

2 DESCRIPCIÓN DE LA LINEA A 230 KV, DE LA RECONFIGURACIÓN PARAISO – NUEVA ESPERANZA Y NUEVA ESPERANZA – CIRCO Y SAN MATEO Y DE LA SUBESTACIÓN NUEVA ESPERANZA

El Proyecto de transmisión de energía Nueva Esperanza tiene por objeto aumentar la confiabilidad del STN (Sistema de Transmisión Nacional) y atender el crecimiento de la demanda de energía en Bogotá DC y la Sabana de Bogotá, permitiendo la expansión del STR (Sistema de Transmisión Regional) y del Operador de Red (OR, Codensa), quien deberá construir simultáneamente una subestación a 500/115 kV, contigua a la futura subestación (S/E) Nueva Esperanza.

El proyecto comprende el diseño, la adquisición de lotes y servidumbres, la construcción, el montaje, las pruebas, la puesta en servicio, la operación y el mantenimiento del sistema de transmisión de la línea a 230 kV de 148,1 Km de longitud, para unir la S/E Nueva Esperanza (por construir) con la S/E Guavio (existente y de propiedad de Empresa de Energía de Bogotá localizada en el municipio de Ubalá).

Este proyecto incluye también:

- a) Reconfiguración de la línea de transmisión existente de doble circuito a 230 kV que interconecta las S/E Paraíso – San Mateo (P -I) y S/E Paraíso-Circo (P -II), de manera que ahora hagan parte de la S/E Nueva Esperanza:
 - Paraíso – Nueva Esperanza: 5,46 Km de longitud.
 - Nueva Esperanza – Circo y Nueva Esperanza – San Mateo: 5,45 Km de longitud
- b) Construcción de la subestación de energía (S/E) Nueva Esperanza a 500/230 kV, ubicada en la vereda Cascajal (predio Canoas) del municipio de Soacha.
- c) Ampliación de la S/E existente Guavio 230 kV.

Las obras en la S/E Guavio comprenden la construcción de una nueva bahía a 230 kV localizada en un predio de la S/E Guavio existente. Su topología es de doble barra principal más seccionador de transferencia con interruptor de acople entre las dos barras, con equipo tipo GIS para instalación interior.

La nueva bahía para la línea a 230 kV se utilizará para la llegada de la línea proveniente de la S/E Nueva Esperanza y conservará la topología de la subestación, existente.

En el plano NVAE-2-LT-EIA-230-01-0001 se encuentra la localización general de la línea a 230 kV y en el plano NVAE-2-LT-EIA-230-01-0002 aparecen los municipios y veredas que cruza esta línea.

2.1 SUBESTACIÓN NUEVA ESPERANZA

2.1.1 Ubicación del lote para la Subestación Nueva Esperanza

La UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) requirió la selección de un lote para la ubicación, construcción y operación de la Subestación Nueva Esperanza, para dar cumplimiento a este requisito de orden logístico, normativo y técnico, se definieron los siguientes criterios generales para la selección del lote:

- Lote para la construcción y operación de la subestación.
- Ubicación del lote dentro del área determinada por la UPME, en un sector ubicado en el costado sur y occidental del embalse El Muña, en jurisdicción de los municipios de Sibaté y Granada.
- El lote debe ser aprobado por parte del Operador de Red (OR) que es Codensa, quién construirá simultáneamente una subestación a 500/115kV, contigua a la futura subestación Nueva Esperanza para construir desde esta última 10 líneas de transmisión a 115 kV de tensión hacia subestaciones de su propiedad en el sur de Bogotá.
- El lote para construir la subestación Nueva Esperanza de EPM debe ser aprobado por la UPME

De otra parte, se definieron criterios específicos de tipo geológico, geotécnico, ambiental y topográfico, sin desconocer las limitantes que ofrece la Sabana de Bogotá a nivel de restricciones sociales, de costos y ocupación de terrenos y de desarrollo económico. Estos criterios son:

- Topografía plana, lo cual facilita la adecuación del lote y reduce costos de adecuación.
- Calidad de los suelos, estabilidad del terreno y drenaje competentes.
- Mínima afectación a actividades económicas locales
- Mínima afectación a predios de tamaño pequeño, lo cual reduce el número de predios afectados y el área económica a afectar y facilita el proceso de negociación.
- Mínima afectación a zonas boscosas de importancia ecológica y áreas protegidas
- Costos de los predios moderados
- Evitar afectación de predios de uso agroindustrial
- Facilidad de acceso al predio, teniendo en cuenta las características técnicas de la vía que deben permitir la entrada de equipos grandes a la subestación.

- Evitar la afectación de cuerpos de agua

Teniendo en cuenta estos criterios, se hizo la revisión, visita y verificación de campo de varios lotes en ocho veredas diferentes de los municipios de Sibaté, Granada y Soacha por parte de un grupo de especialistas que incluyó profesionales de geología, geotecnia, eléctrica, catastro, ecología y aspectos sociales y económicos. La selección presentó dificultades de orden económico y social en relación con los usos de la tierra, elevados costos de los predios en la Sabana de Bogotá y la gestión de negociación con los propietarios. Igualmente se tuvo dificultad con la presencia de áreas protegidas de orden civil, municipal, regional existentes en la zona.

Finalmente y como resultado de la gestión realizada, se seleccionó un lote ubicado en la Vereda Cascajal (predio Canoas) del municipio de Soacha (Cundinamarca) en un predio de propiedad de Emgesa. Este predio se encuentra en jurisdicción del Distrito de Manejo Integrado Cerro Manjuí – Salto del Tequendama, en su sector perimetral costado oriental lo cual facilita la construcción de la subestación y la salida y llegada de líneas de transmisión sin tener que afectar grandes extensiones de bosque por la ubicación de torres y adecuación de servidumbres. En la Figura 2.1 se muestra la ubicación de la Subestación Nueva Esperanza.

Figura 2.1 Ubicación de la Subestación Nueva Esperanza¹



¹ Fuente: EPM

El lote para construir la subestación Nueva Esperanza, cuenta con un área total de 17,2 ha de las cuales 13,2 ha se destinarán para la subestación de EPM y 4,0 ha para la subestación de Codensa la cual tendrá una relación de transformación 500/115kV. De las 13,2 ha para la subestación de EPM, se empleará como área real construida 8,5 ha. Se aclara que el presente documento incluye la evaluación ambiental de la subestación Nueva Esperanza de propiedad de EPM ya que la Subestación de Codensa pertenece a otro proyecto que presentará esta empresa ante la autoridad ambiental correspondiente.

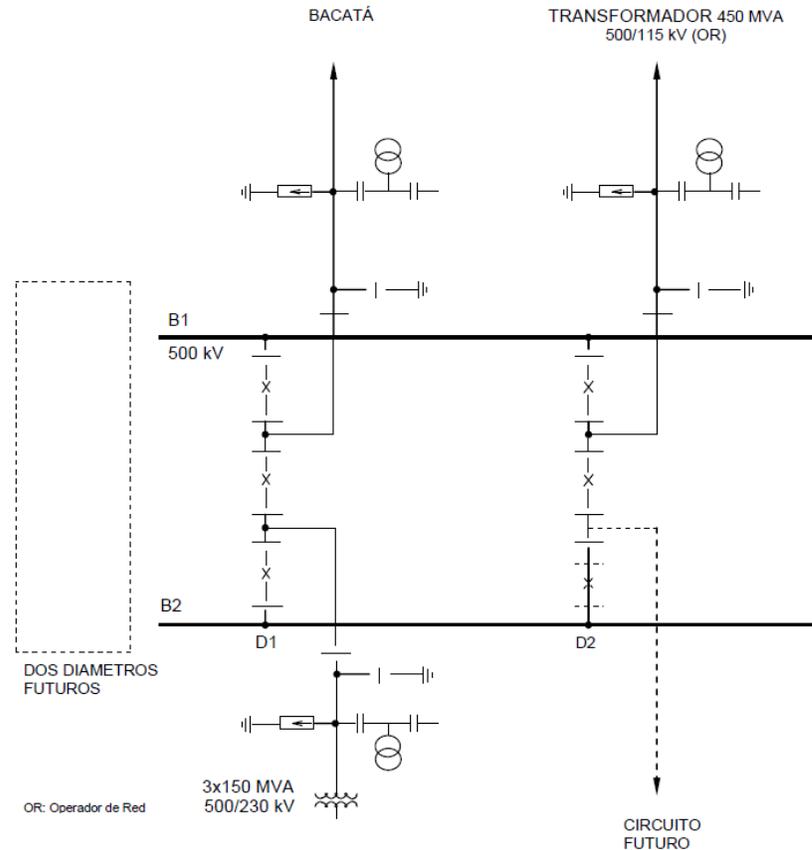
La Subestación Nueva Esperanza 500/230kV, propiedad de EPM será del tipo convencional, instalación exterior y estará conformada por (Figura 2.2):

Patio de conexiones a 500 kV: Conformado por dos diámetros en una combinación del esquema Interruptor y Medio, con el esquema Doble Barraje - Doble Interruptor a 500kV, dos salidas de línea y una derivación de transformador a 500 kV. Además, dos casetas de control que contendrán los sistemas distribuidos de servicios auxiliares, control, protección, medida y comunicaciones, correspondientes a los diámetros, las salidas de línea, la bahía de transformación a 500 kV.

