	Para atender demanda de instalaciones provisionales	3
22	Grupos generadores de energía eléctrica de 75 KVA *	Para atender demanda de instalaciones provisionales	3
23	Grupos generadores de energía eléctrica de 150 KVA *	Para atender demanda de instalaciones provisionales	0
24	Piloteadora	Obras de estabilización del suelo	1

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Mano de Obra Requerida para el Proyecto

Tabla 2-20 Mano de obra requerida para el Proyecto

RECURSO	ROL TÉCNICO A DESARROLLAR	RESPONSABILIDAD	EXPERIENCIA
Especialista en construcción de obras civiles (Residente de obra)	Interpretación y análisis geotécnico de terrenos, cálculo de fundaciones con carga estática y dinámica. Construcción de fundaciones, edificaciones y obras civiles en general.	Adicional a las labores de control de calidad y aporte técnico es el responsable de elaborar y ejecutar los métodos constructivos.	Experiencia profesional mínima de 5 años y al menos 3 subestaciones de nivel de tensión de 220 kV o superior.
Especialista de salud y Medio Ambiente (HSE- Residente en obra)	Experiencia en elaboración de estudios de impacto Medio Ambiente de subestaciones y líneas de alta tensión. Experiencia en la implementación de programas de prevención y mitigación de impacto ambiental, planes de monitoreo y seguimiento medio ambiental.	Desarrollo de programas de aseguramiento de manejo de residuos propios de la construcción. Soporte para recopilación de formas y evidencias del seguimiento oficial de los procesos de fuentes de aprovisionamiento y de disposición de desechos.	Experiencia profesional mínima de 5 años y al menos 2 años en obras similares.
Especialista en Calidad	Experiencia en manejo de formatos y planes de proyecto o de calidad que estén desarrollados con base en las normas vigentes a saber ISO 9000, ISO 14000 y OHSAS 18001	Elaborar y mantener el PMA y los formatos para garantizar la trazabilidad de la documentación que se maneje en sitio.	Experiencia profesional mínima de 5 años y al menos 3 años en obras similares.

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-21 Relación de personal requerido para el Tramo Chivor – Chivor II 230 kV y Chivor II – Rubiales 230 kV

TRAMO CHIVOR - CHIVOR II 230 KV Y CHIVOR II - RUBIALES 230 KV		
PERSONAL	CANTIDAD MANO DE OBRA	CANTIDAD DE MAQUINARIA
Residente de Obra	1	
Interventor Técnico Administrativo	1	
Supervisor HSE Contratista	1	
Interventor ambiental o HSE	1	
Topógrafo Contratista	1	
Cadeneros Contratista	4	
Almacenista de Obra	1	

TRAMO CHIVOR - CHIVOR II 230 KV Y CHIVOR II - RUBIALES 230 KV		
PERSONAL	CANTIDAD MANO DE OBRA	CANTIDAD DE MAQUINARIA
Inspector de Interventoría	1	
Operario Retroexcavadora	1	1
Operario de Vibro – Compactador	1	1
Operario de bulldzer	1	1
Operario de motoniveladora	0	0
Conductor de vehiculo pesado	5	5
Conductor de vehiculo liviano	6	6
Supervisor de línea	1	
Oficial de línea	24	
Ayudante de línea	48	
Operador malacate	1	1
Operador freno	1	1
Oficial de Construcción	6	
Ayudante de Construcción	24	
Total	130	16

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

Tabla 2-22 Relación de personal requerido para el Tramo Chivor II - Norte 230 kv

TRAMO CHIVOR II - NORTE 230 KV		
PERSONAL	CANTIDAD MANO DE OBRA	CANTIDAD DE MAQUINARIA
Residente de Obra	3	
Interventor Técnico Administrativo	3	
Supervisor HSE Contratista	3	
Interventor ambiental o HSE	3	
Topógrafo Contratista	3	
Cadeneros Contratista	12	
Almacenista de Obra	3	
Inspector de Interventoría	3	
Operario Retroexcavadora	4	4
Operario de Vibro – Compactador	4	4
Operario de bulldzer	4	4
Operario de motoniveladora	2	2
Conductor de vehiculo pesado	8	8
Conductor de vehiculo liviano	18	18
Supervisor de línea	3	
Oficial de línea	72	
Ayudante de línea	144	
Operador malacate	1	1
Operador freno	1	1
Oficial de Construcción	18	
Ayudante de Construcción	72	
Total	384	42

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

Tabla 2-23 Relación de personal requerido para el Tramo Norte – Bacatá 230 kV

TRAMO NORTE - BACATÁ 230 KV		
PERSONAL	CANTIDAD MANO DE OBRA	CANTIDAD DE MAQUINARIA
Residente de Obra	3	
Interventor Técnico Administrativo	3	
Supervisor HSE Contratista	3	
Interventor ambiental o HSE	3	
Topógrafo Contratista	3	
Cadeneros Contratista	12	
Almacenista de Obra	3	
Inspector de Interventoría	3	
Operario Retroexcavadora	4	4
Operario de Vibro – Compactador	4	4
Operario de buldócer	4	4
Operario de motoniveladora	2	2
Conductor de vehiculo pesado	8	8
Conductor de vehiculo liviano	18	18
Supervisor de línea	3	
Oficial de línea	72	
Ayudante de línea	144	
Operador malacate	1	1
Operador freno	1	1
Oficial de Construcción	18	
Ayudante de Construcción	72	
Total	375	42

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

2.3.1.21. Identificación de Zonas de Riesgo

El objetivo es definir los requerimientos en cuanto a los colores y señales de seguridad e higiene y la identificación de riesgos por electrocución.

Se establecen las medidas necesarias para asegurar que las señales y la aplicación del color para propósitos de seguridad e higiene, así como la identificación de los riesgos eléctricos, estén sujetos a las disposiciones de seguridad industrial y sean aplicables a todas las personas que intervienen directamente en la subestación, además se da el respectivo entrenamiento al personal para la correcta interpretación de los elementos de señalización.

Se hace un mantenimiento a la señalización asegurando en todo momento su visibilidad y legibilidad. Las señales de seguridad e higiene se ubican en un lugar visible para que puedan ser observadas e interpretadas por todo el personal y evitando que sean obstruidas por equipos o cualquier elemento

Se hacen constantes talleres de capacitación al personal para que siempre tengan presentes todas las señales de seguridad e higiene.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Se utiliza la siguiente codificación de colores:

Rojo:

- Alto y dispositivos de desconexión para emergencias.
- Señalamientos para prohibir acciones específicas.
- Identificación y localización.

Amarillo:

- Atención, precaución, verificación. Identificación de fluidos peligrosos.
- Límites de áreas restringidas o de usos específicos.

Verde:

- Condición segura

Azul:

- Obligación.

En ANEXO_CAP/8-diseño subestaciones/ anexo 19 Señalización Bacata, anexo 17 Señalización Norte y anexo 18 Señalización Chivor II, se observa la codificación de señales de seguridad e higiene por figuras y por código de colores.

2.3.1.22. Sistema Contra Incendio

✓ **Subestación Chivor II (San Luis) y Norte**

Los sistemas contra incendio operan con el principio de detección por zonas, se diseñó y construyó de acuerdo con las prescripciones de las normas nacionales e internacionales, especialmente las normas promulgadas por la NFPA. Cuenta con un gabinete central que supervisa las diferentes zonas de detección y las diferentes alarmas.

El sistema de detección contra incendios cuenta con los siguientes elementos:

- Detectores de humo.
- Panel central de control del sistema.
- Alarma Audio-visual.
- Estaciones manuales según corresponda.

- Extintores manuales de CO2 M-15, fabricados en aluminio, con válvula de disparo rápido, manguera de alta presión y corneta difusora.

Todos los sistemas cuentan con manuales de instalación y operación y mantenimiento; además cuenta con señalización remota para:

- Estado operativo del sistema.
- Alarma de incendio independiente por zonas.
- Falla del sistema de detección de incendios.

✓ **Sistema Contra Incendio Subestación Bacatá**

Por ser un trabajo de ampliación en la subestación existente se utilizará el sistema contra incendios actualmente montado. Se añadirán las nuevas zonas de protección al panel central para que los nuevos equipos de control, protección, medida y comunicaciones queden protegidos por el sistema de detección contra incendios.

2.3.1.23. Sistema de Aire Acondicionado

✓ **Subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte**

Será de tipo Split y cuenta con los siguientes elementos:

- Unidad Interior: Evaporador, ventilador, filtro de aire y sistema de control.
- Unidad exterior: Compresor y condensador comunicados mediante tubería.

Para el cálculo y dimensionamiento del aire acondicionado se efectúa una ingeniería de diseño teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Cálculo de cargas térmicas.
- Dimensionamiento de equipos.
- Dimensionamiento física de equipos y ductos.
- Planos de instalación mecánica y planos eléctricos.
- Todos e diseño teniendo en cuenta las normas UE 206/2012.

✓ **Subestación Bacatá**

Por ser una ampliación a la subestación existente no se requiere la instalación de un nuevo sistema de aire acondicionado.

2.3.1.24. Iluminación Periférica

✓ **Subestación Chivor II (San Luis) y Norte**

Se diseña bajo los parámetros establecidos en el RETIE, cumpliendo con los niveles de iluminación necesarios durante eventos de atención de emergencias o en el suministro normal de iluminación nocturna para el tránsito de los vigilantes o del operador para el manejo de equipos.

Para el patio de equipos se instala reflectores de alta presión de 250 W instalados en mástiles, para las vías de circulación se emplean luminarias ornamentales instaladas en postes de 12,5 m.

✓ **Subestación Bacatá**

Por ser una ampliación a la subestación existente no se requiere la instalación de iluminación perimetral nueva, se utilizará la misma iluminación perimetral montada actualmente en la subestación.

Se ejecutan los diseños de iluminación en patio y de esta manera se determina si es necesario la instalación de reflectores en los nuevos pórticos montados en los trabajos de ampliación, para que de esta manera se garantice los niveles exigidos por el Retie ante eventuales trabajos de emergencia.

2.3.1.25. Descripción de Procesos de Energización

Para la energización de las subestaciones se deben contemplar los siguientes aspectos:

✓ **Subestación Bacatá**

Las Bahías en la subestación Bacatá deben estar comisionadas al 100%, eso significa que todas las actividades de montaje, pruebas y puesta en servicios deben estar realizadas y aprobadas por parte de la Empresa de Energía de Bogotá.

Todas las acciones que se desarrollen durante esta etapa deberán quedar consignadas en el protocolo de energización, documento base que detalla uno a uno los pasos a seguir, las condiciones de seguridad a tener en cuenta y los involucrados durante dicha maniobra. Este documento debe ser aprobado por el cliente final y tendrá incluidas todas y cada una de las recomendaciones que surjan durante su análisis. Adicional las líneas de interconexión entre las subestaciones deberán estar listas y protocolizadas.

✓ **Subestación Norte**

Las Bahías en la Subestación Norte deben encontrarse en las siguientes condiciones antes de proceder con el proceso de energización:

Bahías BACATÁ 1 y BACATÁ 2 100 % comisionadas y listas para ser energizadas, de nuevo aquí el protocolo de energización de la Subestación Norte debe seguirse al pie de la letra. Las Bahías Chivor II (San Luis) 1 y Chivor II (San Luis) 2 deben cumplir, de igual manera, con todo el precomisionamiento y estar listas para ser energizadas.

✓ **Subestación Chivor II (San Luis)**

Las bahías asociadas a los circuitos Norte 1 y Norte 2 deben estar comisionadas al 100%. Teniendo como premisa que es importante brindarle estabilidad al sistema y que el lazo de interconexión entre Bacatá y Chivor I se debe cerrar se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones previas a la energización de la subestación Chivor II (San Luis): En primera instancia, uno de los circuitos que van para Campo Rubiales debe haber sido desenergizado e incorporado a su nuevo campo en la Subestación Chivor II (San Luis).

En la subestación Chivor I este mismo circuito debió haber sido modernizado y adaptado para hacer la interconexión entre Chivor I 1 y Chivor II (San Luis) 1. Es importante tener en cuenta que en la actualidad las líneas Rubiales 1 y 2 salen directamente de la subestación Chivor I. Con estas consideraciones preliminares se comienza el proceso de energización:

Desde la Subestación Chivor II (San Luis) 1 se energiza la Bahía que va para Chivor II (San Luis) 1, es importante anotar en el protocolo de energización todas las variables de tensión y secuencia de fases lo cual permitirá tener correspondencia con lo diseñado y montado, de presentarse algún inconveniente de secuencia o de nivel de tensión se deben tomar correctivos inmediatos para no suspender el proceso de energización.

Ya con tensión en Barras de la subestación Chivor II (San Luis) entonces se procede a realizar las mismas verificaciones (tensión y Secuencia de Fases) con el objeto de que en cada paso se estén cumpliendo con lo estipulado en el diseño y montaje de la subestación. El siguiente paso es energizar las bahías en Chivor II (San Luis) que van

para la Subestación Norte, Norte 1 y Norte 2 con las líneas energizadas en Norte se procede con el siguiente paso. En subestación Norte se energizan las bahías Chivor II (San Luis) 1 y 2, esto posteriormente nos permitirá energizar las barras en la subestación Norte, por último en la subestación Norte se energizaran las Bahías Bacatá 1 y Bacatá 2 que alimentan las líneas que van para la subestación Bacatá de nuevo los parámetros de tensión y secuencia deben ser medidos en cada paso en secundario de los sistemas de medición. En la subestación Bacatá se energizaran las bahías Norte 1 y Norte 2 importante que durante cada cierre de un interruptor el sistema de sintonismo debe estar presente con el objeto de permitir el cierre dentro de unos parámetros de seguridad dados.

El punto final de cierre del lazo entre Bacatá y Chivor dependerá del estudio de regulación de tensión que se realice debido a que muy probablemente la secuencia de energización cambie y está determinada por los niveles de regulación de tensión presentes en los diferentes puntos de la interconexión.

Por último y con el objeto de que el circuito tome carga se energizara en Chivor II (San Luis) el circuito que va para el campo Rubiales 1. En este paso es importante verificar la direccionalidad en las protecciones de distancia y los flujos de potencia. Tener claro como son los aportes hacia la carga. Con este circuito Energizado nos permitirá sacar de Servicio el circuito Rubiales 2 y desarrollar todos los cambios de topología de la línea y de adaptaciones en el sistema de control y de protecciones de la subestación Chivor 1 Bahía Rubiales 2. Si las actividades han sido realizadas y aprobadas se energizara la línea Rubiales 2 y la bahía Chivor II (San Luis) 2 desde la subestación Chivor 1 tal como se ha indicado de nuevo es importante verificar los flujos de potencia, niveles de tensión y secuencia de fases.

Con este último paso se tendría el 100 % del alcance realizado. Importante que todo quede documentado en el protocolo de energización de cada una de las subestaciones así mismo que los lineamientos de seguridad industrial y salud ocupacional hayan sido desarrollados con el objeto de proteger al personal involucrado en este proceso de energización.

2.3.2. LÍNEAS DE TRANSMISIÓN

2.3.2.1. Trazado y Características Geométricas

En el ANEXO_CAP2/6: diseños líneas, del presente estudio, se encuentran los planos planta-perfil de las líneas Chivor – Chivor II (San Luis), Chivor II (San Luis) – Rubiales, Chivor II (San Luis) – Norte y Norte – Bacatá, donde se detalla el trazado y el perfil topográfico del terreno donde se encuentran emplazadas.

2.3.2.2. Actividades para la Construcción, Operación de la Línea de Trasmisión

➤ **Etapa de Pre construcción**

- ***Topografía, localización y replanteo***

Las actividades requeridas corresponden a la selección de la ruta, levantamiento topográfico, aplicación de criterios de susceptibilidad ambiental, cálculo de cartera o libreta topográfica, dibujo, elaboración de los planos planta perfil, plantillado preliminar, diseño de la línea (selección de conductor, cable de guarda y aislamiento), estudio de tensiones y flechas (preselección de estructuras), plantillado óptimo, cálculo de cargas en las torres y demás actividades de diseño.

Con el perfil topográfico, una preselección de altura máxima y mínima de torres y preselección del conductor, se calculan las tensiones y temperaturas y se definen cantidades y sitios de torre, longitud de los vanos y cargas en las torres. Simultáneo al diseño se realizó el estudio de impacto ambiental de la línea, con el fin de incorporar en el diseño criterios ambientales y formular el plan de manejo ambiental para la prevención, control, mitigación y compensación de los posibles impactos generados por el desarrollo del proyecto.

- ***Estudio de suelos, medidas de resistividad***

Se realizan los estudios detallados de suelos y las medidas de resistividad necesarias para el diseño de la puesta a tierra de las estructuras para cada uno de los sitios de torre a los que se tuvo permiso de acceso. De acuerdo con el estudio de suelos en los sitios de ubicación de las torres, se definen los valores de capacidad portante y el tipo de fundación a utilizar en cada uno de ellos

- ***Adquisición de servidumbre***

Previo al inicio de la etapa de construcción de la línea, se realiza el proceso de negociación de servidumbre a lo largo del eje de la línea, cuyo ancho es de 32 m para una línea de 230 kV doble circuito, la cual incluye vanos y sitios de torre requeridos.

➤ **Etapa de Construcción**

- ***Contratación de mano de obra***

De acuerdo con el plan de trabajo, se establece la cantidad de mano de obra no calificada que se requiere y el programa de contratación. El programa de contratación comprende un sistema de información para la comunidad, donde se establecen los requisitos para la vinculación al Proyecto.

- **Adecuación de plazas de tendido**

En desarrollo de esta actividad se adecuan los sitios donde se localizarán las áreas de trabajo temporal durante la etapa de construcción, que corresponden principalmente a las estaciones para tendido de conductores y plazas de almacenamiento de materiales. Las adecuaciones necesarias, comprenden cerramientos y despeje de vegetación principalmente.

A lo largo del recorrido de la línea se debe realizar el despeje de la vegetación en el área destinada a las labores del tendido y operación; de acuerdo con la topografía de la zona y lo establecido en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE para líneas de transmisión a 230 kV, esta área conocida como franja de servidumbre está conformada por un corredor de 32 metros, tal como se muestra en la Figura 2-22.

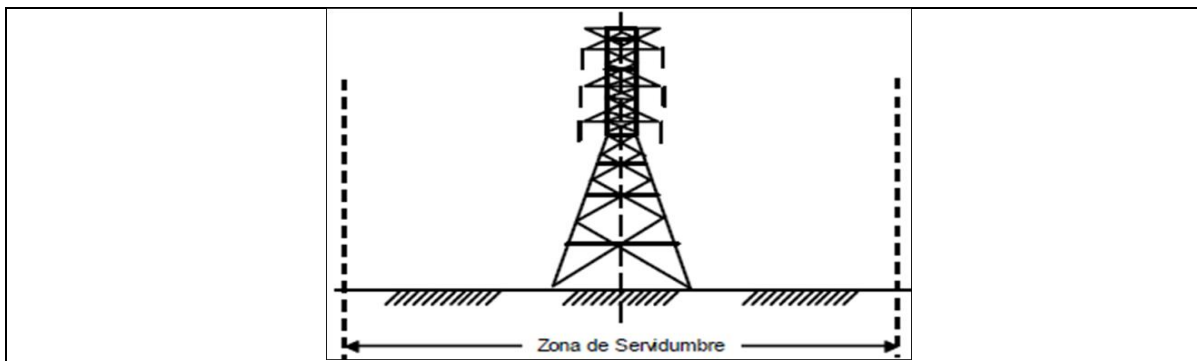


Figura 2-22 Ancho de la franja de servidumbre
Fuente: RETIE, 2008

El despeje de la franja de servidumbre y las plazas de tendido, se desarrolla teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Cortar o podar la vegetación que pueda presentar acercamiento cuando la línea esté energizada o presente riesgos potenciales por su altura y localización.
- Cortar la vegetación que interfiera el paso del personal con el pescante para el tendido del conductor o cable de guarda.
- El corte de vegetación en aquellas zonas que por la topografía del terreno queden retiradas de los conductores, será el estrictamente necesario para permitir el proceso de riego y tendido.
- Restringir el corte de los árboles a ras de piso sino a una altura de 30 o 40 cm del piso.
- En las zonas de hondonadas, para la riega del pescante, se realizará el corte de la vegetación estrictamente necesaria para el paso de cada conductor.

- En lo posible, para la tala de árboles maderables se definirá el sistema de tala con miras a lograr que se deriven los mayores beneficios de su eventual utilización.
- - En lo posible se evitará el corte de cultivos.
- - Restringir el corte de vegetación cuando se intercepten o crucen nacimientos de agua y en caso de que las distancias de seguridad sean menores a las dadas, se podarán sólo los árboles más grandes hasta cumplir con estas distancias, adicionalmente, cuando se considere necesario se utilizarán defensas en el paso de los cables por estos sitios, para no causar daños a la vegetación existente.

- **Replanteo de construcción**

Es una de las primeras actividades de la construcción de una línea y consiste en la verificación planimétrica, altimétrica y chequeo del perfil de la línea, elaborado con la información procedente del trazado realizado en la fase de diseño, se llevará a cabo para determinar la ubicación final de las estructuras. Durante el desarrollo de esta actividad, puede presentarse una modificación en la ubicación de uno o algunos sitios de torre en caso de encontrar elementos sociales o ambientales restrictivos que no hayan sido identificados en la realización del EIA.

Adecuación de accesos En esta etapa se realiza la identificación y evaluación de los accesos a utilizar para sitios de torre, plazas de tendido y demás lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes modalidades incluyendo carreteras, caminos, caminos para mulas, y los posibles heliocopios que se encontrarán ubicados en los mismos sitios de algunas de las plazas de tendido establecidas para el proyecto. (Ver ANEXO_CAP2/4:heliocopios y helipuertos).

Esta evaluación consiste en la realización de una inspección ocular, la cual ocasionalmente se efectúa conjuntamente con los representantes de las comunidades y el contratista, para determinar el estado general del acceso. Durante la etapa de campo de levantamiento de información primaria del Estudio de Impacto Ambiental, se realizó la identificación preliminar de accesos a cada sitio de torre.

Posteriormente se realizarán las adecuaciones a que haya lugar, definiendo las modalidades de los accesos, de común acuerdo con las comunidades. Es de mencionar que el Proyecto **NO** considera la apertura de nuevas vías de acceso, pero si la adecuación de algunos caminos para semovientes

Para el caso de la instalación de líneas de transmisión de energía eléctrica, esta actividad hace referencia a las adecuaciones del terreno, que permitan accesibilidad a los sitios de torre, plazas de tendido y demás lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos, personal, por medio de diferentes medios de locomoción; incluyendo carreteras, caminos carretables, caminos para mulas, estaciones de teleférico, heliocopios..

En los sitios donde no hay accesibilidad, se dará prioridad al empleo de accesos para mulas y de ser requeridos, sitios para el ingreso de helicópteros. Las actividades para adecuar estos accesos no requieren el empleo de maquinaria especializada, ni demanda relevante de recursos naturales. Así mismo se toman las medidas pertinentes para evitar daños innecesarios con motivo de la adecuación y uso de vías de acceso y evitar molestias o trastornos a los usuarios e impedir que los trabajadores a su servicio asuman o ejecuten actos que de algún modo perjudiquen a las comunidades.