Patio de transformación 500/230 kV: Constituido por un banco trifásico de autotransformadores 500/230/34.5kV con potencia total instalada de 450MVA (conformado por tres autotransformadores monofásicos de 150 MVA), un sistema de puesta a tierra mediante transformador tipo zig-zag para la conexión en delta de los autotransformadores, y además, se tendrá disponible un autotransformador monofásico de 150 MVA, el cual servirá como repuesto en caso de falla de uno alguno de los autotransformadores que conforman el banco trifásico.

Patio de conexiones a 230 kV: Conformado por dos diámetros, cinco salidas de línea y una derivación de transformador a 230 kV, en el esquema Interruptor y Medio. Además, dos casetas de control, las cuales contendrán los sistemas distribuidos de control, protección, medida, comunicaciones y servicios auxiliares, correspondientes a los diámetros, las salidas de línea y la bahía de transformación a 230 kV.

Infraestructura general (Módulo común): Conformado por los sistemas comunes de la subestación, entre los cuales se destacan los siguientes: Una portería, un edificio de control, vías internas de la subestación; sistemas de drenajes, filtros, cunetas, redes de acueducto y alcantarillado; sistemas de alumbrado externo y apantallamiento; malla de puesta a tierra, cerramientos externos, y los sistemas centralizados de control, protección, comunicaciones, servicios auxiliares y supervisión de la subestación.

Figura 2.2. Esquema unifilar S/E Nueva Esperanza

2.1.2 Obras civiles y electromecánicas de la subestación

A continuación se detallan las actividades principales que deberán realizarse como alcance de las obras civiles y electromecánicas para la construcción, montaje y puesta en servicio de la subestación Nueva Esperanza 500/230 kV. Se aclara que previo a las labores descritas a continuación se tiene planeado realizar la ingeniería de diseño, aprobación de la misma, la obtención de la licencia ambiental y de construcción, la movilización de personal y equipos al frente de obra y la construcción de instalaciones provisionales o campamentos de obra.

A continuación se describen las obras principales para la subestación Nueva Esperanza:

- Desmonte y limpieza

Consiste en el retiro de residuos de cultivos menores de maíz, papa, zanahoria y lechuga y de un árbol de altura mayor o superior a los 4 m y la demolición de la casa de madera y cubierta en teja metálica ondulada existente en el área.

- Adecuación del terreno y cerramiento

La explanación en corte se hace para alcanzar la cota de rasante natural sobre la cual se desplantarán las obras civiles del proyecto proporcionando una pendiente adecuada para hacer el manejo de aguas superficiales o de escorrentía.

La distribución del área consiste en una vía de acceso central que separa los patios a 500 kV y 230 kV y pasa frente a la bahía de transformación en la cual se proyectan las carrileras de aproximación de los equipos de potencia a sus fundaciones tipo foso. Esta vía principal se proyecta desde este eje central con unas vías secundarias o de servicios dispuestas de tal forma que se facilite el acceso a los diferentes patios y que pasan frente a las casetas de relés de patio; esto para facilitar el acceso de vehículos apropiados para inspecciones periódicas y el mantenimiento rutinario que implemente EPM. Las vías se desarrollan sobre una cota promedio en todo el patio, a partir de esta cota y con una pendiente mínima del 0,5% se definen los patios de los diámetros de 500 kV y 230 kV. Esta disposición garantiza el drenaje superficial de las aguas lluvias a los colectores principales y hasta las estructuras de entrega final. El agua se conducirá en su totalidad hacia el costado sur del predio, para lo cual se han diseñado dos sitios de descarga que permiten distribuir el caudal evacuado del predio.

Una vez terminadas las obras de descapote y acopio de este material (tierra negra), se procederá a escarificar, nivelar y compactar el terreno por lo menos 0,15 m de terreno natural, proporcionando pendiente suave hacia los sistemas de drenaje. Seguidamente se realizará el replanteo topográfico de fundaciones de pórticos y equipos de patio al igual que los límites de patios con el trazado de los bordillos de vías, el replanteo de la bahía de transformación con los ejes de los muros cortafuego y cimientos de equipos de potencia y carrileras. Igualmente se replantearán los ejes y niveles para el edificio de control, y casetas de relés de patios en 500 kV y 230 kV.

Se proyecta un cerramiento de toda el área de la subestación, en malla eslabonada de 2" con tubería de soporte galvanizada de 2" de diámetro; sin embargo, la adecuación del terreno considera áreas que quedarán disponibles para futuras ampliaciones requeridas por la UPME. Igualmente el predio general se delimitará con un cerramiento en alambre de púa y postes de madera tratada.

2.1.3 Vía de acceso a la Subestación Nueva Esperanza

Esta vía es existente y sobre ella se realizarán algunos trabajos de mejoramiento que faciliten el acceso durante la construcción de la SE Nueva Esperanza, el ingreso de los equipos a la misma y la operación posterior de la subestación.

La vía de acceso existente tiene una longitud aproximada de 5,3 Km e inicia en el puente sobre el río Bogotá en la entrada a la central Charquito de Emgesa en la elevación 2393 msnm y toma dirección suroccidente hasta llegar a la elevación 2576 msnm en donde está el predio destinado para la SE; el ancho previsto para esta vía es de 4,50 m. A lo largo de la vía se realizará una ampliación en dos sectores los cuales se muestran en la Foto 2.1-1 donde se va a intervenir 50 m de longitud por 2 m de ancho y, en los puntos

donde las obras de arte lo ameriten (cunetas, cajas, sumideros y estructuras escalonadas para entrega de aguas lluvias). Las obras civiles a ejecutar en la vía de acceso a la subestación se muestran en el anexo 2.1.

Foto 2.1-1 Sectores donde se realizará ampliación de la vía de acceso



Las obras de perfilado de la rasante de vía van acompañadas de un trabajo de deforestación liviana de la vegetación existente en el talud de la vía actual y su disposición adecuada de residuos y en algunos puntos (tramo de K0+500 hasta K0+600) donde existe material rocoso suelto, se contempla su retiro puntual para garantizar el paso libre de maquinaria y equipo.

El perfilado de talud con maquinaria es puntual en donde se detecten rocas sueltas en el tramo de acceso y hasta el K0 + 800, mientras que la deforestación manual liviana con acopio de restos vegetales y disposición de residuos se contempla a lo largo de la vía y es sólo para limpiar el vano para el paso de la maquinaria y equipos propios del proyecto y así garantizar el ingreso de equipos sin tropiezos físicos.

Se hará un corte superficial o perfilado de la rasante a lo largo de la vía existente, con el fin de retirar material suelto y contaminado por lodos en la superficie de la vía actual; posteriormente se realizará la disposición por capas de máximo 20 cm de espesor del material correspondiente a la sub-base de vía, tomando para cada capa ensayos de compactación.

Sobre la capa de sub-base aprobada, se dispondrá y extenderá la capa de base definitiva que conformara la superficie final de rodadura de la vía de acceso, en el espesor definido por los estudios de la rasante y según las características del material de préstamo para sub-base y base de la vía.

En la Tabla 2.1 se relacionan las cantidades de obra demandas para la adecuación del acceso a la S/E Nueva Esperanza desde la central Charquito.

Tabla 2.1 Cantidad de obra para el acceso a la S/E Nueva Esperanza

Descripción	Unidad	Cantidad
Explanación en corte con buldózer y motoniveladora para raspado de rasante existente en material natural y recebo contaminado en un espesor aproximado de 50 cm con un ancho promedio de 4,5 m.	m ³	11250
Retiro y disposición de material sobrante hasta la zona de depósito	m ³	11250
Escarificación superficial y compactación de rasante natural con rodillo vibratorio	m ²	23 850
Conformación de cunetas perimetrales en concreto de 21 MPa a lo largo de la vía	m	1 864
Instalación de tubería de drenaje de 36" protegida en concreto simple	m	135
Construcción de estructuras de disipación de energía	unidad	14
Cajas de inspección de conexión de tuberías de drenaje de 1,0 m ²	unidad	18
Construcción de sumideros tipo SL 10C en concreto de 21 MPa	unidad	14
Suministro y tendido de material granular (subbase) en un espesor promedio de 25 cm	m ³	6180
Suministro y tendido de material granular (base) en un espesor promedio de 25 cm	m ³	6180
Compactación con rodillo vibratorio de material granular para obtener un espesor final de 10 cm	m ²	23850

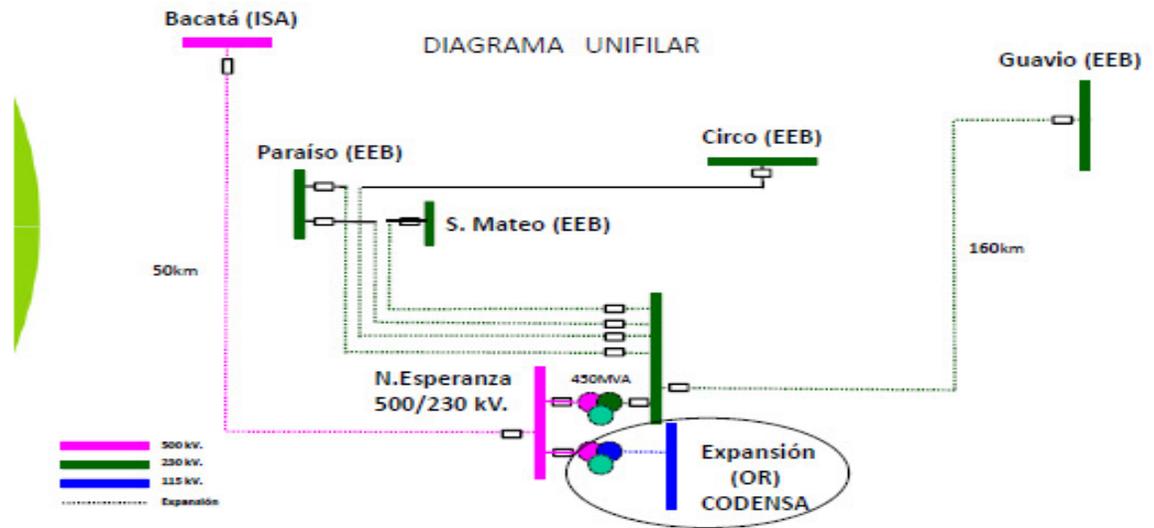
2.2 DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 kV

La línea de transmisión a 230 kV tiene una longitud de 148,1 Km y parte desde la SE Guavio en Mámbita (municipio de Ubalá) y se dirige al occidente por los municipios de Gachalá, Gama, Junín, Guatavita, Guasca; a partir de este municipio el rumbo de esta línea de transmisión cambia hacia el sur dirigiéndose a los municipios de La Calera, Choachí, Ubaque y Chipaque en donde nuevamente su trazado va al occidente para cruzar la zona rural de las localidades de Usme y Ciudad Bolívar de Bogotá D.C., continuar hacia Soacha y Sibaté hasta llegar a la vereda Cascajal, sector Canoas del municipio de Soacha en donde se encontrará la futura S/E Nueva Esperanza.

El desarrollo técnico del trazado de la línea se ha elaborado con criterios básicos como evitar al máximo la afectación de los bosques naturales, andinos, de galería, vegetación de páramo y otras existentes; igualmente se ha tenido en cuenta la menor afectación a viviendas e infraestructura en general.

En la Figura 2.3 se muestra un diagrama unifilar del proyecto Nueva Esperanza con sus líneas de transmisión a 230 kV y las subestaciones existentes San Mateo, Circo, Guavio y por construir (Nueva Esperanza).

Figura 2.3 Diagrama unifilar del proyecto Nueva Esperanza



Se aclara que para el caso del presente EIA se incluyen para licenciamiento, las obras y actividades de construcción, operación y mantenimiento de la línea 230 kV, las dos líneas de reconfiguración y la subestación Nueva Esperanza. La línea 500 kV es objeto de estudio y análisis en otro documento de EIA.

En la Tabla 2.2 se relacionan las características técnicas más importantes de la línea de transmisión de 230 kV:

Tabla 2.2 Principales características del proyecto

Línea de transmisión 230 kV S/E Guavio – S/E Nueva Esperanza

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Longitud de la línea	km	148,1
Servidumbre	ha	444,4
Número de estructuras	unidad	309
Vano promedio	m	475,89
Número de torres por Km	unidad	2,1
Número de estructuras suspensión	unidad	203
Número de estructuras retención	unidad	94
Número de estructuras retención terminales	unidad	12

Reconfiguración Paraíso – Nueva Esperanza 230 kV

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Longitud de la línea	km	5,46
Servidumbre	ha	20,59
Número de estructuras	unidad	13
Vano promedio	m	419
Número de torres por km	unidad	1,8
Número de estructuras suspensión	unidad	1
Número de estructuras retención	unidad	4
Número de estructuras retención terminales	unidad	8

Reconfiguración Nueva Esperanza - Circo y Nueva Esperanza – San Mateo 230 kV

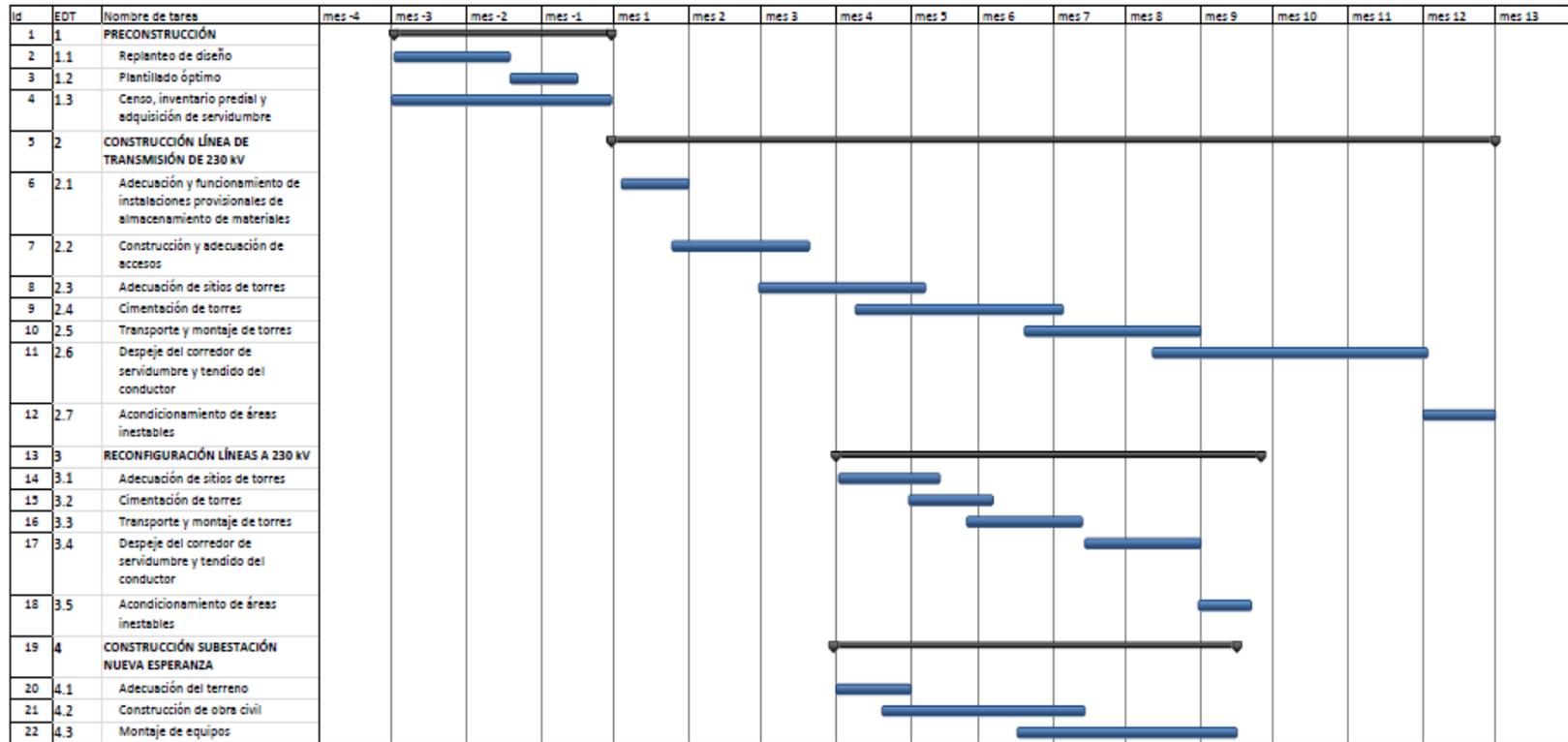
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR
Longitud de la línea	km	5,45
Servidumbre	ha	20,18
Número de estructuras	unidad	14
Vano promedio	m	419
Número de torres por km	unidad	2,0
Número de estructuras suspensión	unidad	1
Número de estructuras retención	unidad	6
Número de estructuras retención terminales	unidad	7

En el plano NVAE-2-LT-EIA-230-01-0003 se encuentra trazada la planta de la línea a 230 kV y en el Anexo 2.2 se presentan las características geométricas, sitios de localización de las torres y distancia de cada uno de los vanos generados. En este anexo, se muestran los mismos detalles para la línea de reconfiguración Paraíso – Nueva Esperanza, Nueva Esperanza – Circo y Nueva Esperanza – San Mateo.