- ***Adecuación de sitios de torres (remoción vegetal, descapote explanación y excavación)***

Esta actividad comprende el descapote y limpieza de los sitios de torres, y los movimientos de tierra requeridos para la nivelación y mejoramiento del terreno.

El descapote comprende la remoción completa y el destino apropiado que se dará a árboles, matorrales, raíces, cerramientos, pavimentos, rocas y cantos rodados superficiales u otros objetos colocados sobre o sobresaliendo de la superficie de áreas que deben ser despejadas.

Los movimientos de tierra comprenden los cortes, excavaciones, rellenos y conformación de terraplenes que se requieran para la nivelación y mejoramiento del terreno, para los diferentes tipos de cimentación; de acuerdo con los alineamientos, pendientes y cotas del terreno, indicados en los planos de construcción incluyendo la preparación y acabado de las superficies de cimentación; comprenden además todos los trabajos adicionales necesarios para garantizar la estabilidad de los taludes.

Durante la ejecución de las excavaciones y el tiempo que permanezcan abiertas, se instalarán cercas y señalización apropiada que impidan el acceso de personas y animales a los sitios de trabajo, con el propósito de evitar accidentes. De igual forma se tomarán las medidas necesarias para que los materiales producto de las excavaciones no produzcan daños a la vegetación aledaña al sitio destinado a la instalación de la torre.

- ***Cimentación, relleno y compactación***

La construcción de la cimentación consiste en, ubicar y armar el acero de refuerzo, formaletas y fundición de zapatas y pedestales en concreto o la ubicación de la celosía preparada para el montaje de las parrillas dentro de cada excavación de cada una de las cuatro patas de cada torre.

El relleno consiste en la colocación y compactación mecánica de los materiales para las cimentaciones, la nivelación de los mismos con materiales provenientes de la misma excavación (cuando estos cumplen con las especificaciones y no se encuentran contaminados), o de otras fuentes de material autorizadas, en los sitios y con las dimensiones señaladas en los planos de construcción o indicadas por el interventor.

Cuando se requieran cimentaciones en concreto, se emplea una mezcladora de concreto manual, la cual es manejable en los sitios de torre. Una vez terminado el tiempo de fraguado del concreto (mínimo 72 horas) se puede proceder a realizar el relleno y compactación del material proveniente de la excavación y con las dimensiones señaladas en los planos de construcción o indicadas por el interventor.

Los elementos constitutivos de las parrillas deberán ser de acero galvanizado y sus características de diseño, fabricación y pruebas deberán cumplir las especificaciones exigidas para los elementos de las torres.

- **Montaje y vestida de torres**

El transporte de las estructuras se realizará desde el sitio seleccionado como área de almacén y de acuerdo a la identificación de acceso realizada previamente se determina la modalidad de transporte hasta cada sitio de torre.

Posteriormente se procede al pre-armado de la torre, que se realizará por secciones en el piso para después montarlas valiéndose de plumas, manilas y poleas, también se puede armar sobre la base elemento por elemento, pero siempre de acuerdo con un sistema de trabajo previamente aprobado por el interventor.

En la fase de construcción del proyecto es posible que para algunos sitios de torre de difícil acceso se utilice un helicóptero para las labores de transporte de materiales teniendo en cuenta las medidas de seguridad establecidas por la Aeronautica Civil, equipos de protección y recursos que apliquen durante estas actividades (Ver ANEXO_CAP2/4: heliacopios y helipuertos) al igual que el uso de drones para las labores de riega de pescante para tendido,. La gestión ambiental del transporte de carga a través de estas aeronaves se rige bajo los siguientes lineamientos:

- Durante el traslado de ángulos de torre no debe dejarse residuos tales como basuras, alambres restos de comida, pedazos de madera, etc.
- Realizar el riego del suelo para evitar el exceso de polvo y no disminuya la visibilidad del piloto del helicóptero
- La fauna del área de trabajo será respetada, evitando el contacto directo con los animales.
- Los aceites, lubricantes, y demás compuestos químicos serán almacenados en recipientes adecuados para este, en caso de ser residuos serán llevados al patio de estructuras para su posterior disposición.
- Los vehículos que ingresen al área, deben desplazarse a una velocidad de 20 km/h, para no levantar material particulado.
- La riega de manila o pescante por medio de transporte helicoportado busca evitar y mitigar las afectaciones e impactos ambientales sobre áreas protegidas, coberturas vegetales, cuerpos de agua y ríos.

- El material producto de la intervención por despeje de servidumbre será repicado y/o transportado a un acopio, de tal manera que permita el paso del pescante y no represente riesgos para el personal.
- Todos los materiales como aluminio o acero sobrantes del tendido, serán recogidos y llevados al patio o centro de acopio destinado para estos productos.
- Una vez terminada esta actividad, se retirará los residuos sólidos (pintura galvacote, manilas, empaques de tornillería) y serán depositados en los sitios aprobados, igualmente los sobrantes (bolsas de agua, alimentos, entre otros) deben recogerse y dejar el sitio de torre limpio, de acuerdo a los lineamientos del sistema de gestión integral de residuos sólidos y PMA.

Durante la operación de montaje se cuida que los elementos estructurales no sufran daños en el galvanizado, no se tuerzan o queden sometidos a deformaciones permanentes y/o esfuerzos superiores a los previstos en el diseño de la estructura, por lo que, de ocurrir cualquier daño o sobreesfuerzo de los elementos, éstos pueden ser rechazados y reemplazados. Durante el montaje el contratista debe tomar las medidas que sean necesarias para evitar daños a las personas y a la propiedad pública y privada.

Los elementos estructurales se izan utilizando cables o manilas y con el cuidado necesario para que las piezas que se están elevando no hagan contacto con la estructura ya colocada. El contratista utiliza el equipo y herramientas previamente aprobado por la interventoría de la EEB.

- ***Tendido y tensionado de cables conductores y cables de guarda***

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

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

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

Las estaciones de tendido se localizan a una distancia de las torres, que permita ubicar los equipos de manera que el conductor no ejerza esfuerzos peligrosos sobre la

estructura. Una vez aprobada la localización de las estaciones de tendido y las rutas de acceso se inicia la adecuación de las mismas y la colocación del equipo y/o materiales.

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

Poleas: Las poleas para el tendido de los conductores y cables de guarda serán de giro libre, diseñadas de tal forma que eviten daños al conductor y deben inspeccionarse y engrasarse antes y durante el tendido. Cualquier polea que muestre evidencia de rotura, rodamiento defectuoso o imperfecciones que pueda frenar el libre giro de la polea o dañar el conductor, es reemplazada o desechada antes de su utilización.

La interventoría aprueba el estado general de las poleas y determina que cumple con las siguientes condiciones:

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

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

Las poleas para el tendido se ubican de tal manera que una vez apoyado el conductor en la garganta, quede aproximadamente con la misma elevación que tendrá definitivamente en las grapas de suspensión. Los empalmes provisionales se realizan con fundas

elásticas que permitan el libre deslizamiento del cable por las poleas y el empalme definitivo se puede ejecutar en el suelo o en el aire según la necesidad.

Equipo de tensionado: El tendido del conductor y el cable de guarda (fibra óptica) se realiza con el método convencional, haciendo uso de un malacate para su riega. En el extremo opuesto al malacate se ubican los carretes que suministran el conductor, mediante la acción de bobinas.

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

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

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

Durante la ejecución del tendido se ejercerá especial control para que se cumplan las siguientes indicaciones:

- Colocación correcta de las fundas elásticas entre extremos de cables. Las fundas a emplear permiten unir el pescante o manila con el conductor (Funda de cabeza) y la cola e inicio de conductor procedente de un nuevo carrete (funda intermedia).
- Señales apropiadas de comunicación.
- Ubicación de oficiales de línea con intercomunicadores, como mínimo en sitios tales como estructuras con ángulos fuertes, cruces y estructuras intermedias convenidas con la interventoría.
- Medición de la longitud del conductor.

- Control de la tensión aplicada durante el tendido.
- Control del número y orden de las bobinas utilizadas.
- Examen, supresión o reparación de las partes dañadas del conductor en cada bobina.
- Instalación correcta del empalme.
- La aplicación de esfuerzos superiores a los rediseñados en las torres o en las cadenas de aisladores durante la riega, tendido y flechado, también se debe evitar que el cable mensajero haga trabajar la estructura al arranque durante el tendido.

Se someten a la interventoría los cálculos que garanticen que las torres adyacentes a las plazas de tendido no quedarán sometidos a cargas superiores a las de diseño.

- Cuando sea necesario se colocará vientos temporales a las estructuras.
- Las cargas adicionales impuestas a las torres por el uso de vientos temporales, deberán ser calculadas por el Contratista y sometidas a la aprobación de la interventoría antes de comenzar el tendido.
- Se establecen y colocan dispositivos para mantener los conductores y cables de guarda puestos a tierra a la salida del equipo, cada determinada longitud y así evitar riesgos al personal por corrientes inducidas o descargas directas. De la misma forma el freno y el malacate deben ser conectados a tierra. De forma adicional y considerando las distancias entre las descargas ubicadas en cada extremo del tramo intervenido, se hará uso de las puestas a tierra en el sitio donde labora el personal de forma previa al desarrollo de actividades sobre el conductor.

El tendido del pescante de acero se hace por medio de manila de propileno trenzado tipo sade o similar y malacates a motor o helicóptero. Una vez halado el pescante, se procede al tendido del conductor por medio de un malacate de mínimo tres (3) toneladas de capacidad; el cable mientras tanto es regulado de forma manual, mediante el apoyo de los gatos hidráulicos o porta bobinas.

El conductor es tensionado desde la fase 1 hacia la fase 3 (orden descendente) para cada circuito.

Una vez terminado el tendido de un tiro el conductor se aproxima a la flecha, se ancla con estrobos de acero para mantenerlo alto y protegido de cualquier eventualidad.

Una vez terminado el tendido del conductor y pasado un determinado tiempo fijado se procede a la regulación de los conductores y cable de guarda.

La regulación se hace por medio de aparejos en tercera. La flecha y regulación es controlada por medio de nivelación topográfica con instrumentos de precisión para medida de la flecha real y con el auxilio de dinamómetros calibrados. Los vanos de control son escogidos de acuerdo a la longitud del tramo a regular.

Luego de efectuada la regulación se procede a colocar las grapas de suspensión y varillas de blindajes de acuerdo a las correcciones offset y luego se procede a la colocación de los amortiguadores. Por último se colocan los puentes de conexión, cadenas estabilizadoras, balizas, etc.

El contratista evaluará las características de las plazas de tendido teniendo en cuenta el tipo de equipos y accesos a los sitios.

Solamente de ser necesaria la riega de manila o pescante con método helicoportado o por medio de drones.

Para la ejecución de la riega de manila, se deben llevar a cabo las siguientes actividades:

- Vestida parcial de las torres poleas en cada fase de cada circuito)
- Análisis de distancias entre vanos y cálculos de las longitudes de manila a regar para optimizar el procedimiento
- Identificación de las torres con flexiones o ángulos fuertes de forma previa a la riega para prevenir descarrilamiento y/o daños al pescante o manila.
- Transporte y ubicación estratégica de los rollos de manila, de acuerdo al metraje que se proyecta distribuir
- Verificación de la ubicación del personal, la cual debe contar con los equipos de comunicación que garanticen contacto claro y continuo entre los vanos y sitios de torre a intervenir. Además de las actividades de recepción y ubicación en las poleas de la manila, se debe contar también con el personal encargado del despacho de ésta en tierra en cada uno de los puntos definidos para tal fin.
- Una vez se realice la ubicación del pescante o manila en la polea con su respectivo aseguramiento, el personal de altura como el que apoya en tierra la actividad, se desplazarán a desarrollar éste procedimiento en los siguientes sitios de torre a intervenir. Lo anterior dependerá de la disposición de personal para abarcar los tramos en los que se va a regar la manila. Durante su desplazamiento, el personal deberá informar sobre la presencia de anomalías entre torre y torre, por ejemplo: descarrile, atrapamientos entre la vegetación u otros obstáculos presentes en el vano.
- Para cada circuito, el helicóptero procederá a regar la manila o pescante en orden ascendente (fase 3 hacia fase 1, de abajo hacia arriba) a través de las poleas ubicadas en cada brazo de la torre . Para la recepción del pescante en cada brazo, el personal deberá contar con todo el equipo para trabajo seguro en alturas.

- la riega de pescante se hará por tramos con una longitud de mil metros, al final de los cuales descarga el contrapeso transportado.
- Éste mismo procedimiento se repite para las tres fases.
- Realización de los empalmes con técnica de prensado
- En las torres con deflexión o ángulos de las manilas no se encarrila la polea.
- Se realiza la marcación de las puntas de las manilas o pescante una vez se finaliza la riega de los mil metros de longitud, con el propósito de prevenir intercambio o traslapado de éstas cuando se les da tensión o se aseguran al conductor.

Una vez verificados los puntos anteriores se procede a la riega del conductor, de acuerdo a la descripción realizada anteriormente en la sección Tendido y tensionado de cables conductores y cables de guarda.

➤ **Etapas de operación y mantenimiento**

• **Transporte de energía**

Consiste en la puesta en servicio de las líneas, al nivel de tensión previsto en el diseño, es decir 230 kV. Previo a la energización se deben realizar las siguientes actividades:

- Evaluar el estado y operatividad de las obras que se hayan construido, para el control y solución de problemas detectados durante el proceso constructivo, se revisa también el estado de los rellenos y acabados de las fundaciones.
- Verificar que todos los elementos de cada torre, tales como: perfiles, pernos, tuercas, placas, platinas, entre otros, hayan sido instalados de acuerdo con las especificaciones técnicas y los planos de montaje.
- Verificar que todas las cadenas de suspensión y retención estén montadas según las especificaciones técnicas y los planos de montaje.
- Revisar el estado de los conductores, el número y colocación de los amortiguadores de los mismos y los empalmes y camisas de reparación. De igual forma se revisan las distancias de seguridad verticales y laterales para cada fase del conductor, todo dentro del marco de las especificaciones técnicas

• **Mantenimiento electromecánico**

Comprende las obras de conservación y cuando sea necesario recuperación de la infraestructura eléctrica construida, comprende actividades como: Cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos, pintura de patas, señalización de estructuras,

cambio de aisladores rotos y/o accesorios de las cadenas de aisladores, instalación de empalmes, blindajes o camisas de reparación en los conductores, instalación de uno o varios tramos conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, y mediciones de resistencia de las puestas a tierra, entre otras.

- **Control de estabilidad de sitios de torre**

Cuando se identifiquen erosiones, riesgos de avalancha o derrumbe, deforestación o cualquier tipo de anomalía que atente contra la estabilidad de los sitios de torre o de las zonas circundantes, se deberán realizar obras puntuales de protección y estabilización geotécnica tales como trinchos, muros de contención, gaviones, cunetas, filtros, empradizados, entre otras.

- **Mantenimiento de zona de servidumbre**

Para controlar los acercamientos y garantizar que se conserve la distancia de seguridad establecida a los cables conductores, se debe proceder a realizar los programas de despeje de la servidumbre mediante rocería, poda o tala de árboles y demás vegetación y limpieza de los sitios de torre, siguiendo las recomendaciones establecidas en el Plan de Manejo Ambiental.

- **Etapas de desmantelamiento y abandono**

Cuando el propietario de la línea decida suspender la explotación comercial debido a terminación del ciclo de vida, la relación costo - beneficio de una línea existente justifique su desmantelamiento, la modernización, repotenciación y/o ampliación sea menos favorable que la construcción de una nueva; en esos casos deberá desmantelar la línea, para lo cual debe desmontar y retirar de la zona todos aquellos equipos, materiales y estructuras que sirvieron para el desarrollo de la actividad de transporte de energía eléctrica y dejar la zona por lo menos en condiciones similares a las encontradas antes de su construcción. Esta etapa comprende las siguientes actividades:

- Desmante del conductor la cual consiste en retirar los conductores y los cables de guarda.
- Desvestida y desarme de torre la cual consiste en retirar aisladores, herrajes y otros accesorios, desarmar la estructura de la torre.
- Realizar excavaciones para demoler las fundaciones que sobrepasen el nivel del suelo, relleno, compactación y empradización de las mismas.
- Clasificación, empaque y transporte del material.

2.3.2.3. Tipo y Numero de estructuras necesarias

Para definir el número y tipo de estructuras a utilizar, se realizó el plantillado de la línea de acuerdo con el modelo digital del terreno; adicionalmente se realizó un análisis preliminar comparando desde el punto de vista técnico las diferentes configuraciones de estructuras posibles a partir de los pre-diseños realizados para las torres de suspensión más representativas de tal forma que se pudieran establecer las comparaciones de peso, cargas a nivel de cimentación y comportamiento ante la topografía del Proyecto, se han previsto los tipos mostrado en la **Tabla 2-24**.

Tabla 2-24 Tipo de estructuras a emplear en el Proyecto

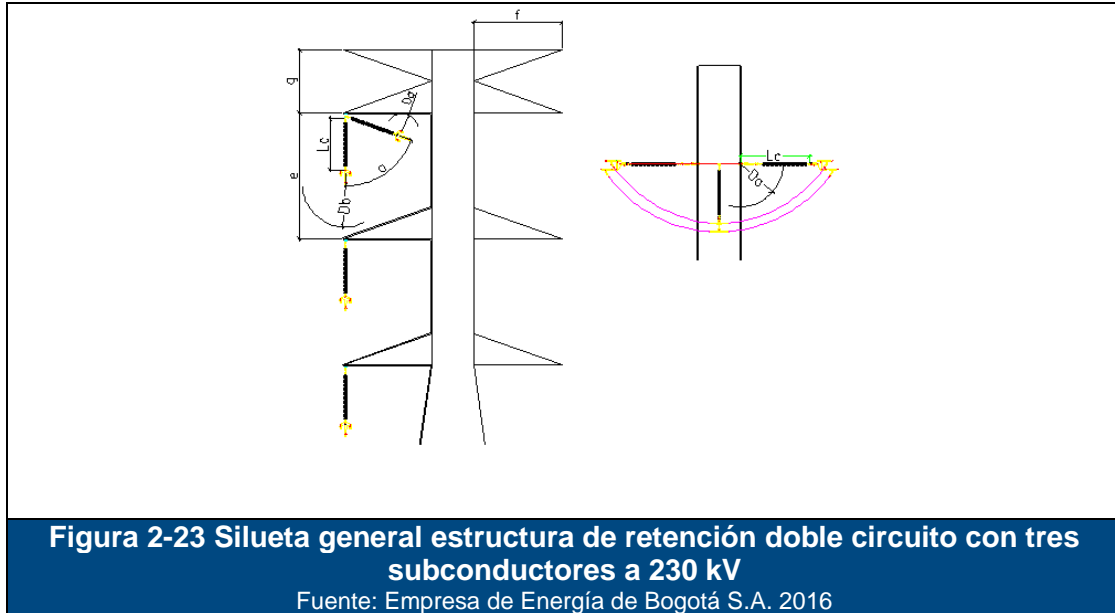
TIPO	DENOMINACIÓN
Suspensión liviana	A
Suspensión pesada	AA
Retención liviana	B
Retención intermedia	C
Retención pesada / Terminal	D / DT

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

De acuerdo con lo anterior, las configuraciones de estructuras propuestas son las siguientes:

✓ **Línea Chivor – Chivor II (San Luis) y Chivor II (San Luis) – Rubiales 230 kV:**

Estructuras en doble circuito con tres y dos sub conductores, en la Figura 2-23, se presenta una de las siluetas que actualmente presenta el circuito entre la línea Chivor – Rubiales y que hará parte de la línea Chivor – Chivor II (San Luis) a partir de la torre T15A en tres sub conductores y de la línea Chivor II (San Luis) – Rubiales en dos sub conductores desde la torre T16.



- ✓ **Línea Chivor II (San Luis) – Norte y Norte – Bacatá 230 kV: Estructuras en doble circuito con dos subconductores**

Dadas las condiciones atmosféricas y de altitud que presenta el recorrido de las líneas de transmisión se han considerado en el diseño de los tramos Chivor II (San Luis) – Norte y Norte – Bacatá el uso de dos familias de estructuras ubicadas en dos zonas, tal como se muestra en la silueta general de las estructuras en suspensión de las Figura 2-24 y Figura 2-25.

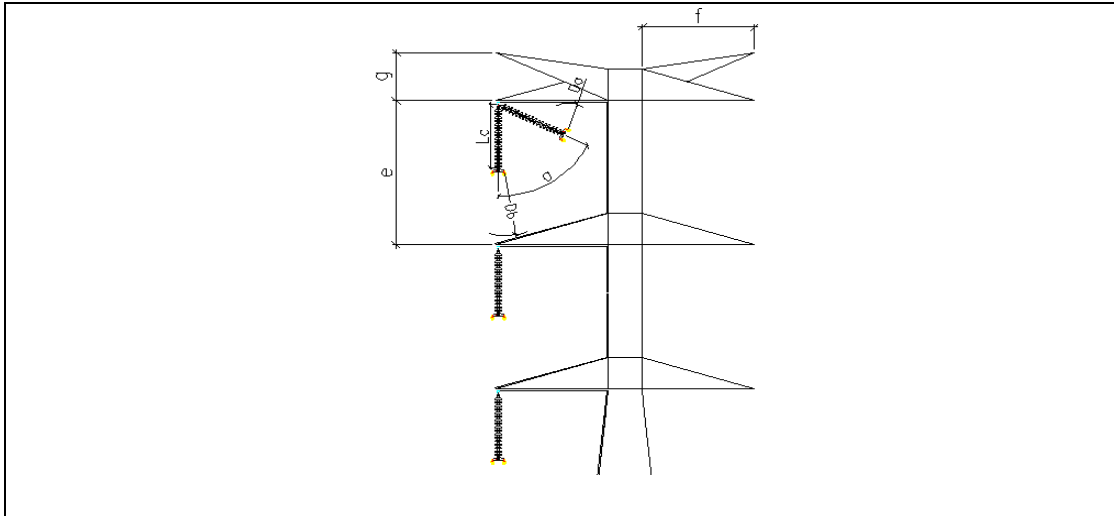


Figura 2-24 Silueta general estructura de suspensión doble circuito con dos sub conductores a 230 kV ubicada en la zona 1

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

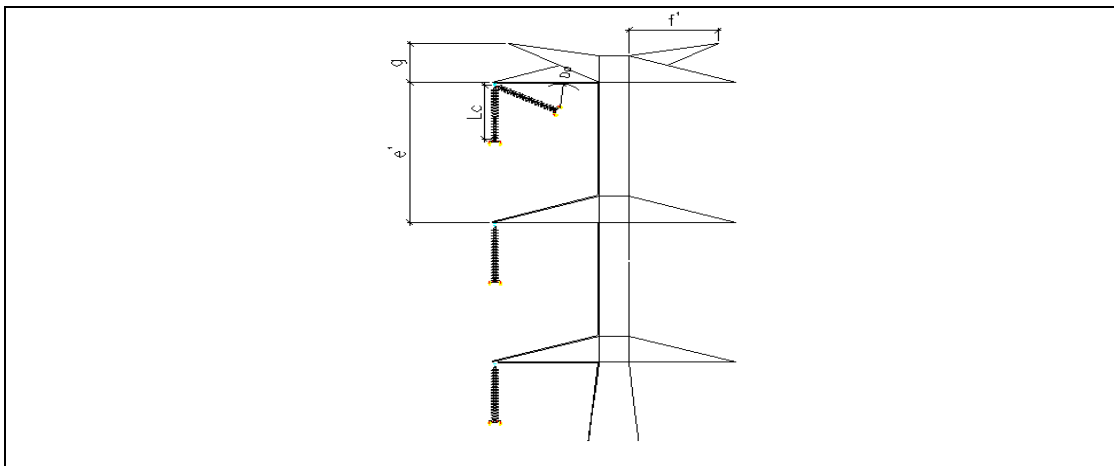


Figura 2-25 Silueta general estructura de suspensión doble circuito con dos sub conductores a 230 kV ubicada en la zona 2

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

El número de estructuras requeridas para cada una de las líneas asociadas y su respectiva localización en planta se presenta en ANEXO_CAP2/6:diseños de líneas, en las carpetas correspondientes (chivor-Chivor II_PEL, Chivor II –Norte, Norte-Bacata); con los siguientes códigos de planos:

- 4-EEB-NORTE-CHIVCHIV230KV-1001

- 4-EEB-NORTE-CHIV2NORTE230KV-1004
- 4-EEB-NORTE-NORTEBACATA230KV-1007

En las Tabla 2-26 a la Tabla 2-29 se muestra la localización, cimentación proyectada tipo y número de torres de las líneas Chivor – Chivor II (San Luis), Chivor II (San Luis) – Rubiales, Chivor II (San Luis) – Norte y Norte – Bacatá, así como la tabla de convenciones utilizadas para denominar la condición del suelo. En la Tabla 2-25 se establecen los significados de las abreviaturas utilizadas para mayor comprensión del lector.

Tabla 2-25 Abreviaturas utilizadas en las tablas de estructuras

ESTRUCTURA	DESCRIPCIÓN -ABREVIATURA
Cimentaciones	Zapata (Z) Parrilla Pesada (PP) Especial (Z100S+Viga Amarre) No Sumergida (NS) Sumergida (S) Parrilla Liviana (PL)
Aisladores	Retención Normal (Rn) Retención Invertida (Ri) Retención Normal Extensión (Rne) Retención Invertida Extensión (Riec) Suspensión Normal (Sn) Estabilizadora (Sp)
Estructuras	Estructuras reforzadas terminan en R

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-26 Estructuras requeridas en la Línea Chivor – Chivor II (San Luis) 230 kV

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
15A	7700,14	725,96	1099670,80	1028091,80	DR1 3 brazos (existente)	26,14	169,89	NS	PL
T1A	7870,03	770,91	1099628,62	1027927,22	DR2	31,30	446,90	NS	PL
T2A	8316,93	593,75	1099680,62	1027483,36	DR5	44,65	291,70	NS	PL
T3A	8608,63	576,03	1099594,17	1027204,76	DR1	26,33	332,73	NS	PL
T4A	8941,36	566,87	1099351,93	1026976,66	AAR5	46,34	588,65	NS	Z150NS
T5A	9530,00	583,42	1098923,38	1026573,12	CR3	36,06	411,41	NS	PL
T6A	9941,42	664,96	1098623,86	1026291,08	CR2	32,97	372,37	NS	Z100NS
T7A	10313,78	655,45	1098393,10	1025998,84	CR2	30,87	224,04	NS	PL
T8A	10537,83	609,02	1098216,98	1025860,36	AAR4	42,04	427,65	S	Z50S
T9A	10965,47	552,75	1097880,80	1025596,03	CR5	44,31	395,82	NS	Z50NS
T10A	11361,29	475,57	1097610,12	1025307,23	CR5	44,75	242,66	NS	Z100NS
T11AN	11603,95	433,41	1097465,75	1025112,19	DTR5	46,50	64,43	NS	PL
T12A	11668,38	430,91	1097439,16	1025053,51	DR5	44,50	29,70	NS	PL
Portico Chivor II	11698,08	431,16	1097413,01	1025067,59	Portico 230 kV	19,50			
T11AN	11603,95	433,41	1097465,75	1025112,19	DTR5	46,50	58,32	NS	PL
T1B	11662,28	433,16	1097413,45	1025138,01	DTR1	26,50	30,55	NS	PL
T13A	11692,83	434,66	1097389,34	1025156,77	DR1	26,50	16,10	NS	PL

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
Portico Chivor II	11708,92	434,66	1097379,95	1025143,70	Pórtico 230 kV	19,50			

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-27 Estructuras requeridas en la Línea Chivor II (San Luis) – Rubiales 230 kV

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
Portico Chivor II	-7,54	433,16	1097408,36	1025128,70	Pórtico 230 kV	19,50			
T1B	3,07	433,16	1097413,45	1025138,01	DTR1	26,50	81,06	NS	PL
T1N	84,13	432,91	1097479,11	1025090,47	DT1	26,50	222,32	NS	PL
T2	314,00	469,90	1097622,44	1025260,42	B4	40,00	443,10	NS	Z100NS
Portico Chivor II	0,00	431,16	1097413,01	1025067,59	pórtico 230 kV	19,50	29,70		
12A	29,70	430,91	1097439,16	1025053,51	DR5	44,50	54,43	NS	PL
T1N	84,13	432,91	1097479,11	1025090,47	DT1	26,50	222,32	NS	PL
T2	306,45	469,90	1097622,44	1025260,42	B4	43,00	443,10	NS	Z100NS
T3	749,55	555,57	1097950,49	1025558,29	AA6	53,55	543,59	NS	Z100NS
T4	1293,14	644,28	1098363,77	1025911,39	B3	36,11	418,36	NS	Z50NS
T5	1711,50	672,13	1098662,36	1026204,43	A2	31,49	263,30	NS	PL
T6N	1974,80	619,07	1098850,26	1026388,88	AA6	50,25	269,17	S	Z50S
T7	2243,98	567,10	1099042,35	1026577,44	B6	52,00	679,42	NS	Z150NS
T7B	2923,39	569,79	1099527,20	1027053,39	AA7	54,50	168,54	NS	Z150NS
T8	3091,93	570,95	1099647,47	1027171,46	C1	26,37	288,56	NS	PL

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
T9	3380,49	582,47	1099737,26	1027445,69	C3	36,07	405,66	NS	PL
T10	3786,15	690,00	1099719,15	1027850,94	B4	39,40	135,46	NS	PL
T11	3921,60	753,53	1099700,40	1027985,09	D1	26,05	118,05	NS	PL
T16	4039,65	738,05	1099788,64	1028063,52	D2 3 brazos (existente)	30,73	889,90		

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

Tabla 2-28 Estructuras requeridas en la Línea Chivor II (San Luis) – Norte 230 kV

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
Portico		455,51	1097333,33	1025111,11	19,00	59,82	0	0,00	0,00
1N	59,816	455,51	1097279,92	1025138,04	28,00	314,56	200	NS	PL
2	374,37	506,53	1097331,46	1025448,35	36,53	245,34	200	NS	PILA
3	619,72	540,40	1097384,42	1025687,90	56,71	779,79	100	NS	PP
4	1399,51	692,90	1097552,77	1026449,31	45,18	908,51	200	NS	PL
5	2308,02	842,48	1097579,55	1027357,42	28,47	699,62	200	NS	Z200NS
6	3007,64	927,71	1097636,50	1028054,72	28,00	390,59	200	NS	PL
7NN	3398,23	890,00	1097394,04	1028360,94	60,00	382,80	200	NS	Z200NS
7AN	3781,03	920,00	1097156,20	1028660,89	50,46	379,20	200	NS	Z200NS
8	4160,23	1066,39	1096920,73	1028958,12	50,99	635,25	200	NS	PL
9	4795,47	1230,54	1096450,25	1029384,95	28,83	1352,78	200	NS	PL
10	6148,25	1081,78	1096340,08	1030733,24	44,49	667,22	200	NS	Z200NS
11	6815,47	1075,83	1096332,87	1031400,42	41,77	413,28	200	NS	PL
12	7228,76	934,21	1096308,66	1031812,99	46,53	896,03	200	NS	PL
13	8124,79	866,57	1096256,19	1032707,49	37,38	943,12	200	NS	Z200NS

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
14	9067,91	828,95	1096200,55	1033648,96	38,58	1098,93	200	NS	Z200NS
15	10166,84	660,20	1095471,72	1034471,43	51,56	703,68	100	NS	PP
16	10870,52	781,13	1095005,03	1034998,09	50,65	158,57	50	NS	Z50NS
17	11029,08	789,29	1094975,81	1035153,94	33,91	855,28	50	NS	Z50NS
18N	11884,36	794,06	1094828,64	1035996,46	48,00	546,04	200	NS	PL
20	12430,40	814,45	1094828,53	1036542,19	33,06	774,76	200	NS	PL
21	13205,16	1107,60	1094832,62	1037317,22	37,35	144,19	200	NS	PL
22	13349,35	1132,37	1094833,79	1037464,21	37,48	1507,56	200	NS	Z200NS
23	14856,92	1588,32	1094691,61	1038965,28	51,20	331,91	200	NS	Z200NS
24	15188,83	1655,42	1094625,24	1039290,64	39,14	933,18	200	NS	PL
25	16122,00	1808,43	1094204,02	1040123,96	47,70	313,76	200	NS	PL
26	16435,76	1926,11	1094062,36	1040404,21	33,06	1878,50	200	NS	PL
27	18314,26	1754,95	1093022,57	1041968,71	33,34	120,34	100	NS	PP
28	18434,60	1747,81	1092919,85	1042036,07	37,09	584,83	100	NS	PP
29	19019,43	1694,16	1092347,56	1042185,48	52,30	728,83	100	NS	PP
30	19748,26	1784,23	1091640,08	1042360,58	28,65	814,85	100	NS	Z100NS
31	20563,10	1800,51	1090873,51	1042636,89	33,23	325,06	100	NS	Z100NS
32	20888,16	1872,35	1090567,71	1042747,12	34,30	911,39	200	NS	PILA
33	21799,56	2026,60	1089710,32	1043056,17	41,99	484,63	150	NS	Z150NS
34	22284,19	2156,07	1089254,40	1043220,51	51,52	378,71	200	NS	PILA
35	22662,90	2172,70	1088898,13	1043348,93	28,62	212,48	200	NS	PILA
36	22875,38	2104,15	1088693,05	1043293,33	43,04	479,95	100	NS	Z100NS
37	23355,33	2005,88	1088229,82	1043167,74	52,22	814,47	100	NS	Z100NS
38	24169,80	2172,94	1087443,73	1042954,62	38,55	574,00	200	NS	PILA
39	24743,80	2207,51	1086884,85	1043085,49	56,72	603,62	200	NS	PL
40	25347,42	2281,32	1086297,13	1043223,12	35,11	638,58	100	NS	PP
41	25986,00	2159,81	1085676,17	1043372,10	58,57	613,39	200	NS	PL
42N	26599,39	2127,00	1085079,95	1043516,22	56,00	696,27	150	NS	Z150NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
43	27295,66	2186,35	1084402,88	1043678,59	58,34	187,68	200	NS	PL
44	27483,34	2167,78	1084220,41	1043722,51	34,31	335,21	150	NS	PP
45N	27818,55	2066,80	1083974,98	1043950,83	42,02	445,67	200	NS	PL
46N	28264,22	1978,50	1083648,62	1044254,32	50,11	881,39	150	NS	PP
47NN	29145,61	2133,00	1083051,43	1044902,56	41,81	232,36	50	NS	Z50NS
48	29377,96	2120,40	1082842,45	1045004,12	27,94	652,48	150	NS	PP
49N	30030,44	2019,00	1082298,06	1045363,80	32,50	302,73	150*	NS	PP*
50	30333,17	2020,45	1082170,63	1045638,41	45,50	545,47	100	NS	PP
51N	30878,64	1919,50	1081931,55	1046128,69	53,41	309,65	100	NS	PP
52	31188,29	1897,40	1081797,75	1046407,94	38,78	644,74	200	NS	PL
53	31833,03	1675,81	1081462,65	1046958,75	47,09	1227,41	150	NS	Z150NS
54	33060,44	1607,66	1080824,69	1048007,34	38,29	313,54	200	NS	PL
55N	33373,98	1621,00	1080664,32	1048276,77	32,64	463,26	50*	S	Z50S
56N	33837,25	1605,37	1080207,45	1048353,49	47,79	426,31	150*	NS	PP
57N	34263,56	1630,00	1079794,17	1048458,09	52,30	754,80	150	NS	PP
58	35018,36	1867,92	1079058,43	1048626,64	34,21	181,62	150	NS	PP
59	35199,98	1858,18	1078912,32	1048734,51	34,12	822,63	200	NS	PL
60	36022,61	1930,52	1078250,51	1049223,12	30,07	258,74	50	NS	50NS
61	36281,35	2000,60	1078042,35	1049376,80	32,75	714,66	50	NS	50NS
62	36996,01	1795,31	1077388,57	1049665,45	43,88	260,13	200	NS	PL
63	37256,15	1776,35	1077150,60	1049770,52	37,58	353,62	200	NS	PL
64	37609,76	1593,28	1076800,55	1049820,57	46,94	599,23	200	NS	Z200NS
65	38208,99	1409,39	1076207,35	1049905,39	27,63	1214,03	200	NS	PL
66	39423,02	1603,08	1075096,76	1050395,76	50,50	362,02	150	NS	Z150NS
67NN	39785,05	1721,00	1074790,00	1050588,00	32,00	229,43	50	S	Z50S
68NN	40014,48	1751,79	1074565,07	1050633,23	50,68	965,12	200	NS	PL
69	40979,59	1799,84	1073635,55	1050892,91	42,78	277,37	200	NS	PL
70	41256,96	1836,97	1073368,34	1050967,30	28,57	350,60	50	NS	Z50NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
71	41607,56	1837,41	1073027,46	1050885,34	37,89	483,05	200	NS	PILA
72N	42090,61	1876,57	1072557,84	1050772,22	52,60	526,65	200	NS	PL
73	42617,26	1848,82	1072045,74	1050649,30	51,77	557,49	200	NS	Z200NS
74	43174,74	1965,45	1071503,70	1050518,98	29,63	425,12	200	NS	PL
75	43599,87	2094,72	1071090,36	1050419,60	37,56	254,26	200	NS	PILA
76	43854,12	2134,59	1070836,11	1050417,37	52,44	725,71	200	NS	PL
77	44579,83	2348,14	1070110,43	1050411,02	36,92	739,22	200	NS	PL
78	45319,05	2312,23	1069383,36	1050544,50	42,75	550,19	200	NS	PILA
79N	45869,24	2350,90	1068842,20	1050643,79	41,98	594,83	200	NS	PL
80N	46464,07	2380,52	1068257,16	1050751,25	56,50	610,22	200	NS	PILA
81N	47074,29	2396,70	1067656,98	1050861,49	56,50	335,97	150	NS	Z150NS
82	47410,25	2411,48	1067326,53	1050922,10	53,28	539,37	200	NS	PILA
83	47949,62	2476,94	1066796,70	1051023,07	38,48	495,73	200	NS	Z200NS
84	48445,35	2403,68	1066319,17	1051146,43	61,14	453,98	200	NS	PILA
85N	48899,33	2411,00	1065879,62	1051259,98	40,14	426,65	200	NS	PILA
86NN	49325,98	2320,00	1065511,66	1051475,93	47,99	495,72	50	S	Z50S
87NN	49821,70	2217,00	1065093,72	1051742,51	53,02	631,37	200	NS	PILA
88NN	50453,07	2180,00	1064570,95	1052096,55	40,50	469,21	200	NS	PL
89N	50922,29	2170,00	1064180,43	1052356,66	53,02	360,65	200	NS	PL
90N	51282,93	2112,57	1063824,37	1052413,98	49,14	688,96	200	NS	PL
91	51971,90	2097,65	1063223,83	1052751,66	36,79	722,57	50	S	Z50S
92	52694,46	2285,52	1062593,99	1053105,77	35,65	770,51	50	S	Z50S
93	53464,97	2194,69	1061882,97	1053402,66	31,64	253,92	200	NS	PILA
94	53718,89	2196,55	1061648,66	1053500,50	33,77	560,89	200	NS	PL
95	54279,78	2091,96	1061124,13	1053699,15	37,19	356,05	200	NS	PL
96	54635,83	2062,52	1060791,16	1053825,26	40,74	624,21	200	NS	PILA
97	55260,04	2076,27	1060207,41	1054046,34	32,00	559,62	200	NS	PL
98	55819,67	2037,81	1059696,99	1054275,80	53,29	524,22	200	NS	PL

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
99	56343,89	2136,46	1059218,86	1054490,74	39,39	1275,37	200	NS	PL
100	57619,26	2300,71	1057943,50	1054495,55	35,27	273,07	200	NS	Z200NS
101N	57892,33	2273,63	1057672,23	1054464,23	64,50	585,32	200	NS	PILA
102N	58477,65	2164,92	1057090,78	1054397,09	64,50	514,82	200	NS	PL
103	58992,47	2118,91	1056579,35	1054338,06	50,50	343,68	200	NS	PL
104NN	59336,15	2045,00	1056241,17	1054276,83	47,00	307,25	200	NS	PL
105A	59643,40	1986,00	1055933,92	1054277,82	45,50	691,37	200	NS	PILA
105	60334,77	2071,82	1055248,88	1054184,46	31,57	1121,26	200	NS	PILA
106	61456,03	2136,27	1054128,13	1054150,71	36,56	250,93	200	NS	PILA
107	61706,96	2179,90	1053877,32	1054143,16	46,85	162,00	200	NS	PILA
108NN*	61868,96	2197,00	1053715,39	1054138,33	35,25	262,30	200	NS	PILA
109N	62131,25	2208,52	1053509,21	1053976,19	95,00	898,23	200	NS	PILA
111	63029,48	2049,25	1052957,27	1053267,55	56,00	483,42	200	NS	PILA
112	63512,90	2003,48	1052533,69	1053034,57	49,50	1073,39	200	NS	PILA
113	64586,29	2088,06	1051593,18	1052517,28	40,13	549,00	200	NS	PILA
114	65135,28	2103,33	1051045,80	1052475,25	43,80	552,01	50	S	Z50S
115	65687,29	2122,18	1050614,17	1052819,36	54,00	947,74	200	NS	PILA
116	66635,03	2302,43	1049873,11	1053410,16	32,00	1004,36	200	NS	PILA
116N	67639,39	2330,00	1049185,40	1054142,14	51,00	267,80	100	NS	Z100NS
117N	67907,19	2405,00	1049002,02	1054337,31	56,30	728,38	100	NS	Z100NS
118NN	68635,57	2336,56	1048521,55	1054884,74	36,75	152,83	100	NS	Z100NS
119N	68788,40	2350,00	1048374,68	1054927,01	41,37	425,53	100	NS	Z100NS
120N	69213,93	2360,19	1047963,27	1054818,32	38,24	260,85	100	NS	Z100NS
121NN	69474,78	2384,79	1047722,90	1054717,01	40,26	385,61	100	NS	Z100NS
122N	69860,39	2447,00	1047394,51	1054919,13	44,88	515,39	100	NS	Z100NS
123N	70375,77	2477,00	1047009,28	1055261,50	39,50	353,28	100	NS	Z100NS
124N	70729,05	2512,12	1046707,98	1055445,97	53,74	580,44	100	NS	Z100NS
125NN	71309,49	2575,00	1046212,95	1055749,05	60,50	295,16	100	NS	Z100NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
127	71604,65	2629,50	1045961,22	1055903,17	59,43	321,57	150	NS	Z100NS
128	71926,22	2673,40	1045684,42	1056066,84	45,00	342,09	100	NS	Z100NS
129NN	72268,32	2720,24	1045404,88	1056264,03	53,28	603,06	150	NS	PP
131	72871,37	2714,36	1044842,86	1056482,68	53,17	478,79	150	NS	PP
132	73350,16	2700,79	1044406,65	1056680,08	43,69	307,89	150	NS	PP
133	73658,05	2688,51	1044098,81	1056685,19	58,57	566,58	150	NS	PP
134	74224,62	2655,48	1043532,31	1056694,60	59,11	587,95	50	S	Z50S
135	74812,57	2749,80	1042944,45	1056704,37	54,19	685,92	150	NS	PP
136	75498,49	2661,80	1042258,62	1056715,76	58,84	541,25	150	NS	Z150NS
137	76039,74	2618,31	1041717,45	1056724,75	61,57	814,41	50	S	Z50S
138	76854,15	2699,43	1040903,15	1056738,28	49,44	278,74	200	NS	PL
139	77132,89	2712,32	1040627,44	1056697,27	36,15	433,51	200	NS	PL
140	77566,39	2627,13	1040198,66	1056633,49	40,45	525,59	200	NS	PL
141	78091,99	2605,39	1039678,78	1056556,16	58,31	631,02	200	NS	PL
142	78723,00	2630,61	1039054,63	1056463,33	53,49	602,00	200	NS	PILA
143	79325,00	2741,27	1038459,19	1056374,76	37,03	515,66	100	NS	PL
144	79840,65	2842,78	1037949,14	1056298,90	30,81	226,77	100	NS	Z100NS
145	80067,42	2846,38	1037744,33	1056201,54	51,51	875,19	200	NS	Z200NS
146	80942,62	2788,41	1036953,90	1055825,81	34,68	632,27	200	NS	PILA
147	81574,89	2727,49	1036465,24	1055424,58	49,86	397,99	200	NS	PILA
148	81972,88	2725,58	1036157,66	1055172,02	55,20	778,76	200	NS	PL
149	82751,64	2722,48	1035555,79	1054677,83	45,38	299,36	200	NS	PL
150	83051,00	2745,33	1035324,43	1054487,86	36,04	525,98	200	NS	PL
151	83576,98	2720,18	1034833,88	1054298,09	59,31	452,75	200	NS	PL
152	84029,73	2714,44	1034411,62	1054134,75	49,45	610,07	200	NS	PL
153	84639,79	2678,86	1033805,29	1054067,38	58,01	465,29	200	NS	PL
154	85105,08	2661,31	1033342,85	1054015,99	44,31	448,18	200	NS	PL
155	85553,26	2636,77	1032897,41	1053966,50	34,32	532,21	200	NS	PL