2.1.1 Duración de las obras

Conforme a los rendimientos esperados durante la construcción del proyecto, considerando la facilidad en los accesos a los sitios de torre, el siguiente es el cronograma para su construcción (Tabla 2.3):

Tabla 2.3 Duración de las obras de construcción del Proyecto Nueva Esperanza



2.1.2 Costos de construcción y operación

Los costos de construcción, operación y mantenimiento asociados a la línea de transmisión a 230 kV y Reconfiguración Paraíso – Nueva Esperanza y Nueva Esperanza - Circo, se presentan en la Tabla 2.4:

Tabla 2.4 Costos de construcción y operación del proyecto Nueva Esperanza

ÍTEM	Costo de Construcción	Costo Promedio Anual AOM
	(COP)	(COP)
Línea de 230 kV Guavio - Nueva Esperanza, Reconfiguración líneas 230 KV Paraíso – Nueva Esperanza, Nueva Esperanza – Circo y Nueva Esperanza – San Mateo y Subestación Nueva Esperanza.	140,520'319,205	891'448,358

Tal como se aprecia, los costos totales de construcción de la línea equivalen a: COP 140,520'319,205 mientras que los asociados a su administración, operación y mantenimiento corresponden a COP 891'448,358 anuales.

2.1.3 Tipo y número de estructuras

De acuerdo con el diseño eléctrico realizado para el proyecto, se seleccionaron los siguientes tipos de estructura de soporte para la línea de transmisión de 230 kV (Tabla 2.5) y la reconfiguración de la línea Circo – Paraíso (Tabla 2.6).

Tabla 2.5 Tipos y número de estructurales para la línea de transmisión

Línea de transmisión 230 kV S/E Guavio – S/E Nueva Esperanza

TORRE TIPO	ALTURA CUERPO (m)							TOTAL TORRES	TIPO DE TORRE
	12	17,5	22	26,5	31	35,5	40		
S		20	37	31	21	16	15	140	Suspensión
SS		8	8	13	16	8	10	63	Suspensión
R		22	14	9	7	5	8	65	Retención
RR		12	6	5	1	1	4	29	Retención
T		6		2	2		2	12	Retención Terminal
PT									Retención Terminal
TOTAL DE TORRES								309	

Tabla 2.6 Tipos y número de estructurales para la línea de reconfiguración

Reconfiguración Paraíso – Nueva Esperanza 230 kV

TORRE TIPO	ALTURA CUERPO (m)								TOTAL TORRES	TIPO DE TORRE
	10,5 m	15,0 m	19,5 m	24 m	28,5 m	33 m	35,5 m	40,0 m		
U		1							1	Suspensión
UU									0	Suspensión
V	1	2			1				4	Retención
W									0	Retención
X	2		1		1				4	Retención terminal
T							2	2	4	Retención terminal
TOTAL GENERAL									13	

Reconfiguración Nueva Esperanza - Circo y Nueva Esperanza – San Mateo 230 kV

TORRE TIPO	ALTURA CUERPO (m)								TOTAL TORRES	TIPO DE TORRE
	10,5 m	15,0 m	19,5 m	24 m	28,5 m	33 m	35,5 m	40,0 m		
U		1							1	Suspensión
UU									0	Suspensión
V	3	1		1	1				6	Retención
W									0	Retención
X	2		1						3	Retención terminal
T								4	4	Retención terminal
TOTAL GENERAL									14	

En el plano NVAE-2-LT-EIA-230-01-0004 se muestra un detalle típico para las estructuras de suspensión y retención empleadas en la línea a 230 kV.

2.1.4 Descripción del proceso de construcción, energización y operación del proyecto

2.1.4.1 Preconstrucción

Con las actividades de preconstrucción inicia la construcción del proyecto de la línea de transmisión. Las actividades propias de la etapa de preconstrucción son:

- **Replanteo de diseño y plantillado óptimo de la línea de transmisión**

En campo se verifica el diseño, las abscisas y cotas, con el objetivo de optimizar la ruta y los sitios de cada torre, presentando correctivos de carácter técnico y ambiental al diseño. Se procede a la ubicación topográfica definitiva, su demarcación y al reconocimiento de estabilidad de cada sitio de torre. En el Anexo 2.2 se presenta la Planta perfil Línea a 230 kV.

- **Censo, inventario predial y adquisición de servidumbre**

Una vez definido el trazado final de la línea de transmisión, se procedió a la identificación de cada uno de los predios para la adquisición de la servidumbre (véase Anexo 2.3 Base de datos Inventario predial línea 230 kV); en el caso del sitio de construcción de la subestación, se adquirirán los terrenos necesarios.

- **Programa de arqueología preventiva**

Este se realiza en el área de construcción de la subestación y en los puntos de ubicación de torres, pues se trata de los lugares en los que se llevará a cabo remoción de suelo. El objetivo de la prospección es identificar la presencia de yacimientos culturales del pasado en los sitios mencionados y generar un diagnóstico y evaluación del potencial arqueológico de las áreas afectadas, así como un plan de manejo que apunte a la protección del patrimonio arqueológico de la nación. Adicionalmente, con base en la información obtenida en la prospección, deben desarrollarse labores de rescate arqueológico antes de iniciarse las obras.

2.1.4.2 Construcción de la línea de transmisión

Las oficinas planteadas para atención están ubicadas: en el municipio de Soacha, en el municipio de La Calera y en el municipio de Gachalá.

- **Adecuación de las instalaciones provisionales y de almacenamiento de materiales (patios de acopio)**

En esta actividad se realiza la selección del sitio donde se instalarán las oficinas del proyecto, preferiblemente en un municipio del área de influencia que quede equidistante de los diferentes frentes de trabajo.

El almacenamiento de los materiales y ángulos de las torres, tendrán su acopio en las oficinas del contratista. Desde estos puntos, se despachará en camiones hasta los sitios de instalación, el material necesario para el armado de cada torre conforme con las especificaciones de diseño de la estructura, juntos con los carretes del conductor.

Para el izado del conductor, será necesaria la adecuación de los *patios de tendido* y sus accesos para la instalación de la maquinaria requerida para tal fin; esta actividad está restringida espacialmente por la longitud máxima del conductor, la cual oscila entre 2,5 a 3,0 Km, por lo tanto esta es la distancia máxima entre patios de tendido de manera que en un extremo se encuentra el equipo que se encarga de halar la guía (guaya de acero)

unida al conductor (malacate), mientras que en el otro extremo está el equipo que se encarga de ceder el conductor desde su carrete (freno) tal como se muestra en la Foto 2.2-1.

Foto 2.2-1 Maquinaria empleada para el tendido del conductor²



Estos patios tienen alrededor de 100 m² de área y deben estar desprovistos de arbustos y árboles con el fin de facilitar las labores de maniobra al momento del ingreso y retiro del equipo hacia el siguiente tramo; es importante mencionar que estos patios siempre deben instalarse en torres de retención; para el caso específico del proyecto Nueva Esperanza, se ha definido la instalación de estos patios en los siguientes lugares (Tabla 2.7):

² Tomado de Guía Ambiental para proyectos de transmisión de energía eléctrica. Ministerio de Ambiente, 1999.

Tabla 2.7 Número y localización de patios de tendido

ID Patio	N° de estructura	Abscisa	Elevación	Coordenadas	
			(msnm)	Este	Norte
1	PÓRTICO DE SALIDA GUAVIO	K0+000	1024	1.080.499	1.015.470
2	TORRE N°12	K5+017	1913	1.076.396	1.012.877
3	TORRE N°20	K9+875	2158	1.071.993	1.011.690
4	TORRE N°29	K15+887	2003	1.066.402	1.009.761
5	TORRE N°37	K19+505	1946	1.063.141	1.008.332
6	TORRE N°48	K24+463	2264	1.058.263	1.009.161
7	TORRE N°57	K30+053	2536	1.055.030	1.013.274
8	TORRE N°68	K35+769	2637	1.016.618	1.050.632
9	TORRE N°76	K40+419	2461	1.046.843	1.019.312
10	TORRE N°88	K46+725	2216	1.041.051	1.021.793
11	TORRE N°95	K50+086	2405	1.038.687	1.023.968
12	TORRE N°101	K53+603	2568	1.035.458	1.025.307
13	TORRE N°109	K57+236	3158	1.032.134	1.026.763
14	TORRE N°122	K64+801	3012	1.024.785	1.025.474
15	TORRE N°136	K70+538	3041	1.021.836	1.020.554
16	TORRE N°146	K74+764	3121	1.019.600	1.016.976
17	TORRE N°153	K77+649	3048	1.018.486	1.014.315
18	TORRE N°159	K79+752	3040	1.017.811	1.012.324
19	TORRE N°170	K84+140	2635	1.018.499	1.007.990
20	TORRE N°182	K89+777	2716	1.017.585	1.002.454
21	TORRE N°188	K94+261	2223	1.016.551	998.150
22	TORRE N°200	K99+995	2553	1.015.318	992.582
23	TORRE N°216	K106+596	2514	1.010.254	989.706
24	TORRE N°231	K112+353	2982	1.005.569	986.425
25	TORRE N°242	K118+353	2757	1.001.368	983.027
26	TORRE N°254	K123+252	3194	996.820	983.267
27	TORRE N°267	K128+548	3104	992.463	986.275
28	TORRE N°273	K131+293	3319	989.923	987.315
29	TORRE N°285	K136+472	3051	985.300	989.457
30	TORRE N°292	K139+998	2637	983.348	992.371
31	TORRE N°297	K142+549	2624	982.138	994.604
32	PÓRTICO DE LLEGADA NUEVA ESPERANZA	K148+461	2574	977.004	997.289

En el Anexo 2.4 se presenta la descripción de los patios de tendido línea 230 kV y vías de acceso a los mismos.

- **Adecuación de vías y senderos de accesos a obras**

Se relaciona con la identificación y adecuación de las alternativas que permitan el acceso a los sitios de torre, patios de tendido y lugares de trabajo a donde se requiera llegar o salir con materiales, equipos y personal, por medio de pasos para mulas y vías secundarias existentes.

- **Adecuación de los sitios de torres**

Corresponde a las actividades necesarias para limpieza y adecuación geotécnica del terreno en donde será instalada cada una de las torres de la línea de transmisión; estas actividades comprenden: la remoción de la cobertura vegetal, descapote, explanación y la excavación. La remoción de la cobertura vegetal (árboles maderables, rastrojo o cultivos) se realiza de acuerdo con las especificaciones técnicas del diseño y del Plan de Manejo

Ambiental. Si se llegaran a encontrar cultivos de período corto, se permitirá que el propietario pueda recoger su cosecha y posteriormente se limpiara el área.

Las excavaciones se realizarán a mano, dando una conformación final al fondo de la misma por medio de métodos manuales. Las paredes de la excavación se estabilizan con entibados presionados contra el terreno por gatos o cuñas. En excavaciones por debajo del nivel freático, se controlará el flujo subterráneo de las aguas.

Por cada pata de la torre, se excavará en promedio una superficie de 2,3 x 2,3 m y 2,0 m de profundidad, para un volumen de excavación aproximado de 10,6 m³ por pata y 42,3 m³ por torre para el caso de las de suspensión. Para las torres de retención, se intervendrá una superficie de 3,5 x 3,5 m y 3,5 m de profundidad para un volumen de excavación de 42,9 m³ por pata y 171,5 m³ por torre.

- **Monitoreo Arqueológico**

Esta actividad hace parte del programa de arqueología preventiva y debe realizarse en todos los puntos en los que se involucre la remoción de suelo y su objetivo consiste en rescatar los vestigios arqueológicos en caso de presentarse hallazgos ocasionales durante la ejecución de las obras. El monitoreo, hace parte del plan de manejo arqueológico y está reglamentado por el ICANH, de acuerdo a los términos definidos para este tipo de programas arqueológicos

- **Cimentación, relleno y compactación**

Con el análisis de los suelos en los sitios de torres, se definirán los valores de capacidad portante y el tipo de fundación a utilizar. Las torres se montan sobre cimentaciones (parrilla metálica o concreto reforzado) construidas o instaladas por debajo de la superficie del terreno; posteriormente se rellena con el mismo material excavado y se empradiza.

No se requiere la explotación directa de alguna fuente de materiales, dado que los volúmenes de materiales pétreos son relativamente pequeños, la demanda de agregados pétreos, finos y gruesos se suple mediante compra directa del material a proveedores locales debidamente legalizados.

- **Transporte y montaje de torres**

Antes de iniciar el transporte de materiales se realizará una programación con base en los accesos y modalidad de transporte requeridos en cada sitio de torre.

Se transportarán desde el patio de acopio hasta el sitio de montaje todos los elementos constructivos requeridos para el montaje de la torre: superestructuras, extensiones de cuerpo, patas, ángulos de espera, parrillas, pernos, tuercas normales y de seguridad, arandelas, escalera de pernos, dispositivos anti-escalatorios, señales, etc. y demás elementos necesarios para la instalación de las suspensiones, amarres de los conductores y de los cables de guarda.

En el sitio de torre se arma la parte inferior de la torre y algunos ángulos antes de iniciar el montaje. Seguidamente se realiza el montaje de estructuras, iniciando por los ángulos que han de quedar bañados en concreto, se soportan en la posición apropiada por medio de una plantilla de acero articulada. La plantilla de armada de los ángulos de espera debe quedar independiente del suelo y contar con algún sistema que permita levantarla en caso de que durante la colocación del concreto se detecte desnivelación en los ángulos.

Posterior al montaje de la torre se instalan las cadenas de aisladores de suspensión y las poleas.

- **Despeje de servidumbre y estaciones de tendido e izado del conductor**

Las estaciones de tendido corresponden a sitios de almacenamiento de material y equipos, localizadas estratégicamente a lo largo de la línea, ya sea por fuera o dentro del corredor de servidumbre.

Para las labores de tendido del conductor es necesario despejar de vegetación de la franja de servidumbre, en un ancho variable que depende del tipo y altura de la vegetación presente, del ancho y alto de copa, la topografía del terreno y las distancias de seguridad entre la copa de los árboles y el conductor más bajo.

La riega de pescante y conductor demanda mano de obra local, que se encarga de regar a mano hilos pilotos (nylon o polipropileno), con los cuales se halan los pescantes de acero. Las cuadrillas de riega dejan el pescante levantado y listo para iniciar el tendido de los cables.

El empalme y la regulación requieren normas de seguridad y personal calificado para trabajo en alturas. La actividad consiste en la unión de los conductores y tensionado de cada cable de acuerdo con lo especificado en el diseño para obtener las distancias de seguridad sobre el terreno. Al finalizar la regulación del tramo correspondiente, se retiran las poleas utilizadas para la riega y el tendido y se reemplazan por las grapas que aseguran los cables a las cadenas de aisladores.

- **Acondicionamiento áreas inestables**

Posteriormente se realiza la revisión detallada de las obras civiles, electromecánicas y geotécnicas para verificar la correcta calidad de las mismas. Adicionalmente se adelantan las obras necesarias para recuperar los sitios de torre y zonas afectadas durante la construcción o que representan riesgo de deterioro geológico.

2.1.4.3 Construcción de la subestación Nueva Esperanza

- **Adecuación del terreno**

Esta actividad comprende todas aquellas acciones que permiten alcanzar las cotas indicadas en los planos de diseño definitivo de la subestación para las estructuras y equipos que estarán en ella.

Las acciones comprenden la limpieza del terreno, la remoción de la capa superficial, desmonte, descapote, explanaciones en corte (remoción del terreno hasta obtener el nivel del proyecto) para la ejecución de las obras necesarias para construir, sobre el terreno debidamente preparado.

- **Monitoreo Arqueológico**

Esta actividad hace parte del programa de arqueología preventiva y debe realizarse en todos los puntos en los que se involucre la remoción de suelo y su objetivo consiste en rescatar los vestigios arqueológicos en caso de presentarse hallazgos ocasionales durante la ejecución de las obras. El monitoreo, hace parte del plan de manejo arqueológico y está reglamentado por el ICANH, de acuerdo a los términos definidos para este tipo de programas arqueológicos.

- **Construcción de la obra civil**

Comprende la construcción de cunetas en concreto, el suministro e instalación de tuberías para conformar el sistema de drenaje de aguas lluvias y aguas subterráneas (filtros), suministro y colocación de material granular para filtros con manto geotextil, construcción de drenaje de cárcamos y de aceite de los fosos de transformadores en el patio de conexiones y transformación de la subestación; la construcción de cajas de empalme, cajas y cámaras de inspección y sumideros; construcción de redes de acueducto y alcantarillado; construcción de instalaciones como edificio de control, bodegas, portería, cerramiento exterior de la subestación, oficinas y áreas de servicios domésticos.

- **Montaje de estructuras mecánicas, equipos electromecánico y cableado**

Montaje de estructuras de pórtico y soporte de equipos: incluye la recepción de la estructura metálica o de concreto para armar los pórticos de barraje, su clasificación, prearmado, izaje y ensamblaje de los elementos y la conexión de los mismos a la red de puesta a tierra del patio.