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
156	86085,47	2657,98	1032380,05	1053841,64	54,90	380,75	200	NS	Z200NS
157	86466,22	2628,14	1032009,93	1053752,32	49,36	543,95	200	NS	PL
158	87010,17	2571,49	1031468,66	1053698,30	50,61	360,69	200	NS	PL
159	87370,86	2564,04	1031109,76	1053662,49	35,09	292,48	150	NS	Z150NS
160	87663,34	2563,50	1030919,64	1053440,23	47,15	498,44	100	S	Z50S
161N	88161,78	2561,00	1030843,16	1052947,69	48,69	494,15	50	S	Z50S
162N	88655,93	2561,00	1030833,44	1052453,63	52,77	431,55	100	S	Z50S
163N	89087,48	2561,00	1030824,94	1052022,17	45,69	469,43	150	NS	PP
164N	89556,91	2560,00	1030679,00	1051576,00	49,11	395,79	100	S	Z50S
165N	89952,70	2560,00	1030324,00	1051401,00	48,67	528,80	50	S	PILOTES
166N	90481,49	2559,39	1029825,13	1051225,64	56,25	484,90	150	S	Z50S
167N	90966,39	2558,60	1029392,27	1051007,09	45,25	432,83	100	NS	Z100NS
168N	91399,23	2556,00	1029005,89	1050812,01	45,91	531,25	100	NS	Z100NS
167	91930,48	2559,91	1028478,07	1050751,71	57,90	811,59	100	NS	Z100NS
168	92742,07	2635,26	1027764,69	1050364,72	50,24	197,57	200	NS	PILA
169	92939,63	2630,81	1027591,03	1050270,52	50,35	777,23	200	NS	Z200NS
170	93716,86	2558,02	1026907,85	1049899,91	59,97	593,34	50	S	Z50S
171	94310,20	2563,61	1026386,31	1049616,99	60,20	572,72	50	S	Z50S*
172	94882,93	2558,03	1025882,89	1049343,90	58,72	569,14	50	S	PILOTES
173	95452,07	2556,72	1025382,61	1049072,51	56,41	527,52	150	NS	Z150NS
174N	95979,59	2556,08	1024862,57	1048984,03	51,20	498,02	150	NS	Z150NS
175N	96477,61	2562,39	1024371,60	1048900,49	51,24	496,58	150	NS	Z150NS
176	96974,19	2563,42	1023882,06	1048817,19	54,67	524,17	150	NS	Z150NS
177	97498,36	2564,56	1023357,89	1048815,41	49,06	317,47	150	NS	Z150NS
178	97815,83	2565,16	1023075,79	1048961,03	31,00	27,50	150	NS	Z150NS
Portico	97843,33	2565,16	1023054,21	1048978,08	19,00	0,00			

FUENTE: EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ S.A. 2016

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Tabla 2-29 Estructuras requeridas en la Línea Norte – Bacatá 230 kV

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
Portico	0,000	2567,41	1022962,84	1049020,09	Portico	19,00	25,72		
1A	25,720	2567,41	1022946,03	1049039,56	DT1	30,75	45,42	NS	Z100NS
1N	71,138	2567,41	1022980,26	1049069,41	DT1	30,75	333,64	NS	Z200NS
2N	404,781	2582,83	1022764,38	1049323,80	C6	56,25	408,04	NS	PILA
2AN	812,819	2638,19	1022400,83	1049509,07	A6	57,40	621,29	NS	Z100NS
3N	1434,111	2744,01	1021855,81	1049807,33	B5	49,40	335,74	NS	Z150NS
4NN	1769,852	2852,97	1021563,93	1049973,24	A6	54,00	282,53	NS	PILA
4AN	2052,377	2937,60	1021318,31	1050112,85	A4	45,50	219,34	NS	Z200NS
5	2271,721	3019,55	1021127,61	1050221,23	C3	39,50	718,15	NS	Z200NS
6	2989,867	2976,23	1020409,95	1050247,69	A4	46,54	302,05	NS	Z150NS
7	3291,918	2937,35	1020108,11	1050258,81	A5	50,11	645,10	NS	Z150NS
8	3937,016	2837,22	1019463,45	1050282,57	A7	60,00	658,83	NS	Z100NS
9	4595,844	2780,15	1018805,06	1050306,83	A6	55,51	623,48	NS	Z100NS
10	5219,325	2740,00	1018182,01	1050329,80	B4	44,60	454,99	NS	Z100NS
11	5674,319	2670,69	1017744,60	1050455,07	A7	59,24	673,28	NS	Z100NS
12	6347,594	2565,05	1017097,35	1050640,45	A7	61,62	317,08	NS	Z100NS
13	6664,669	2568,80	1016792,53	1050727,76	D3	39,59	450,78	NS	Z150NS
14	7115,453	2566,67	1016507,08	1051076,65	A7	58,71	396,62	NS	Z100NS
15	7512,069	2565,82	1016255,93	1051383,61	C2	35,13	362,28	NS	Z150NS
16	7874,345	2566,44	1015935,32	1051552,30	A6	54,03	400,52	S	Z50S
17	8274,869	2566,82	1015580,86	1051738,79	D3	39,77	370,65	S	Z50S
18	8645,519	2566,33	1015211,95	1051702,92	D3	39,71	414,73	S	Z50S
19N	9060,249	2566,06	1014913,90	1051414,54	A5	49,75	444,97	NS	Z200NS
20NN	9505,214	2564,06	1014589,45	1051110,03	D5	48,75	386,69	NS	Z150NS
20AN	9891,900	2566,49	1014210,43	1051186,66	A5	49,75	454,01	NS	Z150NS
21N	10345,909	2568,15	1013765,43	1051276,66	D5	48,75	271,89	NS	Z150NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
21AN	10617,801	2564,19	1013535,43	1051131,66	C6	56,50	272,95	NS	Z150NS
22N	10890,748	2562,00	1013405,43	1050891,66	C6	53,58	225,89	S	Z150S
22AN	11116,635	2569,68	1013385,43	1050666,66	C2	35,22	264,01	S	Z150S
23N	11380,643	2569,82	1013225,43	1050456,66	A3	40,75	293,00	NS	PP
23AN	11673,644	2573,01	1013050,43	1050221,66	D2	35,20	225,94	NS	Z150NS
24	11899,587	2573,25	1012829,28	1050175,38	D3	39,69	358,71	NS	Z150NS
25	12258,299	2648,03	1012558,27	1050410,39	C4	43,85	358,43	NS	Z150NS
26N	12616,734	2690,68	1012204,65	1050468,94	B4	44,46	715,87	NS	Z200NS
27	13332,603	2598,18	1011498,42	1050586,00	D4	44,17	384,31	NS	Z150NS
28	13716,910	2598,25	1011142,70	1050440,55	A4	45,21	341,74	NS	Z150NS
29	14058,647	2602,74	1010826,38	1050311,21	A3	40,78	371,34	NS	PILA
30	14429,991	2600,71	1010484,89	1050165,34	A3	40,72	352,97	S	Z50S
31	14782,962	2608,86	1010160,29	1050026,69	B4	44,28	295,70	NS	PILA
32	15078,657	2648,56	1009894,16	1049897,81	C6	52,97	612,54	NS	PILA
33	15691,194	2636,62	1009286,43	1049821,26	A5	49,20	194,31	NS	PILA
34	15885,508	2646,21	1009093,63	1049796,98	B1	32,01	310,24	NS	PILA
35	16195,747	2653,38	1008801,85	1049691,56	A2	36,26	291,73	NS	PILA
36	16487,478	2669,14	1008527,48	1049592,44	C2	35,12	386,48	NS	Z150NS
37	16873,955	2712,50	1008150,79	1049678,85	C6	53,00	557,74	NS	PILA
39	17431,698	2804,17	1007600,86	1049585,81	D4	47,47	656,94	NS	PILA
40	18088,633	2820,16	1007327,40	1048988,50	A4	45,40	562,84	NS	PILA
41	18651,468	2924,49	1007093,10	1048476,75	C1	30,55	497,65	NS	PILA
42	19149,115	2806,16	1007006,02	1047986,78	D3	39,78	238,70	NS	PILA
43N	19387,811	2831,70	1006820,43	1047836,66	A3	40,66	479,51	S	Z50S
43AN	19867,316	2828,23	1006450,43	1047531,66	A5	49,88	266,32	NS	PILA
44N	20133,634	2829,77	1006245,43	1047361,66	D4	50,39	340,92	NS	PILA
44AN	20474,552	2818,09	1006270,43	1047021,66	D6	59,00	336,16	NS	PILA
45N	20810,706	2805,12	1006560,43	1046851,66	C6	59,00	473,44	NS	PILA

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
45AN	21284,142	2746,24	1006860,25	1046485,26	C6	52,92	251,96	NS	PILA
46	21536,099	2695,04	1006890,50	1046235,12	D3	40,06	325,96	NS	PILA
47	21862,053	2711,16	1006640,35	1046026,15	C2	35,36	293,77	NS	PILA
48	22155,825	2708,41	1006459,32	1045794,78	A4	44,98	280,23	S	PILOTE
49	22436,056	2736,57	1006286,64	1045574,08	D1	32,60	216,10	NS	PILA
50	22652,154	2750,04	1006217,82	1045369,23	D2	35,31	399,03	NS	Z150NS
51	23051,180	2810,94	1005820,78	1045329,52	A4	45,28	337,95	NS	PILA
52	23389,128	2874,30	1005484,51	1045295,89	C5	50,02	594,67	NS	PILA
53	23983,797	2892,50	1004953,20	1045028,79	A7	60,00	556,99	NS	Z150NS
54	24540,785	2960,13	1004455,55	1044778,62	C5	48,74	213,71	NS	Z150NS
55	24754,500	2958,06	1004243,07	1044755,73	B1	31,19	380,00	NS	Z150NS
56	25134,496	2938,14	1003875,40	1044659,70	A4	45,25	416,56	NS	PILA
57	25551,052	2922,01	1003472,36	1044554,44	B1	30,80	421,20	NS	PILA
58	25972,256	2880,46	1003090,52	1044376,65	A4	44,61	283,39	NS	Z150NS
59	26255,644	2877,32	1002833,62	1044257,04	C2	34,88	293,73	NS	PILA
60	26549,377	2849,22	1002540,29	1044241,58	A1	31,65	400,93	NS	Z200NS
61	26950,305	2803,50	1002140,70	1044208,82	A2	37,84	162,26	NS	PILA
62	27112,567	2791,48	1001978,98	1044195,57	C1	31,22	197,46	NS	PILA
63	27310,028	2750,84	1001808,92	1044095,23	A2	36,49	946,66	NS	PILA
64N	28256,686	2719,20	1000993,59	1043614,18	B5	48,59	277,39	NS	PILA
65	28534,074	2708,10	1000780,32	1043436,81	A3	40,67	387,69	NS	PILA
66N	28921,760	2711,40	1000480,07	1043191,56	B5	50,52	445,79	NS	PILA
67N	29367,550	2732,12	1000109,20	1042944,20	A5	52,80	526,35	NS	Z100NS
68N	29893,903	2766,99	999662,50	1042665,80	A7	58,91	284,19	NS	Z100NS
69	30178,090	2809,05	999423,95	1042511,35	C6	53,16	479,58	NS	Z100NS
70	30657,673	2850,00	999189,51	1042092,98	A7	58,65	686,27	NS	Z200NS
71N	31343,940	2816,61	998854,20	1041494,20	A7	64,50	591,20	NS	Z100NS
72	31935,137	2774,26	998565,02	1040978,55	C6	53,00	459,04	NS	Z100NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
73N	32394,180	3012,54	998195,80	1040705,80	C2	35,69	187,24	NS	Z100NS
74N	32581,420	2990,35	998037,50	1040605,80	D5	48,80	165,05	NS	Z100NS
75N	32746,466	2988,23	997980,80	1040450,80	A4	46,21	426,02	NS	Z100NS
76	33172,484	2946,15	997834,20	1040050,80	D2	38,32	649,52	NS	PILA
77N	33821,999	2909,14	997299,20	1039682,50	A5	51,57	239,80	NS	PP
78	34061,795	2934,80	997101,79	1039546,36	D3	40,04	339,08	NS	Z100NS
79N	34400,872	2887,04	997019,20	1039217,50	C3	41,18	151,11	NS	Z100NS
80	34551,984	2897,46	996920,13	1039103,39	B5	50,28	1129,27	NS	PILA
81N	35681,249	3035,62	996109,20	1038317,50	C6	56,00	471,48	NS	PILA
82N	36152,731	2948,63	995770,80	1037989,20	A6	54,39	657,99	NS	PILA
83	36810,716	2942,68	995298,41	1037531,17	A7	64,69	466,45	NS	PILA
84	37277,170	2875,40	994963,50	1037206,49	A7	58,86	313,48	NS	PILA
85N	37590,648	2848,52	994739,20	1036987,50	B6	56,00	378,66	NS	PILA
86N	37969,306	2908,06	994427,50	1036772,50	C4	45,67	253,46	NS	PILA
88N	38222,770	2826,44	994310,80	1036547,50	C6	59,00	293,02	NS	PILA
89N	38515,792	2880,23	994067,50	1036384,20	A5	49,60	572,01	NS	PILA
90	39087,799	2954,76	993599,93	1036054,70	B2	35,21	315,37	NS	PILA
91	39403,173	2900,67	993375,74	1035832,89	A2	37,08	490,38	NS	PILA
92	39893,557	2846,67	993027,14	1035487,99	B3	42,68	424,58	NS	PILA
93N	40318,142	2866,87	992787,50	1035137,50	B5	48,99	444,26	NS	PILA
94N	40762,400	2905,41	992612,20	1034729,29	A6	57,00	596,01	NS	PILA
95	41358,413	3023,13	992376,99	1034181,65	C6	53,00	573,72	NS	PILA
96N	41932,134	2873,03	992147,36	1033655,89	B6	57,50	359,29	NS	PILA
97N	42291,425	2983,85	991930,85	1033369,16	A7	58,69	198,93	NS	PILA
98	42490,355	3051,88	991810,97	1033210,41	C3	41,89	240,65	NS	PILA
99	42731,000	3048,78	991609,70	1033078,51	A5	51,37	722,98	NS	PILA
100	43453,982	2972,34	991005,00	1032682,22	A5	51,96	302,50	NS	PILA
101	43756,480	2991,11	990751,99	1032516,41	C6	59,00	585,55	NS	PILA

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
102N	44342,032	3011,10	990392,50	1032054,20	A4	45,24	214,97	NS	PILA
103	44556,999	3013,73	990260,43	1031884,59	A3	40,74	425,18	NS	PP
104	44982,176	3008,11	989999,35	1031549,01	A6	55,26	547,82	NS	PP
105	45529,999	2973,51	989662,96	1031116,63	AA5	52,90	550,00	NS	PP
106	46079,999	2849,93	989325,24	1030682,53	A4	47,66	319,32	NS	PP
107	46399,322	2839,37	989129,16	1030430,50	A3	40,50	626,50	NS	PP
108	47025,826	2848,31	988744,46	1029936,02	A5	51,17	356,17	NS	PP
109	47381,998	2791,82	988525,75	1029654,90	B5	51,04	1194,36	NS	PP
110	48576,353	2731,58	987792,36	1028712,24	B6	56,21	400,01	NS	Z200NS
111N	48976,364	2786,84	987610,80	1028355,80	AA7	64,00	712,28	NS	Z100NS
112	49688,649	2700,85	987287,02	1027721,36	A7	64,50	370,35	NS	Z100NS
113	50058,999	2710,27	987118,77	1027391,44	A6	56,65	295,88	NS	Z100NS
114	50354,875	2713,91	986984,34	1027127,86	C5	48,50	230,90	NS	Z100NS
115	50585,778	2742,39	986940,66	1026901,12	C4	44,00	456,71	NS	Z100NS
116	51042,485	2677,07	986666,59	1026535,80	C3	40,90	238,76	NS	Z100NS
117	51281,249	2706,58	986630,18	1026299,82	A5	51,71	733,14	NS	Z100NS
117A	52014,388	2789,08	986518,37	1025575,26	A7	61,50	138,61	NS	Z100NS
118	52152,999	2825,63	986497,23	1025438,27	A7	61,81	160,99	NS	Z100NS
118A	52313,984	2833,68	986472,67	1025279,17	A4	45,37	171,48	NS	Z100NS
119	52485,462	2814,20	986446,53	1025109,70	C6	53,54	280,71	NS	Z100NS
120N	52766,175	2742,57	986541,89	1024845,68	B6	57,91	328,73	NS	Z100NS
121N	53094,906	2671,72	986630,80	1024529,20	D6	56,88	536,23	NS	Z50NS
122	53631,135	2566,44	987053,29	1024198,98	C3	39,73	368,16	NS	Z50NS
123	53999,290	2560,54	987180,95	1023853,67	C4	44,27	475,51	NS	Z50NS
124	54474,798	2559,13	987561,56	1023568,64	A6	54,10	465,38	NS	Z100NS
125	54940,180	2558,96	987934,06	1023289,67	A5	49,80	346,49	NS	Z100NS
126	55286,667	2557,89	988211,40	1023081,98	C2	35,13	369,80	NS	Z100NS
127	55656,463	2559,88	988405,75	1022767,37	B6	54,81	174,69	NS	Z100NS

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Estructura	Abscisa	Cota	Coordenadas (Magna Sirgas origen Bogotá)		Tipo de torre	Altura de la estructura (m)	Vano adelante (m)	Cimentación	
			Este	Norte				Condición del suelo	Tipo
127AN	55831,156	2560,28	988500,80	1022620,80	Especial	22,50	200,19	NS	Z100NS
128N	56031,345	2561,27	988609,20	1022452,50	DT1	32,50	129,66	NS	PILA ESPECIAL
Portico	56161,007	2561,41	988689,10	1022350,38	Portico	19,00	0,00		

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

2.3.2.4. Materiales e insumos a utilizar

Para las torres se emplearán perfiles (ángulos) en acero galvanizado, de diferentes dimensiones según lo determine el diseño estructural. En todo caso la calidad de los mismos está dada por las normas ASTM (American Society for Testing and Materials).

Los cimientos se diseñaron para garantizar que los esfuerzos transmitidos al suelo, calculados con base en las reacciones de trabajo, no sobrepasen el valor de la capacidad portante admisible, teniendo en cuenta tanto el efecto de las cargas verticales, como el de las cargas horizontales.

Las cimentaciones que serán utilizadas para las torres tipo A, AA, B, C, D y DT son: Cimentación tipo pila, cimentación tipo zapata, cimentación tipo parrilla y cimentación tipo platea.

Por último el diseño de concreto reforzado se realizó con base en la teoría del método de rotura, a partir de los esfuerzos calculados con las cargas últimas. Los materiales empleados para la cimentación de estas estructuras, serán en concreto y acero de refuerzo o parrilla metálica, los cuales tendrán las características mostradas en la Tabla 2-30.

Tabla 2-30 Propiedades de los materiales que influyen en el diseño de la cimentación

ELEMENTO	CARACTERÍSTICA	VALOR
Concreto	Peso específico	24 kN/m ³
	Resistencia a compresión	21 MPa
Concreto soldado	Resistencia a compresión	14 MPa
Acero de refuerzo	Esfuerzo de fluencia	420MPa

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

✓ Conductores y cables de guarda

En la Tabla 2-31 se presentan los conductores seleccionados que se utilizarán y que cumplen con los requerimientos establecidos por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, las restricciones técnicas impuestas por el Código de Redes y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE establecido mediante Resolución N° 90708 de 2013.

La selección de los conductores considera los siguientes criterios:

- Capacidad de transporte

- Resistencia óhmica requerida
- Efecto corona
- Radio interferencia
- Ruido audible
- Campos eléctricos
- Campos magnéticos

La selección final del conductor es resultado de la verificación de los requisitos mínimos solicitados en la convocatoria UPME 03-2010 como son: una capacidad ampérica igual o superior a 2000 A por fase y 1040 A por subconductor, y un valor de resistencia óhmica DC del conductor de fase inferior a 0.0300 ohm/km a 20°C y 0.0500 ohm/km a 20°C, para las líneas Chivor – Chivor II (San Luis) y Chivor II (San Luis) – Norte – Bacatá respectivamente, tal como se plasmó en el documento de selección de la convocatoria UPME 03-2010.

Tabla 2-31 Parámetros de los conductores de fase

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍNEAS DE TRANSMISIÓN		
		Chivor – Chivor II	Chivor II – Rubiales.	Chivor II – Norte – Bacatá.
Calibre	KCMIL	650	650	600
Nº de alambres de Al 1350	Unidades	18	18	12
Nº de alambres de Al 6201	Unidades	19	19	7
Diámetro Total	Mm	23,56	23,56	22,6
Área	mm ²	329,36	329,36	304,2
Peso del conductor	kg/km	908	908	838
Carga de rotura	kN (kgf)	73,9 (7535)	73,9 (7535)	62,8 (6404)
Resistencia DC a 20°C	Ω/km	(ACAR 3X650) 0,0314	(ACAR 2X650) 0,0314	(ACAR 2X600) 0,05

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

La selección y verificación del cable de guarda se llevó a cabo para un cable OPGW (con fibra óptica) y para un cable convencional (sin fibra óptica), con base en criterios económicos, de tensionado, corrosión y soportabilidad ante corrientes de cortocircuito a tierra y de descargas atmosféricas. Dado que el comportamiento de las corrientes de corto en los diferentes tramos de la línea y las subestaciones asociadas son diferentes, se realizó la verificación de los cables de guarda a través del dimensionamiento del calibre en función de la distribución de corrientes que

debe soportar en estos puntos del sistema. A partir de este análisis se determinan los cables de guarda que se emplearán en el Proyecto, tal como se presenta en la Tabla 2-32.

Tabla 2-32 Parámetros de los cables de guarda

Parámetro	Unidad	ACSR- Quail 2/0 AWG	OPGW 24 fibras G.652 D	OPGW 24 fibras SFPOC	ACSR MINORCA 110,8 KCMIL	Alumoweld 7N8
Ubicación	-	Salida S/E Chivor	Chivor – Chivor II y Chivor II – Rubiales.	Chivor II – Norte – Bacatá	Chivor – Chivor II, Chivor II – Rubiales, entrada y salida S/E Norte	Chivor II – Norte – Bacatá
Corriente soportada (falla monofásica)	kA	17,80	16,57	14,77	14,65	14,27
Diámetro	mm	11,35	12,1	11,9	12,2	9,78
Área	mm ²	67,48	89,76	80	56,13	58,6
Peso	kg/km	272,7	386	436	411,6	389
Carga de rotura	kN (kgf)	23,56 (2403)	51,96 (5299)	55,79 (5690)	50,26 (5125)	70,92 (7231)
Resistencia DC a 20°C	Ω/km	0,401	0,4621	0,62	0,5163	1,4630

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

2.3.2.5. Tipos de fundaciones

De acuerdo con la aplicación de los criterios geotécnicos, los criterios geológicos, los resultados de la exploración geotécnica realizada en cada sitio de torre y la información obtenida en el "Estudio de suelos" para cada uno de los tramos de las líneas de transmisión asociadas al proyecto, un 45,4 % del total de las torres (346) tendrán cimentaciones consistentes en zapatas, de las cuales 137 se encuentran sobre depósitos de suelo en condición no sumergida y 20 torres en condición de sumergencia. Por otro lado, un 23,4 % (81 Torres) tendrán cimentaciones consistentes en parrillas livianas, un 12,4% (43 Torres) tendrán cimentaciones en parrillas pesadas y un 17,1% tendrán un tipo de cimentación en PILA, las cuales en su mayoría estarán en condición de suelo no sumergido y su uso se limitó a suelos cohesivos con capacidades portantes mayores a 200 kPa. La cantidad de torres para cada condición del suelo y tipo de cimentación se resumen en la Tabla 2-33.