Montaje de equipos: incluye armado, colocación y aseguramiento de los equipos sobre las estructuras de soporte tales como: transformadores de potencia, de corriente y de potencial, pararrayos, seccionadores, interruptores, reactores, gabinetes de conexión intermedia, sistemas neumáticos y de gas para interrupción, los equipos de control y protección, unidades terminales remotas, equipos de comunicación y servicios auxiliares, equipos con aceite dieléctrico o gas inerte.

Interconexión de equipos: consiste en realizar la conexión entre los equipos de potencia, de medida y control y los gabinetes de interposición en el edificio de control.

2.1.4.4 Operación

- **Pruebas pre-operativas, individuales, funcionales y de puesta del servicio en la subestación**

En esta etapa se desarrollan actividades técnicas que garantizan la prestación confiable del servicio de energía a las empresas distribuidoras. Para energizar la subestación y prestar el servicio de energía, se realizan pruebas preoperativas, individuales, funcionales y de puesta en servicio.

Pruebas preoperativas: consisten en la verificación de ajustes y calibraciones mecánicas, chequeo de presiones, fugas, niveles de gases o líquidos aislantes, revisión de tornillería, estructuras de soporte, fundaciones, anclajes, nivelación, alineamientos entre polos, estado físico de la porcelana, inspección de los elementos de control, protección, medida, gabinetes de control, aterrizaje de equipos, estructuras, conexiones a tierra, etc.

Pruebas individuales: son pruebas de tipo eléctrico, necesarias para verificar el estado de los equipos después de su transporte, almacenamiento y montaje.

Pruebas funcionales y de puesta en servicio: se verifica el cumplimiento de todos los esquemas y sistemas de control, protección, medida y comunicaciones de tal manera que permitan asegurar la operación de todos los sistemas.

- **Mantenimiento correctivo**

Durante la operación de las líneas se presentan trabajos de mantenimiento o recuperación del servicio por eventos no previstos, como fallas geológicas, movimientos telúricos, voladura de torres, explosión de equipos, vendavales, incendios, etc. que requieren oportuna atención para restablecer el servicio dentro del tiempo mínimo de indisponibilidad permitida.

- **Mantenimiento electromecánico**

La línea de transmisión comprende las obras de recuperación y conservación de la infraestructura eléctrica, entre las cuales se destacan las siguientes: cambio o refuerzo de estructuras o de algunos de sus elementos; pintura de patas, señalización de estructuras; cambio de aisladores rotos y accesorios de las cadenas de aisladores; cambios de empalmes, blindajes o camisas de reparación instalados en los conductores; cambio de uno o varios conductores, cambio de accesorios de cable de guarda y de puestas a tierra, mediciones de resistencia de las puestas a tierra.

Para la subestación el mantenimiento obedece a un programa periódico (semanal, mensual, anual, etc.) de inspección, pruebas, reparaciones, etc. de la infraestructura electromecánica. Iniciada la operación de la subestación, se realizan actividades de verificación del funcionamiento, inspección de niveles operativos de los equipos, maniobra de equipos, suministro y procesamiento de información. Además, se establece un programa de mantenimiento predictivo y preventivo de transformadores de potencia (inspección, cambio de aceite y detección de puntos calientes), equipo de patios (análisis,

purificación o cambio de gas SF₆ de interruptores, calibración de seccionadores, mantenimiento de transformadores de medida, pararrayos, aisladores, estructuras, etc.) y equipo interior (alumbrado, baterías, planta diesel, tableros de control, equipos de protecciones, comunicaciones, etc.).

- **Control de estabilidad**

Sitios de torres: si del proceso de inspección de la línea, se detectan 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 las respectivas obras de protección.

- **Mantenimiento de zonas de servidumbre y zonas verdes**

En la línea de transmisión: durante todo el período operativo se debe garantizar el mantenimiento de la distancia de seguridad establecida entre la línea y la vegetación; adicionalmente se realizarán programas continuos de despeje de la servidumbre y de control de la vegetación emergente.

Para la subestación: consiste en el mantenimiento de los jardines, limpieza de zonas comunes y eliminación de material vegetal de los patios de conexión de la subestación.

2.1.4.5 Desmantelamiento de instalaciones temporales

Las actividades relacionadas en esta etapa se refieren al desmonte de instalaciones temporales y anexas utilizadas durante la construcción de las obras, que no son necesarias para la operación del proyecto; no incluye el desmantelamiento de obras propias de la red o de la subestación, por cuanto se asume que, una vez terminado el periodo de operación y mantenimiento de la línea y la subestación por parte de EPM, esta infraestructura no será removida, sino que cambiará de operador.

Refiriéndose a la conclusión de las labores de construcción de la línea de transmisión y la subestación, toda la infraestructura y equipos empleados temporalmente para tal fin será retirada de la zona del proyecto; las zonas empleadas como patios para el tendido del conductor serán recuperadas y revegetalizadas al igual que aquellas áreas próximas a las patas de cada torre, las cuales se han intervenido para la construcción de su cimentación y para la disposición de excedentes de excavación.

2.1.5 **Infraestructura asociada**

2.1.5.1 Materiales a usar en estructuras y conductores

Estructuras de acero en celosía

Conductores en aleaciones de aluminio y acero.

Cable de guarda en aleación de aluminio

OPGW o cable de fibra óptica

2.1.5.2 Tipo de fundaciones

Se emplearán dos tipos de fundaciones dependiendo del tipo de torre:

Parrilla de acero para las torres de suspensión.

Zapatas de concreto hidráulico para las torres de retención.

2.1.5.3 Sistemas de protección y control

- **Sistemas de Protección**

Los equipos de protección cumplirán 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*), norma IEEE C37.111 o en su defecto, se proveerá de un Transmisor con un software que haga la transcripción del formato del registrador de fallas al formato COMTRADE.

El esquema de protección de la línea consistirá en dos protecciones principales de línea con principio de operación diferente. El esquema completo consistirá de relés rápidos para emisión y recepción del disparo directo transferido, falla interruptor, funciones de recierre y verificación de sincronismo, protección de sobre-tensión, supervisión del circuito de disparo y registro de fallas. La protección de la línea dará disparo monopolar y tripolar e iniciar el ciclo de recierre.

Para los tramos nuevos de líneas, producto de la reconfiguración, se debe conservar el esquema de protecciones existentes, teniendo en cuenta la interceptación de líneas existentes.

El esquema de protección de barras, en la Subestación Nueva Esperanza consistirá de un sistema de protección diferencial de barras, porcentual o moderada. Se conservará el esquema de protección diferencial de barras en el caso de las subestaciones Bacatá 500 kV y Guavio 230 kV.

Se conservará el esquema de protección diferencial de barras en el caso de las subestaciones Bacatá 500 kV y Guavio 230 kV.

Los relés de protección, y registradores de fallas serán de estado sólido, de tecnología numérica o digital. Los relés de protección, y los registradores de fallas incorporarán dispositivos de prueba que permitan aislar completamente los equipos de los transformadores de medida de los circuitos de disparo, polaridades y del arranque de la protección por falla en interruptor, de tal manera que no se afecte ningún otro equipo de forma automática sin tener que hacer puentes externos. Los equipos contarán con todos los módulos, tarjetas y elementos que sean necesarios para las labores de búsqueda de fallas paramétricas de los relés de protección y registradores de fallas.

- **Sistema de Automatización de la Subestaciones**

El Sistema de Automatización permitirá:

- La ampliación a medida que se expandan las Subestaciones, sin cambios fundamentales en su arquitectura;
- Cambios en la funcionalidad, hardware y software
- Inter-operar (pueden intercambiar y compartir recursos de información) con IEDs de diversos suministradores, razón por la cual se utilizarán protocolos abiertos.

El Sistema de Control ofrecerá una respuesta abierta y modular a las necesidades de protecciones, automatismos, control y monitoreo de las Subestaciones.

La arquitectura del sistema de control está basada en una red redundante a la cual se conectan los equipos que soportan las funciones de automatismo, monitoreo, protección y control. Se destacan las siguientes funciones:

- Las redes de comunicación entre los controladores de bahía serán de protocolo, que resulte compatible con las comunicaciones existentes.
- Optimización de la integración funcional a través de intercambios rápidos entre equipos vía la red.
- Integrar los equipos de otros proveedores con el Sistema de control y Automatización de las Subestaciones.
- Gestión de las bases de datos del sistema.
- Permitir la integración de elementos futuros.
- Implementación de herramientas de seguridad y administración.
- Gestión del modo de funcionamiento de los equipos permitiendo la explotación normal, el mantenimiento y/o paro de cada elemento del sistema sin perturbar ni detener el sistema.
- Mantenimiento de cada equipo.
- Gestión de protecciones que permitirá verificar y parametrizar a las protecciones del sistema.

Los IED de protección, los controladores de bahía, los controladores de subestación y/o computadores del IHM permitirán la transmisión de información entre la Subestación y el CND o el centro de control remoto del Transmisor (sean funciones de control, visualización o mantenimiento). El Transmisor será el responsable por utilizar los protocolos de comunicación que el CND le exija y en general, todos los costos de

implementación, coordinación de información a intercambiar con el CND son responsabilidad del Transmisor.

- **Medidores multifuncionales**

Los medidores multifuncionales tomarán señales de los transformadores de medida, para determinar parámetros eléctricos como por ejemplo: tensión, corriente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, frecuencia, contador de energía activa y reactiva. Contarán con emisor de impulsos o un sistema de registro comunicado con niveles superiores y cumplir con todos los requisitos técnicos exigidos por la Resolución CREG 025 de 1995, especialmente lo referente al Código de Medida.

- **Controladores de Bahía**

Los controladores de bahía se encargaran de recibir, procesar e intercambiar información con otros equipos de la red, serán multifuncionales y programables. Los controladores de bahía serán compatibles con los estándares EMC y aptos para aplicación en subestaciones eléctricas de extra alta tensión. Los controladores de bahía contarán con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funciones:

- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
- Despliegue de alarmas.
- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de proceso de la bahía.
- Control local (Nivel 1) de los equipos que forman parte de la bahía.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

Los equipos tendrán LEDs de anuncio de alarma configurables y contarán con puertos para la comunicación. Estos equipos también serán capaces de recibir una señal de sincronización horaria para hacer el 4 estampado de tiempo al momento de recibir un evento.

- **Controlador de los servicios auxiliares**

Estarán diseñados, probados y ampliamente utilizados en subestaciones de alta tensión. Permitirán la medida, supervisión y control de los servicios auxiliares del Proyecto y contarán con los mismos protocolos del controlador de bahía.

El controlador preparara y enviara la información asociada con los servicios auxiliares a la interfaz IHM y a los niveles superiores. Se integrara al sistema de control de las Subestaciones y se sincronizara con todos los dispositivos de las Subestaciones. El controlador de servicios auxiliares contara con un mímico amplio en LCD que permitirá las siguientes funcionalidades:

- Despliegue del diagrama mímico de la bahía que muestre la información del proceso.
- Despliegue de alarmas.
- Despliegue de eventos.
- Despliegue de medidas de proceso.
- Manejo de la posición del control de la bahía (Local / Remoto) mediante botones de función.
- Despliegue del estado de las tarjetas que forman parte del equipo.

• Switches

Los switches o concentradores de datos de la red de control, estarán adecuados para operar en ambientes industriales y cumplir sin limitarse a ello, cumpliendo con los siguientes requisitos:

- Cumplir con la norma IEEE 1613 *standard - "error free" networking device*.
- Cumplir con la norma IEC 61850-3 *standard for networks in substations*.
- Incluir con 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 60068-2-6 e IEC 60068-2-27.

Los switches contarán con el número de puertos suficientes para conectar todos los equipos de las redes, tanto los equipos de control, como los de protección y medida.

• Interfaz Nivel 2- Nivel 1

Para la interconexión de los equipos se utilizarán comunicaciones digitales, así:

La red local de comunicaciones para control y supervisión de las Subestaciones se conformara para que sea, inmune electromagnéticamente, que posea suficiente rigidez mecánica para ser tendido en la Subestación, con protección no metálica contra roedores, con chaqueta retardante a la llama, con conectores, marquillas, terminales, amarres y demás accesorios de conexión, según diseño detallado a del Transmisor. La red incluirá todos los transductores, convertidores, amplificadores y demás accesorios requeridos para la adecuada conexión y comunicación de todos los equipos distribuidos en la Subestación.

La comunicación de todos los equipos como controladores de bahía, IEDs, registradores de eventos con el controlador de la Subestación debe ser redundante y con autodiagnóstico en caso de interrupción de una cualquiera de las vías.

- **Equipos y Sistemas de Nivel 2**

Controlador de la Subestación

Es un computador industrial , de última tecnología , robusto, apto para las condiciones del sitio de instalación, programable, que adquiere toda la información para supervisión y control de la Subestación, proveniente de los dispositivos electrónicos inteligentes, la procesa, la evalúa, la combina de manera lógica, le etiqueta tiempos, la almacena y la entrega al CND de acuerdo con la programación realizada en ella y al sistema de supervisión de la Subestación o a otros IED's que dependen de ella. La información requerida para realizar la supervisión remota, se enviará por enlaces de comunicaciones.

Adicionalmente el controlador de la Subestación, debe centralizar información de los relés de protección, los registradores de fallas y los medidores multifuncionales, conformando la red de ingeniería de las Subestaciones, la cual debe permitir acceso local y remoto para interrogación, configuración y descarga de información de los relés, de los registradores de fallas y los medidores 31 multifuncionales. Se suministrara todos los equipos, accesorios, programas y bases de datos requeridos para implementar un sistema de gestión de protecciones y registradores de fallas para la Subestación.

Registradores de fallas

Los registradores de falla se programaran 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 42 CREG025 de 1995.

Interfaz hombre - máquina IHM de la Subestación

El sistema de supervisión local efectuara el monitoreo y control del proceso a través de una IHM conformada básicamente por computadores industriales y software tipo SCADA. Las pantallas de IHM deben ser suficientemente amplias para mostrar la información del proceso.

2.1.5.4 Maquinaria y equipo a usar

Se estima el uso de la siguiente maquinaria y equipo para la construcción del proyecto (Tabla 2.8):

Tabla 2.8 Maquinaria y equipo estimado a utilizar para la construcción del proyecto

ACTIVIDAD	MAQUINARIA - EQUIPO
Replanteo del Trazado de la Línea	Estación total y equipo de topografía
	Herramienta menor
Adecuación de la zona de cada torre	Herramienta menor, motosierra y estacas
Construcción de cimentaciones para torres	Vibradores de gasolina, formaletas metálicas y herramienta menor
Montaje de Torres	Malacate motorizado, pluma y herramienta menor
Riega, tendido y regulado de conductores y cables de guarda	Equipo de topografía, equipo de tendido: malacate y freno; equipos de comunicación

2.1.5.5 Infraestructura y servicios interceptados

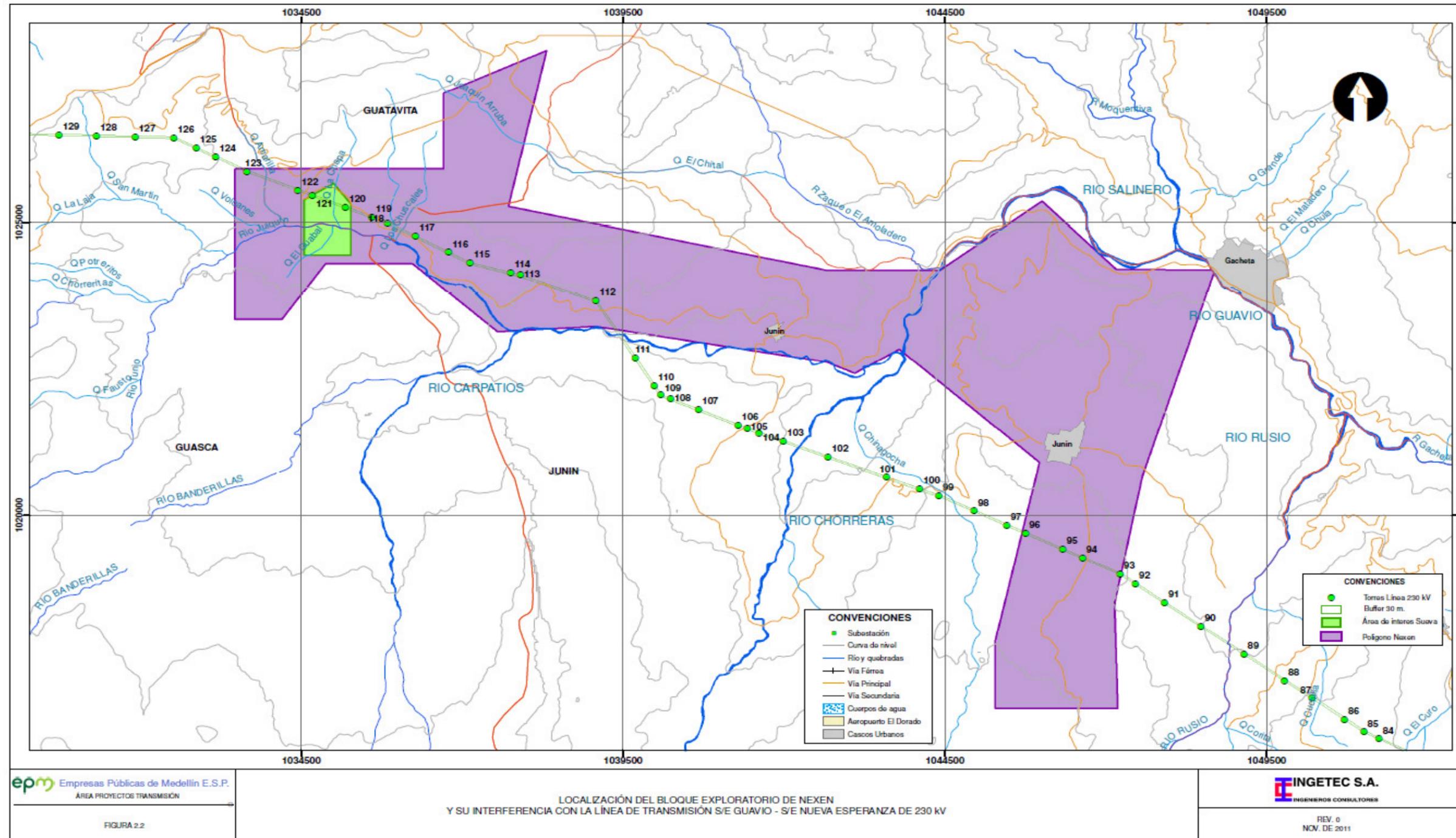
- **Interferencia con el proyecto exploratorio de hidrocarburos Bloque Exploratorio Sueva**