Tabla 2-33 Resumen del tipo de cimentación recomendado

CONDICIÓN	PARRILLA LIVIANA		PARRILLA PESADA		ZAPATA CONVENCIONAL		PILA		ESPECIAL		TOTAL	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
No sumergida	66	19,1%	43	12,4%	137	39,6%	57	16,5%	6	1,7%	309	89,31%
Sumergida	15	4,3%	0	0%	20	5,8%	2	0,6%	0	0%	37	10,69%
TOTAL	81	23,4%	43	12,4%	157	45,4%	59	17,1%	6	1,7%	346	100,00%

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

2.3.2.6. Sistemas de protección y control

Como elementos de protección y control para la operación del sistema de transmisión se proyectan como mínimo los siguientes; no obstante, previo al inicio a las etapas de construcción y operación del Proyecto, se evaluará la necesidad de implementar medidas adicionales:

- Se realizará el retorno metálico con el fin de evitar eventuales procesos corrosivos en los elementos metálicos que se encuentren sobre la ruta de la línea de transmisión.
- Cada una de las torres de transmisión, contarán con un sistema de puesta a tierra que controle las tensiones de paso y contacto que surjan en la eventualidad de fallas eléctricas o descargas atmosféricas sobre las líneas, evitando poner en riesgo la integridad de las personas o animales que se encuentren a su alrededor. Adicionalmente, la subestación contará con un cerramiento y las respectivas marcaciones de seguridad que identifiquen el riesgo eléctrico existente.
- No deben existir viviendas dentro de la franja de servidumbre de las líneas de transmisión, es decir en una franja de 32 metros de ancho.
- Los conductores estarán apoyados en estructuras metálicas (torres metálicas) y se garantizará que estos conserven alturas superiores a las mínimas requeridas por normas internacionales y nacionales en todos los escenarios posibles de operación y de acuerdo con las características de uso del suelo de las zonas que atraviese.
- Se emplearán los sistemas de protección propios de una instalación de esta naturaleza que garantiza que en lapsos de milisegundos la línea y los cables son desenergizados ante la ocurrencia de una falla o daño de la infraestructura.

- En los cruces con líneas energizadas o con vías para tránsito de vehículos, durante el tendido de las líneas se construirán estructuras temporales suficientemente altas y resistentes que permitan el paso de los conductores de fases en tal forma que no haga contacto con las líneas o interfieran el libre tránsito vehicular. Las dimensiones y en especial, la altura de estas estructuras deberá ser tal, que superen en una proporción determinada la envergadura total de las vías, líneas eléctricas y otra infraestructura existente a salvar, con el objeto de garantizar la estabilidad de la línea eléctrica a construir y por ende, la seguridad del entorno ambiental y social cercano a los cruces mencionados.

2.3.2.7. Obras transitorias

Será necesaria la utilización de plazas de tendido y almacenamiento de materiales, equipos y otros elementos para la construcción de la línea, los cuales se encuentran ubicados en puntos estratégicos cumpliendo con las características como topografía preferiblemente plana, accesibilidad y permiso del propietario para su utilización. Es de mencionar y recalcar que después de la utilización las plazas de tendido y/o almacenamiento, este debe quedar en las mismas condiciones en que se encontró inicialmente. La ubicación tentativa de estas plazas de tendido para los tramos Chivor II (San Luis) – Norte – Bacatá se describe en la Tabla 2-34, las cuales se encuentran sujetas a modificaciones durante la etapa de construcción.

Tabla 2-34 Plazas de tendido para la línea de transmisión Chivor II (San Luis) – Norte.

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
PT1	1097303,90	1025184,78
	1097271,73	1025186,36
	1097283,58	1025257,75
	1097312,86	1025238,53
PT2	1096273,50	1032685,62
	1096241,54	1032683,98
	1096239,66	1032715,86
	1096271,74	1032717,48
	1096273,50	1032685,62
PT3	1094845,14	1036766,41
	1094812,97	1036752,50
	1094813,36	1036785,48
	1094845,60	1036805,21

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
PT4	1092841,35	1042030,27
	1092790,30	1042043,56
	1092785,74	1042067,25
	1092811,25	1042058,69
	1092835,68	1042056,10
PT5	1088825,10	1043436,52
	1088851,13	1043451,44
	1088880,95	1043399,38
	1088854,92	1043384,46
PT6	1087356,37	1042958,64
	1087300,35	1042971,76
	1087301,22	1043004,42
	1087330,53	1042997,56
PT7	1082334,24	1045320,71
	1082285,93	1045353,36
	1082281,35	1045361,80
	1082307,25	1045382,00
	1082310,66	1045374,65
	1082351,45	1045347,70
PT8	1081570,98	1046749,90
	1081538,77	1046802,85
	1081551,42	1046817,92
	1081555,95	1046836,18
	1081598,82	1046765,71
PT9	1078965,21	1048675,57
	1078952,23	1048685,16
	1078949,04	1048727,29
	1078980,11	1048704,35
PT10	1078941,92	1048692,77
	1078897,84	1048725,31
	1078914,08	1048753,10
	1078939,59	1048734,27
PT11	1076479,28	1049850,35
	1076412,71	1049859,86
	1076417,24	1049891,54

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
	1076482,28	1049882,24
PT12	1057190,19	1054392,24
	1057114,15	1054383,68
	1057170,45	1054422,39
	1057188,23	1054424,45
PT13	1048420,48	1054930,48
	1048405,17	1054901,59
	1048374,50	1054910,41
	1048320,53	1054896,16
	1048316,41	1054928,16
	1048374,86	1054943,01
PT14	1044738,60	1056512,30
	1044784,90	1056526,47
	1044817,43	1056511,75
	1044775,48	1056495,61
PT15	1044773,43	1056531,66
	1044729,17	1056516,57
	1044703,01	1056528,41
	1044744,80	1056544,61
PT16	1043590,22	1056677,64
	1043575,46	1056709,89
	1043604,46	1056709,41
	1043626,24	1056677,04
PT17	1043536,72	1056678,53
	1043533,76	1056710,58
	1043561,79	1056710,11
	1043580,10	1056677,81
PT18	1034606,30	1054192,90
	1034577,34	1054181,70
	1034580,02	1054217,05
	1034605,12	1054226,76
PT19	1034073,77	1054081,11
	1034050,46	1054078,52
	1034057,66	1054111,51
	1034081,44	1054114,08

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
PT20	1034044,69	1054077,88
	1034021,38	1054075,29
	1034031,44	1054108,44
	1034053,04	1054111,00
PT21	1030831,25	1051989,99
	1030801,52	1052002,02
	1030808,99	1052024,87
	1030809,51	1052051,12
	1030841,50	1052050,32
	1030840,70	1052019,39
PT22	1030639,01	1051538,45
	1030627,32	1051549,49
	1030646,08	1051577,61
	1030686,37	1051561,82
PT23	1030524,11	1051481,81
	1030494,10	1051502,69
	1030521,27	1051516,08
	1030565,83	1051502,37
PT24	1028459,02	1050723,17
	1028442,53	1050750,63
	1028474,25	1050767,24
	1028508,75	1050771,32
	1028511,52	1050739,43
	1028482,97	1050736,16
PT25	1028124,38	1050542,15
	1028105,72	1050567,92
	1028132,95	1050582,33
	1028151,12	1050556,48
PT26	1023090,28	1048990,97
	1023042,50	1048954,69
	1023024,35	1048978,58
	1023072,14	1049014,87
PT27	1023014,87	1049001,69
	1022967,09	1048965,40
	1022948,95	1048989,29

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
	1022996,73	1049025,58
PT28	1020389,65	1050232,42
	1020333,66	1050234,48
	1020364,00	1050265,39
	1020396,94	1050264,18
PT29	1019494,60	1050265,41
	1019432,46	1050267,70
	1019432,46	1050299,72
	1019494,62	1050297,43
PT30	1016286,19	1051371,89
	1016261,46	1051351,58
	1016245,60	1051370,96
	1016216,97	1051386,03
	1016235,89	1051412,23
	1016266,80	1051395,35
PT31	1015642,63	1051724,37
	1015623,41	1051698,33
	1015577,65	1051722,40
	1015555,55	1051720,25
	1015591,73	1051751,15
PT32	1014678,62	1051171,78
	1014638,08	1051133,73
	1014613,24	1051154,30
	1014655,81	1051193,79
PT33	1012833,77	1050192,67
	1012862,23	1050198,62
	1012893,68	1050172,51
	1012825,32	1050159,88
	1012797,47	1050181,79
	1012815,20	1050208,77
PT34	1011559,19	1050592,15
	1011522,62	1050565,78
	1011500,28	1050569,48
	1011435,71	1050543,08
	1011418,36	1050570,55

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
	1011496,63	1050601,90
PT35	1010140,45	1049999,31
	1010102,79	1049981,07
	1010108,39	1050019,33
	1010139,85	1050034,57
PT36	1008526,47	1049609,08
	1008535,74	1049612,43
	1008543,45	1049581,19
	1008528,45	1049576,47
	1008512,83	1049579,38
	1008505,84	1049613,82
PT37	1007602,62	1049551,23
	1007573,06	1049563,52
	1007591,10	1049598,49
	1007625,90	1049606,28
	1007631,81	1049574,82
	1007611,88	1049571,45
PT38	1006430,90	1047494,68
	1006383,98	1047455,77
	1006363,97	1047480,75
	1006409,32	1047518,36
PT39	1005191,82	1045130,84
	1005164,39	1045117,05
	1005148,30	1045144,78
	1005175,17	1045158,29
PT40	1004432,88	1044760,09
	1004420,26	1044790,91
	1004452,98	1044795,24
	1004477,02	1044771,51
	1004459,15	1044763,03
PT41	1004287,87	1044744,46
	1004268,59	1044742,38
	1004246,83	1044740,04
	1004261,51	1044773,81
	1004290,11	1044776,89

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
PT42	1002729,01	1044235,50
	1002705,64	1044234,27
	1002687,66	1044265,37
	1002728,93	1044267,54
PT43	1001003,44	1043601,42
	1000978,39	1043580,72
	1000944,67	1043594,31
	1000981,72	1043625,12
PT44	1000970,00	1043573,75
	1000940,15	1043548,93
	1000915,81	1043570,30
	1000937,09	1043588,00
PT45	999561,87	1042581,59
	999533,88	1042563,47
	999516,65	1042590,43
	999545,67	1042609,22
PT46	997898,98	1040180,65
	997887,44	1040149,56
	997857,47	1040160,78
	997870,75	1040197,01
PT47	997115,84	1039536,62
	997107,18	1039502,11
	997076,41	1039510,99
	997088,03	1039554,51
	997116,51	1039575,95
	997133,85	1039549,04
PT48	993225,66	1035661,89
	993174,26	1035611,04
	993152,51	1035634,53
	993177,41	1035659,17
PT49	991787,36	1033175,81
	991767,67	1033162,91
	991755,96	1033193,49
	991773,95	1033205,28
PT50	990130,01	1031690,89

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

PLAZA DE TENDIDO	ESTE (m)	NORTE (m)
	990104,95	1031710,79
	990140,09	1031755,96
	990165,13	1031736,04
PT51	988642,62	1022460,90
	988597,23	1022421,66
	988577,61	1022444,36
	988623,00	1022483,60

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor, 2016

El Proyecto contempla como parte de su infraestructura temporal 51 plazas de tendido, las cuales, se encuentra localizadas dentro del corredor del proyecto.

Como estrategia constructiva las plazas de tendido, durante la etapa de construcción, se aprovecharán según el avance de los diferentes frentes de obra.

De acuerdo a las necesidades del proyecto si se requieren nuevas áreas para plazas de tendido, se buscarán nuevas áreas deberán cumplir rigurosamente con los criterios técnico-ambientales para su ubicación, tales como la exclusión de zonas para la protección de rondas, áreas con coberturas naturales escasas, pendientes suaves, etc.

Adicionalmente dentro de las Subestaciones se adecuarán Zonas de Uso temporal para el acopio de materiales y oficinas temporales necesarias para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2-35 Zonas de Uso Temporal para la línea de transmisión Chivor II (San Luis) – Norte.

NOMBRE	NOMENCLATURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOT	
		ESTE	NORTE
ZUT Subestación Bacatá 230 kV	ZUT BACA 230 kV	988679,85	1022372,27
	ZUT BACA 230 kV	988663,95	1022360,15
	ZUT BACA 230 kV	988633,63	1022399,91
	ZUT BACA 230 kV	988649,54	1022412,04
ZUT Subestación Chivor II 230 kV	ZUT CHIVII 230 kV	1097266,77	1025048,59
	ZUT CHIVII 230 kV	1097311,90	1025027,04
	ZUT CHIVII 230 kV	1097298,97	1024999,97
	ZUT CHIVII 230 kV	1097253,85	1025021,51

NOMBRE	NOMENCLATURA	COORDENADAS MAGNA SIRGAS ORIGEN BOGOT	
		ESTE	NORTE
ZUT Subestación Norte 230 kV	ZUT NORT 230 kV	1023018,45	1049063,81
	ZUT NORT 230 kV	1022988,01	1049037,86
	ZUT NORT 230 kV	1022936,12	1049098,75
	ZUT NORT 230 kV	1022966,56	1049124,69

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. 2016

2.3.2.8. Accesos a Sitios de Torre

De acuerdo con los diseños y la identificación de los sitios de torres y patios de almacenamiento, durante la construcción de las líneas de transmisión que hacen parte del proyecto, no se proyecta la construcción de acceso nuevos, ya que se hará uso de los acceso existentes, Salvo donde sea estrictamente necesaria la adecuación de un camino temporal para el acceso de mulas y personas.

En los sitios donde no hay accesibilidad, se dará prioridad al empleo de accesos para mulas y de ser requeridos, sitios para el ingreso de helicópteros. Las actividades para adecuar estos accesos no requieren el empleo de maquinaria especializada, ni demanda relevante de recursos naturales.

- tipo 1: carretera pavimentadas de dos o más carriles
- tipo 2:carretera sin pavimentar de dos o más carriles
- tipo 3:carretera pavimentada angosta
- tipo 4:carretera sin pavimentar angosta
- tipo 5:carretera transitable en tiempo seco
- tipo 6:carretera de camino de herradura
- tipo 7: camino, sendero

Tabla 2-36 Acceso a Chivor II a Rubiales

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Chivor-ChivorII	1A	Se accede por los caminos existentes de la vereda El Carmen del Municipio de San Luis de Gaceno, despues se debe avanzar 180 metros aproximadamente hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
Chivor-ChivorII	2A	Se debe avanzar 45 metros despejando la vegetación bajo la servidumbre en una franja de 2 metros de ancho, despues de abandonar un camino que comunica las veredas El Carmen y El Cairo

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		del Municipio de San Luis de Gaceno.
Chivor-ChivorII	3A	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Centro del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
Chivor-ChivorII	4A	Se llega por el mismo camino de acceso a la torre 3A, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 260 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
Chivor-ChivorII	5A	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 80 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
Chivor-ChivorII	6A	Se llega desde la torre 5A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 500 metros.
Chivor-ChivorII	7A	Se llega desde la torre 8A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 260 metros.
Chivor-ChivorII	8A	Se llega desde la torre 9A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 500 metros.
Chivor-ChivorII	9A	Se llega desde la torre 10A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 500 metros.
Chivor-ChivorII	10A	Se accede desde la via Santa Maria - San Luis de Gaceno aproximadamente a 250 metros de la misma por pastos sin vegetación.
Chivor-ChivorII	11AN	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vias de ingreso a la misma.
Chivor-ChivorII	1B	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vias de ingreso a la misma.
Chivor-ChivorII	13A	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vias de ingreso a la misma.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

Tabla 2-37 Acceso a Chivor II a Rubiales

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
ChivorII-Rubiales	12A	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vias de ingreso a la misma.
ChivorII-Rubiales	1N	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vias de ingreso a la misma.
ChivorII-Rubiales	2	Se accede desde la via Santa Maria - San Luis de Gaceno aproximadamente a 200 metros de la misma por pastos sin vegetación.
ChivorII-Rubiales	3	Se llega desde la torre 9A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 80 metros.
ChivorII-Rubiales	4	Se llega desde la torre 8A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 160 metros.
ChivorII-Rubiales	5	Se llega desde la torre 7A por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 380 metros.
ChivorII-Rubiales	6N	Se llega desde la torre 7 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 300 metros.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
ChivorII-Rubiales	7	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Rubiales	7B	Se llega por el mismo camino de acceso a la torre 3A, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 60 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Rubiales	8	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Centro del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 150 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Rubiales	9	Se debe avanzar 45 metros despejando la vegetación bajo la servidumbre en una franja de 2 metros de ancho, despues de abandonar un camino que comunica las veredas El Carmen y El Cairo del Municipio de San Luis de Gaceno.
ChivorII-Rubiales	10	Se accede por los caminos existentes de la vereda El Carmen del Municipio de San Luis de Gaceno, despues se debe avanzar 120 metros aproximadamente hasta el sitio de torre despejando bajo la franja de servidumbre una brecha de 2 metros.
ChivorII-Rubiales	11	Se accede por los caminos existentes de la vereda El Carmen del Municipio de San Luis de Gaceno, despues se debe avanzar 120 metros aproximadamente hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

Tabla 2-38 Acceso a Chivor II a Norte

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
ChivorII-Norte	1N	Se encuentra ubicada dentro del lote de la Subestación ChivorII (San Luis), se accede por las vías de ingreso a la misma.
ChivorII-Norte	2	Se accede desde la via Santa Maria - San Luis de Gaceno aproximadamente a 200 metros de la misma por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	3	Se llega desde la torre 2 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 280 metros.
ChivorII-Norte	4	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 140 metros por pastos sin vegetación y posteriormente 180 metros despejando una brecha de 2 metros bajo la franja de servidumbre hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	5	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 220 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	6	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		debe avanzar aproximadamente 900 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	7NN	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, el camino llega directo hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	7AN	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Arrayanes del Municipio de San Luis de Gaceno, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 300 metros despejando una franja de 2 metros, posteriormente se avanzan 100 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	8	Se llega desde la torre 7AN por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 950 metros.
ChivorII-Norte	9	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda San Agustin del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 600 metros por pastos sin vegetación y posteriormente 150 metros despejando una brecha de 2 metros bajo la franja de servidumbre hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	10	Se llega por un camino tipo 5 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 210 metros.
ChivorII-Norte	11	Se debe avanzar aproximadamente 400 metros desde la torre 12 por pastos sin vegetación y posteriormente 170 metros despejando una brecha de 2 metros bajo la franja de servidumbre hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	12	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Planadas del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 400 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	13	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Planadas del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	14	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Planadas del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 380 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	15	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	16	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 500 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	17	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 470 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	18N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		avanzar aproximadamente 75 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	20	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 230 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	21	Existe un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Cecilia del Municipio de Santa Maria que llega hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	22	Se llega desde la torre 21 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 150 metros.
ChivorII-Norte	23	Se accede por un camino tipo 4 que llega hasta la quebrada blanca en donde después de atravezarla se empieza un ascenso pasando por pastos enmalezados y algo de vegetación secundaria. El camino existente es sinuoso y atraviesa la quebrada en tres partes diferentes. Posterior al tercer cruce de la quebrada continuamos el ascenso por un camino tipo 7 en donde se encuentran Bosques de galerías, pastos arbolados y luego otra vez enmalezados. Finalmente luego de mucho trasegar por este camino tipo 7 nos encontramos con un Bosque denso al cual se le trata de esquivar y por último nuevamente vegetacion secundaria, la cual da el acceso a la torre 23 aproximadamente 180 metros luego de abandonar el camino mencionado.
ChivorII-Norte	24	Se llega desde la torre 23 atravezando la vegetación secundaria a una distancia aproximada de 400 metros.
ChivorII-Norte	25	Se accede desde la torre 26 por medio de vegetación secundaria alta y bosques densos. Además se puede acceder ingresando al bosque denso aproximadamente 350 metros antes de llegar a la torre 26.
ChivorII-Norte	26	Se llega desde la torre 24 atravezando unos 500 metros de pastos enmalezados hasta un camino tipo 7 en donde se atraviezan pastos enmalezados en principio para posteriormente entrar a una vegetación secundaria, bosque denso y luego nuevamente pastos enmalezados. El camino se encuentra por el filo de la montaña.
ChivorII-Norte	27	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre despejando una franja de 2 metros bajo la servidumbre.
ChivorII-Norte	28	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	29	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 50 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	30	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 260 metros por pastos sin vegetación y posteriormente 90 metros despejando una brecha de 2 metros bajo la franja de servidumbre hasta el sitio de torre.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
ChivorII-Norte	31	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 90 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	32	Existe un camino tipo 7 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal que llega hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	33	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 70 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	34	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Agua Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 190 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	35	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Peña Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 100 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	36	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Peña Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 280 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	37	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Peña Blanca del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	38	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Centro del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 100 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	39	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Centro del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 90 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	40	Se llega desde la torre 41 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 770 metros.
ChivorII-Norte	41	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Centro del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 40 metros por pastos sin vegetación,
ChivorII-Norte	42N	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Centro del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 330 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación, el cuerpo de agua se cruza por un puente natural existente.
ChivorII-Norte	43	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Volador del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 100 metros por pastos sin vegetación, posteriormente se avanzan 220 metros hasta el sitio de torre

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		despejando una franja de 2 metros bajo la servidumbre.
ChivorII-Norte	44	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Volador del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 90 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	45N	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Volador del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 490 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	46N	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Volador del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 550 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	47NN	Se llega desde la torre 48 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 250 metros.
ChivorII-Norte	48	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda La Mesa del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 250 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	49N	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda La Mesa del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	50	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda La Mesa del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 70 metros por pastos sin vegetación, posteriormente se avanzan 25 metros hasta el sitio de torre despejando una franja de 2 metros bajo la servidumbre.
ChivorII-Norte	51N	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Tibacota del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 30 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	52	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Tibacota del Municipio de Macanal, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 25 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	53	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Datil Grande del Municipio de Macanal, el sitio de torre queda aproximadamente a 10 metros del mismo.
ChivorII-Norte	54	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Bojaca del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	55N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Bojaca del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 160 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-	56N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Arada Grande

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 35 metros despejando una franja de 2 metros, posteriormente se avanzan 60 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	57N	Se accede a partir de un camino tipo 6, posteriormente se avanza aproximadamente 370 metros por pastos sin vegetación
ChivorII-Norte	58	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Arada Chiquita del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 50 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	59	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Arada Chiquita del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	60	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Arada Chiquita del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 240 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	61	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Caracol del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 120 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	62	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Caracol del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 90 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	63	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Caracol del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 220 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	64	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Caracol del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 360 metros por pastos sin vegetación, posteriormente se avanzan 30 metros hasta el sitio de torre despejando una franja de 2 metros bajo la servidumbre.
ChivorII-Norte	65	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Caracol del Municipio de Garagoa, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 80 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	66	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Mutatea del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	67NN	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Mutatea del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 190 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-	68NN	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Mutatea del

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 80 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	69	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Rucha del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 70 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	70	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Rucha del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 25 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	71	Se accede por un camino tipo 3 ubicado en la vereda Rucha del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 190 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	72N	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Valle Grande Arriba del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 10 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	73	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Valle Grande Arriba del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	74	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Resguardo del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 350 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	75	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Resguardo del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	76	Se llega desde la torre 75 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 260 metros.
ChivorII-Norte	77	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 10 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	78	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 160 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	79N	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 500 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	80N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 10 metros hasta el sitio de torre por pastos sin

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		vegetación.
ChivorII-Norte	81N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 160 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	82	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 25 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	83	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 50 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	84	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Quebradas del Municipio de Tenza, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 310 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	85N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Medio Quebradas del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	86NN	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Medio Quebradas del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 500 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	87NN	Se accede apartir de un camino tipo 7 por pastos sin vegetación avanzando aproximadamente 130 metros.
ChivorII-Norte	88NN	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Fugunta del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 90 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	89N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Fugunta del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 35 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	90N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Fugunta del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 80 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	91	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Renquirá del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 25 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	92	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Renquirá del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 330 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-	93	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Gusvita del

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	94	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Gusvita del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 250 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	95	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Socoata del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 200 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	96	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Socoata del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	97	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Laguna del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 10 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	98	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Laguna del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 30 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	99	Se accede por un camino tipo 6 ubicado en la vereda Laguna del Municipio de Tibirita, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 40 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	100	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Guina Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 550 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	101N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Guina Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 260 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	102N	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Guina Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 25 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	103	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Guina Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 220 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	104NN	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Guina Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 30 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-	105A	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Guina Bajo del

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 35 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	105	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda San Bernabe del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 180 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	106	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Resguardo Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 140 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	107	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Resguardo Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 120 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	108NN*	Se accede por un camino tipo 7 ubicado en la vereda Resguardo Bajo del Municipio de Macheta, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 170 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.
ChivorII-Norte	109N*	Es acceso a esta torre comienza a partir de un camino tipo 4, en la Vereda Resguardo Bajo del Municipio de Macheta, se ingresa por un camino de aproximadamente 220 metros donde se evidencia una cobertura de Pastos limpios
ChivorII-Norte	111	El acceso tiene su origen en Machetá y se dirige hacia la vereda Resguardo Abajo; tiene un ancho de calzada promedio de 8m, cuenta con 2 carriles, está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 62 m La cobertura presente es Mosaico De Pastos Limpios Y Cultivos
ChivorII-Norte	112	Para ingresar a esta torre se parte de un camino tipo 4 en la Vereda Resguardo Bajo en el municipio de Macheta donde encuentra un acceso dentro de la servidumbre de aproximadamente 450 metros dentro de una cobertura Mosaico De Pastos Limpios Y Cultivos
ChivorII-Norte	113	El acceso tiene su origen en Machetá y se dirige hacia la vereda Lotavita; tiene un ancho de calzada promedio de 3m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización, A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 180m la cobertura presente es Pastos enmalezados
ChivorII-Norte	114	El acceso tiene su origen en Macheta y se dirige hacia la vereda San Martín. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, presenta drenajes pero no cunetas, cuenta con un solo carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 200 m la cobertura es Mosaico De Pastos Limpios Y Cultivos
ChivorII-Norte	115	En la vereda San Martin del municipio de Macheta se parte de un camino tipo 4 A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 160 m la cobertura es Mosaico De Pastos Limpios Y Cultivos
ChivorII-	116	Se ingresa a partir de un camino tipo 7 , en la vereda San Martín del

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		municipio de Macheta. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 1000 m la cobertura es Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
ChivorII-Norte	116N	En la vereda San Martín del municipio de Macheta se parte de la torre 117, A partir de ahí el sendero a la torre es de una longitud aproximada de 890 m la cobertura es Mosaico De Pastos Limpios Y Cultivos
ChivorII-Norte	117N	El acceso tiene su origen en Chocontá y se dirige hacia Macheta. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 6,6m, tiene pavimento rígido, presenta drenajes y cunetas, cuenta con 2 carriles y presenta señalización horizontal y vertical. A partir de ahí el camino tipo 6 y posteriormente se avanza a la torre una longitud aproximada de 450 m la cobertura es Pastos arbolados
ChivorII-Norte	118NN	En la vereda Boqueron en el municipio de choconta, partiendo de un camino tipo 1, se desprende a un sendero tipo 4. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 140 m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	119N	A partir del camino tipo 4 de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 45 m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	120N	El acceso comienza a partir de un camino tipo 4, en la vereda Boqueron en el municipio de Choconta. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 240 m la cobertura es Pastos arbolados
ChivorII-Norte	121NN	El acceso comienza a partir de un camino tipo 5, en la vereda Boqueron en el municipio de Choconta. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 180 m la cobertura es Pastos arbolados
ChivorII-Norte	122N	A partir de un camino tipo 1 se desprende un acceso a la torre de una longitud aproximada de 150 m, en la vereda boquerón en el municipio de Choconta, y en la cual se evidencia una cobertura es Vegetación secundaria o en transición
ChivorII-Norte	123N	En la vereda boquerón se presenta un camino tipo1, de la cual se evidencia un acceso a la torre de aproximadamente de 200m con una cobertura es Mosaico De Pastos Y Cultivos
ChivorII-Norte	124N	A partir de una camino tipo 1, se encuentra un acceso de aproximadamente de 60 m la con presencia de cobertura es Mosaico De Pastos Y Cultivos
ChivorII-Norte	125NN	Comienza por camino tipo 6 en la vereda Boqueron del municipio de Choconta, con un acceso a la torre de aproximadamente de 80m., con cobertura de Mosaico De Pastos Y Cultivos
ChivorII-Norte	127	A partir de un camino tipo 6 se encuentra un acceso a la torre con una longitud aproximadamente de 30m con presencia de Vegetación secundaria o en transición
ChivorII-Norte	128	Se encuentra un camino tipo 7 que conduce directamente a la con cobertura de Vegetación secundaria o en transición, en la vereda Boqueron , municipio de Chonconta.
ChivorII-Norte	129NN	Vereda Boqueron, municipio Choconta, comienza en un camino tipo2 se encuentra un sendero que permite acceso a la torre con una longitud aproximada de 85 m con cobertura es Mosaico De Pastos Y

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		Cultivos
ChivorII-Norte	131	En la Vereda Saucio, municipio de Choconta, se encunetra un camino tipo 7, donde se evidencia un acceso a la torre de aproximadamente de 97m con presencia de cobertura Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	132	El acceso tiene su origen en Chocontá y se dirige hacia la vereda Saucío; tiene un ancho de calzada promedio de 4m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 80 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	133	El acceso tiene su origen en Chocontá y se dirige hacia la vereda Saucío; tiene un ancho de calzada promedio de 4m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 45 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	134	En la vereda Saucio , municipio de Choconta se encunetra un camino tipo 2, de lacual se puede acceder a la torre por un camino de aproximada de 45 m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	135	Se accede por medio de un camino tipo4, de la cual se desprende un camino de 260 m en la verda Saucio, donde se observa una cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	136	Para el acceso se inicia por un camino tipo7 del cual, se debe accedera un sendero de aproximadamente a 120 m hasta el punto de torre donde la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	137	De la vía nacional de encuentra un acceso 50 metros en una cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	138	A partir de la torre 139 se accede por la servidumbre por un sendero aproximadamente a 290 metroscon una cobertura es pastos limpios
ChivorII-Norte	139	En la vereda Tilata, municipio de Choconta se inicia por un camino tipo 2 y posteriormente se desprende un camino tipo 5 que lleva a la torre aproximadamente a 260 metros en cobertura de Pastos limpios
ChivorII-Norte	140	Se accede por camino que se desprende un camino tipo 2 aproximadamente a 50 m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	141	Ubicada en la vereda Chinata, municipio de Choconta se encuentra un camino tipo 2 de la cual se desprende un sendero hacia el punto de torre a una longitud aproximada de 35 m la cobertura es Pastos Limpios
ChivorII-Norte	142	Ubicada en la vereda Tilata, municipio Choconta, inicia en un camino tipo 4 del cual se avanza aproximadamente 85 metros.
ChivorII-Norte	143	El acceso tiene su origen en Chocontá y se dirige hacia la vereda Chinatá; tiene un ancho de calzada promedio de 4m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 270 m la cobertura Pastos limpios
ChivorII-Norte	144	El acceso tiene su origen en Chocontá y se dirige hacia la vereda Chinatá; tiene un ancho de calzada promedio de 4m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 230 m
ChivorII-	145	A partir de la torre 144 se accede por la servidumbre por un sendero

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		aproximadamente a 270 metros con una cobertura es pastos limpios
ChivorII-Norte	146	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Chinata del Municipio de Choconta, se debe avanzar aproximadamente 60 metros hasta el sitio de torre por Pastos limpios
ChivorII-Norte	147	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Rosa del Municipio de Suesca, se ingresa por un sendero aproximadamente 150 metros hasta el sitio de torre por Pastos limpios
ChivorII-Norte	148	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Santa Rosa del Municipio de Suesca, se ingresa por un sendero aproximadamente 160 metros hasta el sitio de torre por Pastos limpios
ChivorII-Norte	149	El acceso tiene su origen en la vía Chocontá-Suesca y se dirige hacia la vereda San Vicente. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 235 m la cobertura Pastos limpios
ChivorII-Norte	150	A partir de la torre 149 se accede por la servidumbre por un sendero aproximadamente a 330 metros con una cobertura es pastos limpios.
ChivorII-Norte	151	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda San Vicente del Municipio de Suesca, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 280 metros hasta el sitio de torre por Pastos limpios
ChivorII-Norte	152	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda San Vicente del Municipio de Suesca, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 180 metros hasta el sitio de torre por Pastos arbolados
ChivorII-Norte	153	Ubicado en la vereda San Vicente, del municipio de Suesca se accede por un camino tipo 4 del cual se avanza 15 metros aproximadamente hasta el punto de torre.
ChivorII-Norte	154	Se accede por un camino tipo 5 el cual llega directamente al punto de torre, en la vereda San Vicente en Suesca
ChivorII-Norte	155	Ubicado en la vereda Caciczgo en el municipio de Suesca, se parte de un camino tipo 4, y se avanza 60 metros aproximadamente en presencia de Plantación forestal
ChivorII-Norte	156	A partir de ahí el camino tipo 5 se acanza a la torre una longitus aproximada 60 m la cobertura es Zona de extracción minera
ChivorII-Norte	157	Se accede por un camino tipo 5 en la Vereda San Vicente, se avanza 25 metros hasta el punto de torre en una zona de extracción minera
ChivorII-Norte	158	Se accede por un camino tipo 5 se desprende un acceso tipo 5 del cual se avanza hasta el punto de torre aproximadamente 100 metros, en la vereda Caciczgo en el municipio de Suesca.
ChivorII-Norte	159	Se accede por un camino tipo 4 del cual se desprende un acceso tipo 7 del cual se ingresa al punto en aproximadamente 25 m
ChivorII-Norte	160	Ubicado en la vereda Nescuata en el municipio de Sesquile, se accede por un camino tipo 4 y posteriormente se avanza por un sendero aproximadamente 370 metros.
ChivorII-Norte	161N	Se accede por un camino tipo 5 del cual se avanza 60 metros en presencia de cobertura es Pastos limpios

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
ChivorII-Norte	162N	Se accede por medio de un camino tipo 3, a partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 55 m encobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	163N	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Nescuata del Municipio de Sesquile, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 20 metros hasta el sitio de torre por Mosaico de pastos y cultivos.
ChivorII-Norte	164N	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Nescuata del Municipio de Sesquile, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 60 metros hasta el sitio de torre.
ChivorII-Norte	165N	A partir de ahí el camino tipo 5 se dirige por un sendero aproximadamente 90 metros en cobertura de Pastos limpios
ChivorII-Norte	166N	Se accede por un camino tipo 5 a partir de ahí se accede a la torre es de una longitud aproximada de 18 m la cobertura es Pastos limpios, en la vereda Boitiva del municipio de Sesquilé.
ChivorII-Norte	167	Tiene su inicio en el municipio de Suesca y finaliza en la vereda Boitá; tiene un ancho de calzada de 7m, cuenta con dos carriles. La carretera no se encuentra pavimentada, su estado es regular y no se observa señalización vertical ni horizontal. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 430 m la cobertura Pastos limpios
ChivorII-Norte	167N	Se accede por un camino tipo 5 ubicado en la vereda Boitiva del Municipio de Sesquile, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 180 metros hasta el sitio de torre la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	168	A partir de ahí el camino tipo 5 se avanza hasta la torre una longitud aproximada de 80 m la cobertura es Plantación forestal
ChivorII-Norte	168N	A partir de la torre 169 se accede por la servidumbre por un sendero aproximadamente a de 205 m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	169	Se accede por un camino tipo 5 en la vereda Boita del municipio de Sesquile, se encuentra un sendero al punto de torre aproximadamente 240x m la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-Norte	170	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Palmira del Municipio de Suesca, despues de abandonar el camino se debe avanzar aproximadamente 30 metros hasta el sitio de torre por pastos sin vegetación.A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 110 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	171	Se Accede por camino tipo 4 posteriormente se avanza por un camino a la torre de una longitud aproximada de 90 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos, vereda Palmira municipio Suesca.
ChivorII-Norte	172	El acceso tiene su origen en el municipio de Sueca y se dirige hacia la vereda Palmira; tiene un ancho de calzada promedio de 3m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 325 m la cobertura Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	173	Ubicado en la vereda Boita en el municipio de Sesquile por un camino tipo 4, posteriormente se ingresa por un sendero de una longitud aproximada de 60 metros. la cobertura es Pastos limpios
ChivorII-	174N	Ubicado en la vereda Palmira en el municipio de Susca por un camino

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte		tipo 4, posteriormente se ingresa por un sendero de una longitud aproximada de 360 metros la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	175N	Ubicado en la vereda Palmira en el municipio de Susca por un camino tipo 4, posteriormente se ingresa por un sendero de una longitud aproximada de 60 metros.
ChivorII-Norte	176	Se accede por un camino tipo 5, a partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 140 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
ChivorII-Norte	177	Ubicado en la vereda San Jose, Gachancipa, se encuentra un camino tipo 2 de la cual se desprende un sendero tipo 4, a partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 170 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos.
ChivorII-Norte	178	Se encuentran dentro de la subestación Norte con presencia Mosaico de pastos y cultivos.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

Tabla 2-39 Acceso Norte -Bacata

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte-Bacata	1A	Se encuentran dentro de la subestación Norte con presencia Mosaico de pastos y cultivos. Mosaico De pastos y cultivos
Norte-Bacata	1N	Se encuentran dentro de la subestación Norte con presencia Mosaico de pastos y cultivos.
Norte-Bacata	2AN	Se accede por un camino tipo 4, donde posteriormente se accede por un sendero tipo 5, del cual se avanza aproximadamente 240 metros en la vereda San Jose en el municipio de Gachancipa.
Norte-Bacata	2N	A partir de un camino tipo 2 se accede a un sendero de aproximadamente 45 metros hasta el punto de torre la cobertura que se evidencia es de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	3N	El acceso tiene su origen en vía que va de Suesca a Gachancipá y se dirige hacia la vereda Astorga, sector Alto. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización horizontal y vertical. Para su acceso comienza a partir un camino tipo 4 y posteriormente se encuentra un camino 320 para acceso a la zona, adicionalmente se utiliza un una trocha de aproximadamente 60 metros por 2 metros de ancho
Norte-Bacata	4AN	Tiene su inicio en el municipio de Nemocón y finaliza en la vereda Astorga Alto; tiene un ancho de calzada de 3 mts con un carril, la carretera no se encuentra pavimentada su estado es malo y no se observó señalización vertical ni horizontal. Se utilizará una trocha de aproximadamente 30 metros por 2 metros de ancho
Norte-Bacata	4NN	Para su acceso se debe ingresar por la vía tipo 4, posteriormente se toma apertura de una trocha de aproximadamente 55 metros por 2 metros de ancho
Norte-	5	El acceso tiene su origen en la vía Suesca-Nemocón y se dirige hacia

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Bacata		la vereda Astorga. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes ni cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización horizontal y vertical. Posteriormente se accede por una trocha de aproximadamente 210 metros por 2 metros de ancho
Norte-Bacata	6	El acceso tiene su origen en la vía Suesca-Nemocón para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 4, posteriormente se accede por un camino de aproximadamente 30 metros
Norte-Bacata	7	Vía Nemocón -Zipaquirá Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 4, posteriormente se requiere ingresar por un camino de aproximadamente 270 metros
Norte-Bacata	8	Tiene su inicio en el municipio de Tenjo y finaliza en la vereda Carrasquilla; tiene un ancho de calzada de 6 mts con dos carriles, la carretera no se encuentra pavimentada su estado es regular y no se observó señalización vertical ni horizontal. que lleva directamente al punto de torre
Norte-Bacata	9	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 1, continua por un sendero alrededor de 1 km y posteriormente ingresa por una trocha de aproximadamente 520 metros
Norte-Bacata	10	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 4, después se accede por un sendero de aproximadamente 520 metros Ubicado en la vereda Agua Clara en el municipio de Nemocón
Norte-Bacata	11	Tiene su inicio en el municipio de Nemocón y finaliza en la vereda Astorga Alto; tiene un ancho de calzada de 3 mts con un carril, la carretera no se encuentra pavimentada su estado es malo y no se observó señalización vertical ni horizontal. El camino para acceder a la torre es de aproximadamente 75 metros.
Norte-Bacata	12	El acceso tiene su origen en la vía principal Nemocón-Cogua y se dirige hacia la vereda Agua clara (Empresa: Minagar Arena Silica). Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 5m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 2 carriles y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 240 m la cobertura es Pastos limpios
Norte-Bacata	13	Se accede por un camino tipo 2 y después se ingresa por un sendero de una longitud aproximada de 70 en Pastos limpios
Norte-Bacata	14	Parte de un camino tipo 2 de la cual se evidencia un sendeo tipo 4 del cual se accede a la torre a 55 metros en presencia de cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	15	Parte de un camino tipo 2 de la cual se evidencia un sendero tipo 4 del cual se accede a la torre a 60 metros en presencia de cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	16	El acceso tiene su origen en la vía Nemocón-Tocancipa, presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 45 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	17	Se accede por un camino tipo 4 del cual se evidencia un acceso a torre a aproximadamente 70 metros la cobertura en Mosaico de pastos y

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		cultivos
Norte-Bacata	18	Se accede por un camino tipo 5, donde ingresa por un sendero a 75 metros en la Vereda Mortiño de l municipio de Cogua
Norte-Bacata	19N	Se accede por un camino tipo 6, posteriormente se avanza 65 metros hasta la torre en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	20AN	Ser accede por un camino tipo 5 y posteriormente se avanza por un sendero aproximadamente 220 metros, en la vereda Mortiño del municipio de Cogua.
Norte-Bacata	20NN	Se accede por un camino tipo 5 y se accede por un sendero aproximadamente 50 metros.
Norte-Bacata	21AN	Se accede por un camino tipo 1, se avanza 10 metros para acceder a la torre.donde se evidencia cobertura Red vial, ferroviaria y terrenos asociados.
Norte-Bacata	21N	Se accede por un camino tipo 5, posteriormente se ingresa por un sendero de aproximadamente 180 metros, ubicado en la Vereda Mortiño en el municipio de Cogua.
Norte-Bacata	22AN	Se accede por un camino tipo 5, posteriormente se ingresa por un sendero de aproximadamente 120 metros, ubicado en la Vereda Mortiño en el municipio de Cogua.
Norte-Bacata	22N	El acceso tiene su origen en la vía Nemocón-Zipacuirá, presenta un ancho de calzada promedio de 8.6m, está pavimentada, presenta drenajes pero no cunetas, cuenta con 2 carriles y presenta señalización horizontal y vertical. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 120 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	23AN	Se accede por un camino tipo 1 y se accede a la torre por un camino de aproximadamente 100 metros, en la vereda Mortiño del municipio de Cogua.
Norte-Bacata	23N	Se encuentra en la vereda Mortiño del municipio de Cogua, se accede por un camino tipo 5 y posteriormente se ingresa por un sendero de aproximadamente 120 metros
Norte-Bacata	24	El acceso tiene su origen en la vía Nemocón-Zipacuirá, presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 60 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	25	El acceso tiene su origen en la vía Zipacuirá-Nemocón, presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 80 m la cobertura es Vegetación secundaria o en transición
Norte-Bacata	26N	Se accede por la vereda Rincon Santo, municipio de Cogua por un camino tipo 5, posteriormente se avanza 100 mtros en presencia de Vegetación secundaria o en transición
Norte-Bacata	27	Se accede por un camino tipo 4 del cual se evidencia un acceso a torre a aproximadamente 48 metros la cobertura en la zona es Pastos limpios
Norte-	28	El acceso tiene su origen en Cogua y se dirige hacia Zipacuirá. Este

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Bacata		acceso presenta un ancho de calzada promedio de 6m, está pavimentada, presenta drenajes pero no cunetas, cuenta con 2 carriles y presenta señalización horizontal y vertical. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 40 m la cobertura es Pastos limpios
Norte-Bacata	29	A partir de la torre 28 se avanza por la servidumbre por un camino aproximadamente de 260 metros en cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	30	Se accede por un camino tipo 4 y posteriormente se avanza 35 metros en presencia de Pastos limpios, en la vereda Susagual, municipio Cogua.
Norte-Bacata	31	El acceso tiene su origen en Cogua y se dirige hacia Zipaquirá, presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 75 m la cobertura es Pastos limpios
Norte-Bacata	32	Se accede por un camino tipo 4 y posteriormente se avanza 92 metros en presencia de Pastos limpios, en la vereda Rodamontal, municipio Cogua.
Norte-Bacata	33	Se accede por un camino tipo 4 y posteriormente se avanza 162 metros en presencia de cultivos transitorios, en la vereda San Antonio, municipio Zipaquirá.
Norte-Bacata	34	El acceso tiene su origen en Zipaquirá y se dirige hacia la vereda San Antonio. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitus aproximada de 170 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	35	A partir del acceso a la torre 136 se encuentra un camino de 300 hasta la torre con presencia de cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	36	El acceso presenta un ancho de calzada promedio de 4m, está pavimentada, presenta drenajes y cunetas en cemento, cuenta con 2 carriles y presenta señalización horizontal y vertical, de la vía se encuentra un acceso hasta la torre de 25 m con cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	37	Se ubica en la vereda San Antonio, municipio de Zipaquirá, donde se evidencia Pastos limpios, y se accede por un camino tipo 4, y se avanza 110 metros hasta el punto de torre.
Norte-Bacata	39	Se accede por un camino tipo 4 el cual llega directo a la torre en cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	40	Se accede en la vereda San Antonio, municipio de Zipaquirá, se evidencia un camino tipo 4 del cual se avanza por un sendero 520 metros aproximadamente.
Norte-Bacata	41	La vía de acceso tiene su origen en la vía Zipaquirá-Pacho y se dirige hacia El Alto de la Milagrosa. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización.
Norte-Bacata	42	Se accede por un camino tipo 4 y se avanza 45 metros hasta el punto de torre con presencia de Plantación forestal

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte-Bacata	43AN	Ubicado en la Vereda el Centro en Zipaquira, se evidencia un camino tipo 1, se encuentra un acceso a 30 metros para acceder a la torre.
Norte-Bacata	43N	En la Vereda San Antonio del municipio de Zipaquira, se evidencia un acceso tipo 4, donde se puede avanzar 180 metros hasta punto de torre.
Norte-Bacata	44AN	Se ingresa en la vereda el Centro del municipio de Zipaquira, por un camino tipo 1 de la cual se evidencia un sendero tipo 5, donde posteriormente se avanzan 45 metros hasta el punto de torre en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	44N	Se ingresa en la vereda el Centro del municipio de Zipaquira, por un camino tipo 1 de la cual se evidencia un camino tipo 5, donde posteriormente se avanzan 35 metros hasta el punto de torre en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	45AN	En la vereda Barro Blanco, municipio de Zipaquira de encuentra un camino tipo 3 de la cual se evidencia un camino de 550 metros hasta el punto de torre en cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	45N	Su acceso comienza a partir de un camino tipo 3 y posteriormente se avanza Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	46	Se accede a partir de la torre 45AN por la servidumbre una longitud de 260 metros, en la Vereda Barro Blanco municipio de Zipaquira con presencia de cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	47	Se accede a partir de un camino tipo 5, posteriormente se avanza por un sendero aproximadamente de 470 metros en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	48	Se accede a partir de un camino tipo 2, posteriormente se avanza por un sendero aproximadamente de 240 metros en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	49	Se accede a partir de la torre 48 por la servidumbre una longitud de 115 metros, en la Vereda Barro Blanco municipio de Zipaquira con presencia de cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	50	A partir de un camino tipo 2 se accede por un camino de 300 metros aproximadamente en cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	51	Se comienza en un camino tipo 4 del cual se desprende un sendero tipo 6, posteriormente se debe avanzar aproximadamente de 285 metros en una cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	52	Se comienza en un camino tipo 4 del cual se desprende un sendero tipo 6, posteriormente se debe avanzar aproximadamente de 310 metros en una cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	53	A partir del camino tipo 4 e ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 145 m la cobertura es Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	54	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Barro blanco del Municipio de Zipaquira, se debe avanzar aproximadamente 15 metros hasta el sitio de torre
Norte-Bacata	55	Se accede por un camino tipo 4 ubicado en la vereda Barro blanco del Municipio de Zipaquira, se debe avanzar aproximadamente 11 metros hasta el sitio de torre por. Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	56	Se accede a partir de un camino tipo 4, del cual se accede a torre a una distancia aproximada de 185 m, en la vereda Barro Blanco del

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		municipio de Zipaquira, con presencia de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	57	En una cobertura de Pastos limpios, en la vereda Barro Blanco del municipio de Zipaquira, se encuentra un camino tipo 4 del que se desprende un sendero tipo 6, al punto de torre se accede a 55 m.
Norte-Bacata	58	Se accede a partir de un camino tipo 4 a la torre a 22 m.
Norte-Bacata	59	Se evidencia para acceder a esta torre un camino existente tipo 4 del cual se desprende un sendero tipo 7, aproximadamente a 45 m.
Norte-Bacata	60	A partir de un camino tipo 4 en la Vereda Barro Blanco se accede a un camino de aproximadamente 150 m dentro de cultivos transitorios
Norte-Bacata	61	En la vereda Barro blanco, municipio de Zipaquira, se encuentra un camino tipo 4, a parti de ahí se dirige por un sendero de aproximadamente 185 m hasta punto de torre.
Norte-Bacata	62	A partir del punto de torre 61 se accede por un camino dentro de la servidumbre de 175 m aproximadamente en una cobertura de Pastos arbolados
Norte-Bacata	63	El acceso tiene su origen en Tabio y se dirige hacia la vereda Agua fría; tiene un ancho de calzada promedio de 4m, cuenta con 1 carril, no está pavimentada y no presenta señalización. A partir de ahí el camino a la torre es de una longitud aproximada de 290 m con cobertura es Pastos limpios
Norte-Bacata	64	En la vereda Río frío Occidental, municipio de Tabio dse encuentra un camino tipo 3 de la cual se accede a la torre a una distancia de 45m.
Norte-Bacata	65	A partir de un camino tipo 3 se evidencia un sendero tipo 4 de la cual se accede al torre en aproximadamente 45 m.
Norte-Bacata	66N	En la vereda Llano Grande, se evidencia un camino tipo 4, de la cual se desprende un sendero tipo 7 del cual se puede acceder a la torre a una distancia aproximada de 80 m.
Norte-Bacata	67N	En la vereda Llano Grande, se evidencia un camino tipo 4, de la cual se desprende un sendero tipo 7 del cual se puede acceder a la torre a una distancia aproximada de 50 m.
Norte-Bacata	68N	En cobertura Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, se encuentra el acceso a torre de 130 m a partir de un camino existente tipo 4
Norte-Bacata	69	Para su acceso, empieza en un camino tipo 4 de la cual se evidencia un sendero de aproximadamente 170 m en presencia de Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales
Norte-Bacata	70	A partir de un camino tipo 4 ende accede a la torre por medio de un camino de aproximadamente 15 m en cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	71N	En la vereda Llano Grande, municipio de Tabio, se evidencia un camino tipo 4, de la cual se puede acceder por un camino de aproximadamente 230 m por una cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	72	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 1 y posteriormente continua hasta una trocha de aproximadamente 102 metros
Norte-Bacata	73N	Camino tipo 6 Tramo viales que posibilitan el acceso a viviendas, accede por un camino de aproximadamente 100 metros

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Norte-Bacata	74N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 luego accede a una trocha de aproximadamente 270 metros
Norte-Bacata	75N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4, luego se accede por una trocha de aproximadamente 57 metros
Norte-Bacata	76	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y luego accede por un sendero de aproximadamente 140 metros
Norte-Bacata	77N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se se ingresa por un sendero de aproximadamente 116 metros
Norte-Bacata	78	Un camino tipo 4 que conecta carretera principal para circulación rural que sirve como alternativa de circulación. escala rural, luego accede por un sendero de aproximadamente 20 metros
Norte-Bacata	79N	Un camino tipo 4 que conecta carretera principal para circulación rural que sirve como alternativa de circulación. escala rural se requiere acceder por un camino de aproximadamente 120 metros
Norte-Bacata	80	Un camino tipo 4 que conecta carretera principal para circulación rural que sirve como alternativa de circulación. escala rural, posteriormente se accede por una trocha de aproximadamente 50 metros
Norte-Bacata	81N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se encuentra un camino 300 para acceso a la zona, adicionalmente se una trocha de aproximadamente 140 metros
Norte-Bacata	82N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se encuentra un camino 300 para acceso a la zona, adicionalmente una trocha de aproximadamente 300 metros
Norte-Bacata	83	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 1 y posteriormente un sendero de aproximadamente de 350 metros, adicionalmente se una trocha de aproximadamente 130 metros
Norte-Bacata	84	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 1 y posteriormente una trocha de aproximadamente 140 metros
Norte-Bacata	85N	Para su acceso se debe ingresar por un camino tipo 1 y posteriormente una trocha de aproximadamente 80 metros
Norte-Bacata	86N	Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización horizontal y vertical. se requiere apertura de una trocha de aproximadamente 155 metros
Norte-Bacata	88N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente una trocha de aproximadamente 80 metros
Norte-Bacata	89N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente una trocha de aproximadamente 240 metros
Norte-Bacata	90	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4, se continua por un sendero de aproximadamente 50 metros y posteriormente una trocha de alrededor de 170 metros
Norte-Bacata	91	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se accede por una trocha de aproximadamente 160 metros
Norte-Bacata	92	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se accede por una trocha de aproximadamente 300 metros
Norte-Bacata	93N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 requiere apertura de una trocha de aproximadamente 320 metros por 2 metros

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
		de ancho
Norte-Bacata	94N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 luego se accede por un sendero de aproximadamente 150 metros por 2 metros de ancho
Norte-Bacata	95	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se un sendero de aproximadamente 200 metros
Norte-Bacata	96N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se una trocha de aproximadamente 25 metros
Norte-Bacata	97N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se una trocha de aproximadamente 45 metros, presencia de Pastos limpios
Norte-Bacata	98	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4, luego se accede por un sendero de aproximadamente de 25 metros
Norte-Bacata	99	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se una trocha de aproximadamente 240 metros
Norte-Bacata	100	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y luego un sendero de aproximadamente 130 metros, con cobertura de Pastos limpios
Norte-Bacata	101	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se por una trocha de aproximadamente 550 metros, cobertura de Pastos arbolados
Norte-Bacata	102N	Su origen está en la vía que va de Madrid a Cajicá. Este acceso presenta un ancho de calzada promedio de 3m, no está pavimentada, no presenta drenajes o cunetas, cuenta con 1 carril y no presenta señalización horizontal y vertical. se continua por un sendero de aproximadamente 300 metros y luego por un camino de alrededor de 50 metros
Norte-Bacata	103	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 2 y luego se accede por un sendero de aproximadamente 50 metros
Norte-Bacata	104	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 2 y posteriormente se accede por un sendero de aproximadamente 300
Norte-Bacata	105	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y se continua por un sendero aproximadamente 100 metros, que lleva directamente al punto de torre
Norte-Bacata	106	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente un sendero de aproximadamente 100 metros
Norte-Bacata	107	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se ingresa por una trocha de aproximadamente 300 metros
Norte-Bacata	108	Se evidencia un camino tipo 2 sin pavimentar posterior a ella se contempla la un sendero de aproximadamente 300 metros de largo
Norte-Bacata	109	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 1y posteriormente se se ingresa a una trocha de aproximadamente 330 metros
Norte-Bacata	110	Se evidencia un camino tipo 2 sin pavimentar, posterior a ella se contempla un acceso de aproximadamente 300 metros de largo
Norte-Bacata	111N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente a una trocha de aproximadamente 600 metros
Norte-	112	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

TRAMO	TORRE	DESCRIPCIÓN
Bacata		a un sendero de aproximadamente 120metros
Norte-Bacata	113	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 2, y se continua por un sendero tipo 4 aproximadamente 130 metros
Norte-Bacata	114	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 2 y luego se ingresa por un sendero aproximadamente 90 metros
Norte-Bacata	115	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se una trocha de aproximadamente 100 metros
Norte-Bacata	116	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se a un sendero de aproximadamente 100 metros
Norte-Bacata	117	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se ingresa por una trocha de aproximadamente 320 metros
Norte-Bacata	117A	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se se accede por una una trocha de aproximadamente 100 metros
Norte-Bacata	118	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se se cuenta con un sendero de aproximadamente 120 metros
Norte-Bacata	118A	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 1, se continua por un camino de aproximadamente 600 metros y posteriormente se ingresa alrededor de 50 metros
Norte-Bacata	119	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 2, continua por un sendero de aproximadamente 650 metros. que lleva directamente al punto de torre
Norte-Bacata	120N	Para su acceso comienza a partir de una camino tipo 1, se continua por un sendero de aproximadamente 400 metros y posteriormente se ingresa por un camino de alrededor de 120 metros
Norte-Bacata	121N	Para su acceso comienza a partir de un camino tipo 4 y posteriormente se se cuenta con un sendero de aproximadamente 220 metros Vereda Carrasquilla, municipio de Madrid
Norte-Bacata	122	A partir de una vía tipo 5, se puede acceder al punto a 150 m aproximadamente.
Norte-Bacata	123	En la vereda Carrasquilla, se evidencia un camino tipo 5, del cual se accede a 12 m.
Norte-Bacata	124	Vereda Carrasquilla, se encuentra un camino tipo 4, de la cual se puede ingresar por un sendero de aproximadamente 200 m.
Norte-Bacata	125	A partir del punto de torre 126 se ingresa por un camino por la servidumbre de aproximadamente 350 m, en cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	126	En la vereda Carrasquilla, en el municipio de Tenjo se evidencia un camino tipo 5, de la cual se ingresa al punto de torre a 35 m.
Norte-Bacata	127	A partir de un camino existente tipo 5 se puede ingresar, a un camino tipo 7 del cual se puede llegar posteriormente a punto de torre a 40 m.
Norte-Bacata	127AN	Desde el punto de Torre 128N se recorre por la servidumbre 200m aproximadamente por una cobertura de Mosaico de pastos y cultivos
Norte-Bacata	128N	A partir de la vía El Rosal, a la vereda Carrasquilla en el municipio de Tenjo, donde se encuentra una red vial sin pavimentar hasta la subestación Bacata donde se ingresa por camino aproximadamente a 25 m por 2.5 m de ancho hasta la torre.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

2.3.3. Maquinaria y equipos a utilizar

A continuación se presenta una relación de los equipos y maquinaria que se requerirán en la construcción y montaje de líneas de transmisión:

- **Excavaciones:** Las excavaciones por ser manuales emplean herramientas, básicamente picos, y palas, ocasionalmente se requerirá el empleo de retroexcavadoras; en tanto que en la subestación se empleará principalmente esta última.
- **Cimentaciones en concreto:** Mezcladoras de concreto, balanza para pesaje de los agregados o recipientes, patrones para medidas de volumen, vibradores eléctricos, formaletas, cilindro para toma de muestras de resistencia, conos para medida de asentamiento, baldes y contenedores de agua.
- **Nivelación de parrillas y ángulos de espera:** Estación total, nivel de precisión, llaves de punta, copas, ratches, plomadas, gatos mecánicos, palas, pisones y compactadores con motor a gasolina (ranas).
- **Plazas de torres y de acopio:** Montacargas, cargador sobre llantas, cizallas manuales, prensa hidráulica, taladro de banco.
- **Pre-armado y montaje de torres:** Plumas metálicas, malacate, poleas de montaje, ratches con copas, guaya, manila, arnés de seguridad, llaves de punta, estrobos y herramienta menor.
- **Riega de pescante y tendido de conductor y cable de guarda:** Pescante de acero antitorsión, pescante de nylon liviano y resistente, malacates portátiles, rebobinador, freno, portabobinas, poleas de aluminio, agarradoras para pescante, agarradoras para conductor, agarradoras para cable de guarda, juegos de radios móviles, diferenciales de cadena, fundas intermedias para conductor, fundas intermedias para cable de guarda, fundas de cabeza para el cable de guarda, giradores para conductor, giradores para cable de guarda, escaleras, aparejos, binóculos, arnés de seguridad, poleas de montaje y herramientas varias.
- **Carretes, Poleas, Equipo de tensionado,** Señales apropiadas de comunicación, herramientas manuales, equipos de medición, cable pescante, giradores, aparejos en tercera (de pescante), dinamómetros calibrados, puentes de conexión, cadenas estabilizadoras, balizas, contra tiros, grapas de suspensión, freno y malacate, protección cruces, bobinas, equipos y rutas de acceso a las mismas, conductor en la polea, intercomunicación con transmisores, receptores portátiles, cable mensajero,

trenzado anti giratorio, estructuras de retención, manila de propileno trenzado tipo sade o similar y malacates a motor, nivelación topográfica, instrumentos de precisión para medida de la flecha real y herramientas de construcción y eventualmente maquinaria.

- **Empalme y regulación:** Prensas hidráulicas con sus dados, para conductor y cable de guarda, malacate, diferenciales de cadena, agarradoras para conductor, aparejos de guaya antitorsión, escaleras para amarre, teodolitos, nivel de precisión, termómetros de vástago, radios portátiles, bicicletas, poleas de montaje, arnés de seguridad, herramientas varias.
- **Otros equipos requeridos:** Volquetas, vehículos 4X4, camiones, etc.

2.3.4. Requerimiento de Uso y Aprovechamiento de Recursos Naturales

La construcción de las Subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte a 230 kV, ampliación de la subestación Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, en cuanto al aprovechamiento de los recursos naturales se tiene lo siguiente:

2.3.4.1. Concesiones de agua

Debido a las características del proyecto, no se contempla la solicitud de concesión de agua superficial o subterránea, puesto que todos los requerimientos del recurso hídrico, se manejaran a través de terceros que cuenten con los permisos ambientales requeridos para el manejo del recurso. En el Capítulo 4 se observa las empresas prestadoras de este servicio, que podrían abastecer las necesidades del proyecto. Adicionalmente, se describe el sistema de suministro del agua potable en las subestaciones

2.3.4.2. Vertimientos

Las actividades del proyecto no contemplan la realización de vertimientos directos sobre cuerpos de agua o el suelo, por lo cual todos los residuos líquidos domésticos generados durante la construcción del proyecto, se manejaran a través de baños portátiles en cada frente de obra, adquiridos a través de terceros que cuenten con las respectivas autorizaciones ambientales para su mantenimiento, manejo y disposición final. El tratamiento de las aguas residuales generadas en la etapa de operación en las subestaciones se describe en el capítulo 4 del presente Estudio.

2.3.4.3. Ocupaciones de Cauce

Debido a que el proyecto no contempla la construcción de obras de drenaje, de captación o de vertimiento, ni se construirá ningún tipo de estructura sobre corrientes naturales y sus rondas de protección, no se requerirá la solicitud de permisos de ocupación de cauces

2.3.4.4. Materiales de construcción

Las obras a ejecutar en las líneas de transmisión asociadas al proyecto Norte EEB UPME-03-2010 Subestaciones Chivor II (San Luis) – Norte – Bacatá 230 kV y las líneas de transmisión asociadas, no requieren de un volumen elevado de agregados pétreos, de modo que no se hace necesario realizar explotación directa de fuentes de materiales. El material de construcción se obtendrá de canteras activas que cuentan con licencia ambiental y título minero vigente otorgados por las autoridades minero ambientales correspondientes. En el capítulo 4 del presente estudio, se relacionan las fuentes de materiales de construcción cercanas al proyecto y que cumplen las condiciones legales requeridas para proveer al proyecto.

2.3.4.5. Aprovechamiento Forestal

Durante la etapa de construcción del Proyecto se realizará la adecuación de sitios de torre, que comprende la remoción de cobertura vegetal, descapote, explanación y adecuación. El aprovechamiento forestal se realizará en el área efectiva de cada torre (16m x 16m),

Por su parte, en algunos vanos debido al acercamiento del cableado con las copas de los árboles y la topografía en algunos lugares, es necesario realizar intervención de las coberturas vegetales en la franja de servidumbre ya sea por podas o aprovechamiento forestal. Lo anterior con el fin de garantizar el cumplimiento de la distancia de seguridad vertical de ocho (8) metros establecida por el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.

Adicionalmente para el tendido del cable se debe despejar el corredor de acceso al punto de torre, por ello se contempla un despeje de un corredor de 1,5 metros metros a cada lado del trazado.

En la etapa de operación y mantenimiento, también con el fin de conservar la distancia de seguridad vertical, se requiere realizar aprovechamiento forestal en las coberturas naturales presentes en la franja de servidumbre.

Los vanos que requieren aprovechamiento forestal se detallan en el capítulo 4 del presente estudio.

2.3.4.6. Emisiones Atmosféricas

El proyecto no requerirá la solicitud del permiso de emisiones atmosféricas, por cuanto no utilizará plantas permanente o transitorias para la utilización de concretos en construcción y las actividades no requieren de grandes maquinarias o equipos de combustión interna que impacten la calidad del aire en el área de influencia del proyecto.

2.3.4.7. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos serán manejados de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015 del MADS; se clasifican en residuos sólidos, líquidos, e inertes y los peligrosos (respele sólidos y líquidos) de acuerdo con el Decreto 1076 de 2015 del MADS. Durante la construcción, en los frentes de obra, se manejarán mediante acopios temporales y se realizará el manejo y disposición final a través de terceros autorizados de acuerdo con lo establecido en el Decreto 1077 de 2015. En el capítulo 4 del presente estudio se describen los tipos de residuos que se generarán por las actividades del proyecto. En el capítulo 7 se describen las medidas de manejo ambiental para la gestión ambiental de dichos residuos.

En cuanto a la disposición final de los residuos inertes, tales como sobrantes de excavación, escombros resultantes de demoliciones de estructuras existentes y otros de tipo inertes, se dispondrán en sitios autorizados por las autoridades ambientales, de acuerdo con el Decreto 1077 de 2015.

A continuación se relacionan las gestiones realizadas con las CARs, en la cual dichas autoridades informan sobre la existencia o no de áreas para el manejo de los residuos sólidos.

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca –CAR. En el capítulo 4 del presente Estudio (Tabla 4-31), se listan los sitios de disposición autorizados., de acuerdo con la consulta web realizada el junio de 2016 (ver ANEXO_CAP2/5:residuos), en general se cuenta con escombreras en los municipios de Madrid (finca El Paraiso, vereda Puente Piedra), Mosquera (Funambiente), Cogüa (vereda Rincon Santo) y en municipios como Cajica, Facatativá, Soacha,

Corporación Autónoma Regional de Chivor –CORPOCHIVOR. Mediante oficio 2843, la corporación señala que el municipio de Garagoa cuenta con la Planta Integral de Residuos Sólidos la cual realiza gestión integral de: residuos sólidos orgánicos, material reciclable y disposición final de residuos (ver ANEXO_CAP2/5:residuos Oficio de respuesta 2843 de Corpochivor).

Corporación Autónoma Regional de la Orinoquía –CORPORINOQUÍA. La EEB consultó sobre la existencia de sitios autorizados para la disposición de residuos sólidos e inertes, mediante oficio con radicado EEB-10331-2016-S de fecha 04 de noviembre de 2016. Dicha entidad a respondió, según se muestra en el ANEXO_CAP2/5:residuos; por lo cual la EEB consultó directamente en la

corporación sobre la existencia de sitios autorizados para la disposición de residuos sólidos e inertes. En dicha entidad se encontró que en su jurisdicción se encuentran legalizadas las escombreras de Aguazul, Yopal, Paz de Ariporo y Sabanalarga. De éstas la mas cercana al proyecto es la de Sabanalarga, manejada a través del expediente N°500.33.1.09.076 de Corporinoquia, la cual se localiza a 17 km de la subestación Chivor II, por lo cual se considera apropiada para el desarrollo de la obra.

En tal sentido, el material inerte originado será acopiado en los frentes de obra y transportado hasta los sitios autorizados para sudisposición final .

Es importante mencionar que al iniciar el proceso constructivo del proyecto, se realizará nuevamente la consulta a las autoridades ambientales y las secretarías de planeación de las alcaldías de los municipios de interés para el proyecto, considerando que en dicho lapso se puedan obtener otros lugares de disposición autorizados.

2.3.5. Demanda de bienes y servicios sociales

2.3.5.1. Personal a Trabajar en las Subestaciones en Operación

El personal técnico que labora las 24 horas del día en varios turnos se ubica dentro de una sala de control en su respectiva oficina donde se encuentran los equipos de control, protección, medida y comunicaciones. La sala de control cuenta con todas las zonas básicas como baño, bodega, oficina; esta sala se ubica en un perímetro que esta fuera de la zona de riesgo o influencia eléctrica. Los operadores son entrenados y capacitados en manejo de equipos de potencia, siendo esta una de las funciones a realizar. Durante el proceso de capacitación se les indica los caminos peatonales que deben seguir y los diferentes procedimientos a ejecutar en la operación de equipos de patio.

El personal de seguridad se localiza en una caseta de vigilancia con su respectivo baño y teléfono con comunicación directa al operador de la subestación. Además cuenta con un radio de comunicaciones donde informa constantemente a la central las novedades que se presentan en la seguridad de la subestación. El vigilante es capacitado para transitar por determinadas zonas de la subestación, nunca se expone o camina dentro del patio de equipos de potencia.

El personal técnico de mantenimiento va a la subestación durante ciertos periodos de tiempo. Cuando llegan a realizar un trabajo determinado solo pueden estar ubicados en el lugar donde ejecutan los trabajos y siempre bajo la supervisión de un ingeniero quien controla e informa el inicio, desarrollo y finalización de los trabajos al operador.

Tabla 2-40 Relación de personal requerido para Subestaciones en operación

PERSONAL OPERATIVO

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Supervisor	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Topógrafo	4	4	4	9	9	10	13	13	1	1
Capataz	0	6	23	33	33	26	21	21	2	2
Oficial I	2	2	6	72	72	79	76	76	10	10
Oficial II	4	4	16	18	18	17	21	21	0	0
Ayudante	14	62	181	268	270	195	153	149	18	14
Conductor	4	10	24	28	28	21	16	16	3	3
Mulas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arrieros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jefe de patio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Almacenista	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Vigilante	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
TOTAL TRABAJADORES POR MES	38	98	260	434	436	354	306	302	40	36
MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coordinador Proyecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Jefe de Obra (Coordinador Const Eeb)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Coordinador HSQ	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Coordinador Socio Ambiental	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Topógrafo Líder	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Supervisor Manejo Ambiental 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Supervisor Construcción 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Supervisor Salud Ocupacional 1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Auxiliar Administrativo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Administrador	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Logística	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Gestor Social	0	0	0	0	0	0	0	0		
TOTAL PERSONAL MENSUAL	63	123	285	459	461	379	331	327	64	60

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

2.3.6. Infraestructura de servicios interceptados

Del análisis de interferencias de infraestructura y servicios interceptados, en las siguientes tablas (Tabla 2-41 a Tabla 2-44), se presentan los servicios interceptados, que presentan cruce a lo largo del corredor donde se desarrollará el proyecto, los cuales requerirán de soluciones de ingeniería y/o gestiones particulares ante los organismos correspondientes, esta información se complementa con los identificados dentro de los plano planta perfil del corredor.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010



CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Tabla 2-41 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor – Chivor II – Rubiales.

Chivor II (San Luis) - Rubiales												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localización	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
T9	582,47	1099737,26	1027445,69	C3z1	36,07	Cruce LT 115 kV	ENERCA	Chivor - Aguacalara	1099734,96	1027497,32	El Cairo	San Luis de Gaceno
T1N	432,91	1097479,11	1025090,47	DT1z1	26,50	Vía		Santa María - San Luis de Gaceno	1097515,84	1025134,02	Arrayanes	San Luis de Gaceno

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

Tabla 2-42 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor II (San Luis) – Chivor I

Chivor - Chivor II (San Luis) 230 kV												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localización	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
T2A	593,75	1099680,62	1027483,36	DR5	44,65	Cruce LT 115 kV	ENERCA	Chivor - Aguacalara	1099678,49	1027501,55	El Cairo	San Luis de Gaceno
T11AN	433,41	1097465,75	1025112,19	DTR5	46,50	Vía		Santa María - San Luis de Gaceno	1097488,35	1025142,72	Arrayanes	San Luis de Gaceno

Fuente: Empresa De Energía De Bogotá S.A. ESP. 2016

Tabla 2-43 Cruces de infraestructura interceptada tramo Chivor II (San Luis) – Norte.

Chivor II (San Luis) - Norte 230 kV												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localización	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
1N	455,5 1	1097279,92	1025138,04	D1z1	28,00	Vía		Santa Maria - San Luis de Gaceno	1097299,12	1025253,65	Arrayanes	San Luis de Gaceno
6	927,7 1	1097636,50	1028054,72	D1z1	27,03	LT Existente a 115 kV	ENERCA	Chivor - Aguacalara	1097557,61	1028154,27	Arrayanes	San Luis de Gaceno
7NN	890,0 0	1097394,04	1028360,94	B6z1	50,50	LT Existente a 230 kV	EEB	Chivor - Chivor II	1097176,09	1028635,82	Arrayanes	San Luis de Gaceno
15	660,2 0	1095471,72	1034471,43	B6z1	51,56	LT Existente a 230 kV	ISA	Chivor - Sochagota - Guatiguara	1095315,82	1034647,37	Santa Cecilia	Santa María
37	2172, 94	1087443,73	1042954,62	C3z1	37,00	Vía		Macanal - San Luis de Muceno	1087349,76	1042976,62	Peña Blanca	Macanal
64	1593, 28	1076800,55	1049820,57	AA5z1	47,00	Vía		Las Juntas - Garagoa	1076528,47	1049859,47	Caracol	Garagoa
69	1799, 84	1073635,55	1050892,91	AA4z1	42,50	Vía		Sutatenza - Tenza	1073423,65	1050951,9	Rucha	Tenza
70	1836, 97	1073368,34	1050967,3	C1z1	28,00	Vía		Sutatenza - Tenza	1073264,11 1073205,41	1050942,24 1050928,13	Rucha	Tenza
88NN	2180, 00	1064570,95	1052096,55	B2z1	35,00	Vía		Tibirita - La Capilla	1064124,61	1052248,27	Fugunta	Tibirita
110N	2152, 83	1053371,74	1053799,67	A7z2	58,50	LT Existente a 115 kV	ISA - EBSA	Sesquilé - Guateque	1053274,48	1053674,81	Resguardo Bajo	Macheta
111	2049, 25	1052957,27	1053267,55	C2z2	35,00	Vía		Macheta - Guateque	1052907,83	1053240,35	Resguardo Bajo	Macheta
124N	2512, 12	1046707,98	1055445,97	A6z2	54,00	Vía		El Sisga - Macheta	1046361,4	1055658,16	Boqueron	Macheta
125NN	2575, 00	1046212,95	1055749,05	AA7z2	58,50	LT Existente a 115 kV	ISA - EBSA	Sesquilé - Guateque	1046018,32	1055868,21	Boqueron	Macheta
136	2661, 80	1042258,62	1056715,76	AA7z2	58,50	Vía		Sesquilé - Choconta (Autopista)	1041788,24	1056723,58	Saucio	Choconta
137	2618,	1041717,45	1056724,75	AA7z2	58,5	Ferrocarril			1041681,26	1056725,35	Saucio	Choconta

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Chivor II (San Luis) - Norte 230 kV												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localización	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
	31								1041183,81	1056733,61	Tilata	
140	2627,13	1040198,66	1056633,49	A3z2	40,50	Ferrocarril			1039754,35	1056567,4	Chinata	Choconta
141	2605,39	1039678,78	1056556,16	A7z2	58,50	Ferrocarril			10394543,3	1056536,02	Chinata	Choconta
150	2745,33	1035324,43	1054487,86	C2z2	35,00	Poliducto	ECOPETR OL	Sebastopol - Bogotá	1035195,83	1054438,11	San Vicente	Suesca
157	2628,14	1032009,93	1053752,32	B5z2	48,50	Via		La Playa - Suesca	1031582,35	1053709,65	Cacicaazgo	Suesca
164N	2560,00	1030679,00	1051576,00	D5z2	48,50	Via		Nemocon - Suesca	1030563,33	1051518,98	Boitiva	Sesquile

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

Tabla 2-44 Cruces de infraestructura interceptada tramo Norte – Bacatá.

Norte - Bacatá 230 kV												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localización	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
1N	2567,41	1022980,26	1049069,41	DT1z2	30,50	Vía		vía de Acceso SE. Norte	1022792,21	1049291	San José	Gachancipá
10	2740	1018182,01	1050329,80	B4z2	44,60	Gasoducto	ECOPETR OL	La belleza - Bogotá	1018029,6	1050373,45	Agua Clara	Nemocón
10	2740	1018182,01	1050329,80	B4z2	44,60	LT Futura 115 kV	Codensa	Norte - Ubaté	1017797,46	1050439,94	Agua Clara	Nemocón
15	2565,82	1016255,93	1051383,61	C2z2	35,00	Vía		Zipaquirá - Nemocón	1016135,89	1051446,77	Mortiño	Cogua
21N	2568,15	1013765,43	1051276,66	C2z2	48,50	vía		Zipaquirá - Boquerón	1013604,23	1051175,04	Mortiño	Cogua
21AN	2566,37	1014183,87	1050749,59	A7z2	58,56	vía		Zipaquirá - Boquerón	1013518,77	1051100,91	Mortiño	Cogua
									1013506,08	1051077,48		
									1013462,61	1050997,21		
21AN	2566,37	1014183,87	1050749,59	A7z2	58,56	LT Existente 115 kV	Codensa	Zipaquirá - Ubaté - Peldar	1013494,14	1051055,43	Mortiño	Cogua

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

Norte - Bacatá 230 kV												
Estructura	Cota	Coordenadas		Tipo de Torre	Altura Estructura	Observaciones	Operador	Infraestructura	Punto Cruce		Localizacion	
		Este	Norte						Este	Norte	Vereda	Municipio
22N	2562,00	1013405,43	1050891,66	C6z2	53,50	vía		Zipaquirá - Boquerón	1013393,01	1050751,93	Mortiño	Cogua
23AN	2573,01	1013050,43	1050221,66	D2z2	35,00	vía		Zipaquirá - Boquerón	1012957,01	1050202,11	Mortiño	Cogua
24	2573,25	1012829,28	1050175,38	D5z2	48,74	LT Existente 115 kV	Codensa	Zipaquirá - Ubaté - Peldar	1012569,63	1050400,53	Rincón Santo	Cogua
27	2598,18	1011498,42	1050586,00	D4z2	44,00	vía		Cogua - Zipaquirá	1011182,49	1050456,82	Susagua	Cogua
31	2608,86	1010160,29	1050026,69	B4z2	44,00	vía		Zipacón - Cogua	1010097,25	1049996,16	Susagua	Cogua
43N	2831,70	1006820,43	1047836,66	A3z2	40,50	vía		Zipaquirá - Pacho	1006492,84	1047566,62	El Centro	Zipaquirá
82N	2948,63	995770,80	1037989,20	A6z2	54,00	vía		Subachoque - Tabio	995525,769	1037751,62	Canica Alta	Subachoque
96N	2873,03	992147,36	1033655,89	B6z2	53,00	vía		Subachoque - Tenjo	992128,828	1033631,35	Galdamez	Subachoque
115	2738,01	986940,66	1026901,12	C4z2	44,00	LT Existente 500 kV	ISA	Primavera - Bacatá	986698,373	1026578,14	Valle del Abra	Madrid
121N	2671,72	986630,80	1024529,20	D6z2	53,00	vía		La Punta - Tenjo	986805,447	1024392,7	Carrasquilla	Madrid
127AN	2558,179	988504,30	1022607,83	D Brazos Especial es z2	23,00	LT Futura 500 kV	EPM	Bacatá - Nueva Esperanza	9885513,33	1022590,07	Carrasquilla	Tenjo

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A., 2016

En el ANEXO_CAP2/2:Cruces con Otros Proyectos Lineales, se encuentra los documentos de la gestión y acercamientos realizados con los proyectos interceptados por el Proyecto Norte UPME 03-2010.

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

2.3.7. Inventario de Drenajes y Obras Afectados por Ocupación o Desviación

Para la construcción; montaje y operación de las obras contempladas en el alcance del Proyecto, no se intervendrá directamente, los cauces de los ríos, quebradas, caños y demás drenajes naturales, en razón a que, como se explicó anteriormente, los cruces en los cuerpos de agua se realizarán a través de vanos, por lo tanto, no se requiere la construcción definitiva de estructuras adicionales para este fin, así como para los cruces de vías existentes. Dentro del proceso de levantamiento de información primaria se identificaron los cuerpos de agua que cruza la línea de transmisión, los cuales se relacionan en la Tabla 2-45. Dichos cuerpos de agua se encuentran descritos en el capítulo 3 en lo correspondiente a la caracterización hidrológica de los sistemas lenticos y loticos presentes en el área de influencia directa del proyecto.

Tabla 2-45 Corrientes de Agua Cruzados por el Proyecto Norte EEB – UPME 03-2010

Cuerpo de Agua Nivel_I	ESTE	N
Caño La Paz	1097564,88	
Quebrada Agua Blanca	1055793,94	105
Quebrada Agua Helada	1050357,99	10
Quebrada Aguatria	1099645,31	102
Quebrada Barro Negro	1080581,1	104
Quebrada Bolívar o Chismes	1010284,37	105
Quebrada Cantonera	1096364,9	103
Quebrada Chisaguita	1059894,547	105
Quebrada Chorro Bonito	1078808,91	104
Quebrada Colorada	1061279,89	105
Quebrada De Rucha	1074064,68	105
Quebrada del Datil	1081129,8	104
Quebrada del Puente	1003674,242	104
Quebrada Don Alfonso	1055063,67	105

Quebrada el Cajón	991288,7	103
Quebrada El Cerezo	992942,3678	1035
Quebrada El Chuscal	1086541,187	1043
Quebrada El Codito	1007249,1	104
Quebrada El Espinazo	1064334,979	1052
Quebrada El Gavilán	1006332,315	1046
Quebrada El Hato	1085207,03	10
Quebrada El Resguardo	1069780,14	105
Quebrada El Salitre	1055845,476	1054
Quebrada El Toro	1099116,63	102
Quebrada Ganado Blanco	1087908,34	104
Quebrada Hato	992158,7021	1033
Quebrada Honda	1087984,28	104
Quebrada Jiratoque	1062019,86	10
Quebrada Jonda	1093461,12	104
Quebrada La Toma	1024130,25	1048
Quebrada La Yoya	1050819,76	1052
Quebrada las lajas	1090253,59	104
Quebrada Lisa	1054658,96	10
Quebrada Los Laureles	1063568,99	1052
Quebrada Saldaña	1096300,624	103
Quebrada San Antonio	1007457,614	1049
Quebrada Saucio	1045012,58	1056
Quebrada Surala	1048075,852	1054
Quebrada Tocola	1058646,6	10
Quebrada Volador	1083751,79	104
Río Bogotá	1030872,835	1053
Río Frio	1001335,8	104
Río Garagoa	1075834,68	105
Río Lengupa	1095818,19	103
Río Macheta	1051881,042	1052
Río Negro	1006656,837	10
Río Neusa	1016981,242	105
Río Sisga	1039211,55	105
Río Susagua	1010710,66	105

Quebrada Blanca	1094790,31	1037
Quebrada San Antonio	1096655,653	1029

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

2.3.8. Alternativas de Cruces de Corrientes de Agua o Infraestructura Existente

Los cruces a los cuerpos de agua interceptados, se encuentran proyectados a través de vanos o cruces elevados; guardando las distancias de seguridad establecidas en el RETIE. Adicionalmente como se mencionó anteriormente, las estructuras de sostenimiento del cableado se ubicarán conservando las rondas de protección hídrica. Durante la actividad de riego para el tendido de los conductores, el cruce de los cauces con la manila de tensionado se hará manualmente sin el emplazamiento de estructuras provisionales ni permanentes en los cauces o rondas de protección. En los casos que sea necesario, para el cruce de la manila se emplearán balsas.

Durante la etapa de construcción de la línea de transmisión, el cruce de fuentes hídricas será mediante los vanos.

2.3.9. Disposición de Sobrantes de Excavación

El proyecto no requiere la conformación de ZODMES. Para la construcción de las líneas, el material producto de las excavaciones de las cimentaciones de las torres será reutilizado en la reconformación del mismo sitio. Para la construcción de las subestaciones Norte y Chivor II y la adecuación de la subestación Bacata el material de excavaciones, será almacenado temporalmente cerca a cada frente de obra con el fin de ser reutilizado en las actividades de reconformación del terreno, después de esto, los remanentes de dicho material se constituyen en sobrantes de excavación (residuos sólidos inertes) los cuales serán enviados a escombreras o sitios de disposición autorizados que cuenten con los respectivos permisos ambientales para la disposición final de dichos residuos.

En el capítulo 4 demanda y aprovechamiento y sus Anexos se evidencia la información con que se cuenta en el departamento de Cundinamarca y Boyacà, de los sitios donde se puede disponer de este material.

2.3.10. Asentamientos Humanos e Infraestructura Sociales, Culturales y Económicos a Intervenir

Subestaciones Chivor II (San Luis) y Norte 230 kV y las líneas de transmisión asociadas en su recorrido interviene cultivos y zonas pecuarias, resaltando

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

presencia mínima de viviendas e infraestructura social y comunitaria así como asentamientos dispersos o nucleados.

En la Tabla 2-46 se relacionan los municipios y/o veredas cuyos asentamientos se ubican más próximos a las actividades propuestas para el presente proyecto:

Tabla 2-46 Asentamientos Poblados

MUNICIPIO	VEREDA	CENTRO POBLADO	DISTANCIA m
Macheta	Resguardo Bajo	Casco urbano Macheta	369
Suesca	Cacicazgo	N/A	320
Zipaquirá	San Antonio	Sector sub urbano	275.

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

Se observa que el Proyecto se ubica a distancias mayores de 250 metros de los asentamientos altamente poblados.

En los municipios del Área de Influencia Indirecta, no se interviene centros poblados, cabeceras municipales ni zonas con distribución de población nucleada. La afectación del proyecto se presenta en construcciones de diferente tipo identificadas en los predios intervenidos por la franja de servidumbre. Con el desarrollo del proyecto se intervienen infraestructuras tipo vivienda que corresponde a población a trasladar las cuales son caracterizadas en capítulo 3 numeral 3.4.9 del medio socioeconómico. En la Tabla 2-48, las viviendas habitadas intervenidas se identifican con sombreado gris.

Tabla 2-47 Infraestructura Localizada en la Franja de Servidumbre

NOMBRE	TIPO	CALIDAD	ESTE	NORTE
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1022203	1049610
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1022149	1049647
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1022120	1049655
Pozo artesiano	Agrícola	Bueno	1010221	1050036
Pozo artesiano	Agrícola	Bueno	1068618	1050673
Invernadero	Agrícola	Bueno	1072303	1050717
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1031136	1053679
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1031634	1053705
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1034212	1054097
Pozo perforado	Agrícola	Bueno	1043868	1056677
Marranera	Comercial	Regular	1096375	1030242
Marranera	Comercial	Regular	1070831	1050426
Marranera	Comercial	Regular	1031480	1053710
Marranera	Comercial	Regular	1057035	1054405
Bodega	Comercio	Regular	1023098	1048893

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

NOMBRE	TIPO	CALIDAD	ESTE	NORTE
Bodega	Comercio	Regular	1022529	1049427
Trapiche	Comercio	Bueno	1073332	1050956
Bodega	Comercio	Regular	1052605	1053069
Bodega	Comercio	Regular	1052602	1053073
Bodega	Comercio	Regular	1033115	1053977
Bodega	Comercio	Regular	1033125	1053985
Bodega	Comercio	Regular	1054425	1054145
Linea ferrea	Comercio	Bueno	1041623	1056727
Tanque agua	Infraestructura	Bueno	1025974	1049403
Tanque agua	Infraestructura	Bueno	1027149	1050033
Tanque	Infraestructura	Bueno	1064093	1052279
Pozo séptico	Infraestructura	Bueno	1050667	1052758
Pozo séptico	Infraestructura	Bueno	1031298	1053673
Tanque agua	Infraestructura	Bueno	1031408	1053686
Tanque	Infraestructura	Bueno	1049275	1054061
Tanque agua	Infraestructura	Bueno	1036652	1055580
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1003059	1044347
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1023090	1048897
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1064083	1052280
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1031303	1053692
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1039947	1056580
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1039958	1056584
Otras	Otras infraestructuras asociadas	Bueno	1040409	1056653
Gallinero	Pecuario	Bueno	1081636	1046662
Corral	Pecuario	Regular	1081441	1047003
Corral	Pecuario	Regular	1077526	1049617
Corral	Pecuario	Regular	1074515	1050656
Establo	Pecuario	Bueno	1015282	1051700
Corral	Pecuario	Regular	1064009	1052324
Gallinero	Pecuario	Bueno	1050655	1052790
Gallinero	Pecuario	Bueno	1050656	1052800
Abrevadero	Pecuario	Bueno	1030930	1053457
Gallinero	Pecuario	Bueno	1031300	1053677
Corral	Pecuario	Regular	1031407	1053689
Abrevadero	Pecuario	Bueno	1034759	1054272
Corral	Pecuario	Regular	1059726	1054272
Abrevadero	Pecuario	Bueno	1034913	1054330
Abrevadero	Pecuario	Bueno	1040768	1056728
Altar imagen religiosa	Religioso	Bueno	1011154	1050428
Colsalinas	Salud	Bueno	1007013	1047995
Vivienda	Vivienda con utilización temporal	Regular	1043131	1086594
Vivienda	Construcción en ruinas	Malo	1049901	1077140
Vivienda	Vivienda de uso temporal	Bueno	1049745	1077214
Vivienda	Bodega	Regular	1050838	1072746

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010

NOMBRE	TIPO	CALIDAD	ESTE	NORTE
Vivienda	Vivienda no habitada	Bueno	1050421	1070622
Vivienda	Vivienda de uso temporal	Regular	1052283	1064030
Vivienda	Vivienda deshabitada	Bueno	1054161	1049169
Vivienda	Vivienda de uso temporal	Regular	1050569	1011558
Vivienda	Vivienda	Bueno	1081630	1046672
Vivienda	Vivienda	Bueno	1077219	1049747
Vivienda	Vivienda	Bueno	1031390	1053706
Vivienda	Vivienda	Bueno	1060361	1053972
Vivienda	Vivienda	Bueno	1059834	1054199
Vivienda	Vivienda	Bueno	1072530	1050761
Vivienda	Vivienda	Bueno	1072601	1050773
Vivienda	Vivienda	Bueno	1096409	1029768
Vivienda	Vivienda	Bueno	1003194	1044450
Vivienda	Vivienda	Bueno	1001005	1043575
Vivienda	Vivienda	Bueno	1070914	1050402
Vivienda	Vivienda	Bueno	1071791	1050574
Vivienda	Vivienda	Bueno	1063703	1052439
Vivienda	Vivienda	Bueno	1062778	1052993
Vivienda	Vivienda	Bueno	1061430	1050288
Vivienda	Vivienda	Bueno	1055892	1054270
Vivienda	Vivienda	Bueno	1055705	1054258
Vivienda	Vivienda	Bueno	1050642	1052758
Vivienda	Vivienda	Bueno	1050640	1052764
Vivienda	Vivienda	Bueno	1031369	1053664
Vivienda	Vivienda	Bueno	1031319	1053705
Vivienda	Vivienda	Bueno	1036651	1053612
Vivienda	Vivienda	Bueno	1040428	1056663
Vivienda	Vivienda	Bueno	1039767	1056565
Garaje	Garaje	Bueno	1043590	1000995

Fuente: Consorcio Ambiental Chivor. 2016

CAPITULO 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Proyecto UPME-03-2010