La sociedad Nexen Petroleum Colombia Limited está realizando actualmente el Proyecto Bloque Exploratorio Sueva, localizado en los municipios de Cáqueza, Chipaque, Choachí, Fámeque, La Calera, Ubaté, Gachetá, Gama, Guasca, Guatavita, Junín, Machetá, Manta, Tibirita y Bogotá D.C. en el departamento de Cundinamarca.

El Proyecto Bloque Exploratorio Sueva, está conformado, entre otros, por el área de exploración Bloque Sueva Sector Norte, la cual está ubicada en jurisdicción de los municipios de Guatavita, Guasca y Junín en el departamento de Cundinamarca, esta parte del proyecto Nexen se traslapa con algunos tramos del corredor previsto para la línea de transmisión 230 kV del proyecto Nueva Esperanza. El objeto del proyecto es hacer la evaluación del potencial de hidrocarburos en las formaciones del Cretáceo superior e inferior presentes en el área de interés, la cual abarca un área aproximada de 96 106 ha, divididas en dos polígonos denominados: Polígono Oriental y Polígono Occidental. En la Figura 2.4 se muestra la ubicación y traslape de estas áreas con respecto al corredor de la línea 230 kV.

A la fecha, la sociedad Nexen Petroleum Colombia Limited consultó ante el MAVDT su pronunciamiento con respecto a la necesidad de presentar o no Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto en mención, a lo cual dicho despacho respondió negativamente, remitiéndolos a continuar con la presentación del EIA con base en los términos de referencia de HI-TER-1-02 para proyectos de perforación exploratoria de hidrocarburos.

Figura 2.4 Localización del bloque exploratorio de Nexen y su interferencia con la línea de transmisión S/E Guavio – S/E Nueva Esperanza de 230 kV



- **Interferencia con líneas de transmisión y distribución existentes en la zona**

De acuerdo con la información del levantamiento topográfico de la línea de transmisión de 230 kV, se evidenciaron 243 cruces con otras líneas que en su mayoría son de baja tensión; no se cuenta con el detalle de la información para establecer la tensión de cada línea. En la Tabla 2.9, se muestra el sitio de cruce con esta infraestructura y la información del tipo de línea.

Tabla 2.9 Cruce de la línea a 230 kV con otros circuitos existentes en su trazado

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea media tensión	9,58	0+039
Línea baja tensión	7,40	0+520
Línea baja tensión	20,02	1+008
Línea 115 kV	50,30	2+002
Línea 115 kV	45,16	7+108
Línea media tensión	31,45	14+064
Línea baja tensión	9,97	14+149
Línea media tensión	21,83	14+680
Línea baja tensión	6,81	14+736
Línea media tensión	9,37	14+786
Línea baja tensión	8,16	16+096
Línea baja tensión	11,01	16+335
Línea media tensión	11,55	16+484
Línea baja tensión	17,18	16+739
Línea media tensión	26,20	16+756
Línea media tensión	13,63	16+968
Línea baja tensión	9,00	20+085
Línea baja tensión	22,82	20+293
Línea baja tensión	7,26	20+332
Línea baja tensión	15,50	20+590
Línea baja tensión	26,84	20+624
Línea baja tensión	26,84	20+683
Línea baja tensión	11,50	21+534
Línea baja tensión	8,48	21+678
Línea baja tensión	11,80	21+754
Línea baja tensión	13,92	22+078
Línea media tensión	36,94	22+208
Línea baja tensión	10,47	22+431

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	12,00	50+252
Línea media tensión	25,00	50+715
Línea media tensión	60,00	50+969
Línea baja tensión	12,00	51+614
Línea baja tensión	12,00	51+655
Línea baja tensión	12,00	51+721
Línea baja tensión	12,00	51+818
Línea media tensión	25,00	51+914
Línea media tensión	14,00	51+978
Línea baja tensión	12,00	51+986
Línea media tensión	16,00	51+999
Línea baja tensión	12,00	52+045
Línea baja tensión	12,00	52+099
Línea baja tensión	12,00	52+151
Línea baja tensión	12,00	52+209
Línea baja tensión	12,00	52+577
Línea baja tensión	12,00	52+953
Línea media tensión	12,00	53+253
Línea media tensión	26,00	53+833
Línea media tensión	26,00	53+854
Línea baja tensión	12,00	54+226
Línea baja tensión	12,00	54+271
Línea baja tensión	12,00	54+757
Línea baja tensión	12,00	65+506
Línea media tensión	16,00	65+768
Línea media tensión	16,00	66+775
Línea media tensión	16,00	66+779
Línea baja tensión	12,00	67+148

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	8,32	24+269
Línea baja tensión	8,32	24+334
Línea baja tensión	14,00	24+488
Línea media tensión	23,82	24+587
Línea baja tensión	28,46	26+121
Línea media tensión	6,10	26+282
Línea baja tensión	6,10	26+361
Línea media tensión	20,78	26+423
Línea baja tensión	24,59	28+462
Línea media tensión	23,77	28+772
Línea media tensión	23,80	29+705
Línea media tensión	9,69	32+488
Línea baja tensión	8,04	32+917
Línea baja tensión	4,77	32+923
Línea media tensión	16,04	34+452
Línea media tensión	14,65	34+504
Línea media tensión	14,18	34+656
Línea baja tensión	5,01	34+703
Línea baja tensión	6,11	34+719
Línea media tensión	7,71	36+706
Línea baja tensión	21,10	36+876
Línea media tensión	15,11	37+029
Línea media tensión	9,50	37+464
Línea baja tensión	9,25	38+617
Línea baja tensión	8,78	38+777
Línea baja tensión	29,39	39+806
Línea media tensión	11,53	40+768
Línea baja tensión	9,27	41+593
Línea media tensión	8,73	41+616
Línea media tensión	17,15	42+068
Línea media tensión	6,29	42+686
Línea media tensión	10,93	42+745
Línea media tensión	21,32	43+096
Línea baja tensión	6,44	43+555
Línea baja tensión	8,52	43+621
Línea media tensión	16,17	43+670
Línea baja tensión	7,75	43+813

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea media tensión	16,00	67+495
Línea baja tensión	12,00	67+505
Línea media tensión	16,00	67+648
Línea baja tensión	12,00	67+782
Línea baja tensión	12,00	68+432
Línea baja tensión	12,00	68+471
Línea baja tensión	12,00	70+036
Línea media tensión	16,00	70+069
Línea media tensión	16,00	70+220
Línea baja tensión	12,00	70+823
Línea baja tensión	12,00	70+826
Línea media tensión	16,00	71+109
Línea media tensión	20,00	71+328
Línea media tensión	20,00	71+335
Línea baja tensión	12,00	72+506
Línea baja tensión	14,00	74+547
Línea media tensión	16,00	75+163
Línea baja tensión	12,00	75+184
Línea media tensión	20,00	76+280
Línea media tensión	16,00	76+307
Línea baja tensión	12,00	76+316
Línea baja tensión	12,00	76+710
Línea media tensión	15,00	77+242
Línea media tensión	15,00	77+264
Línea baja tensión	12,00	77+312
Línea media tensión	16,00	77+394
Línea baja tensión	12,00	77+440
Línea media tensión	16,00	77+724
Línea media tensión	14,00	77+977
Línea baja tensión	12,00	78+295
Línea media tensión	16,00	78+367
Línea baja tensión	12,00	80+995
Línea media tensión	16,00	81+344
Línea baja tensión	16,00	82+739
Línea baja tensión	12,00	84+458
Línea baja tensión	12,00	85+312
Línea baja tensión	12,00	85+916

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	6,34	44+012
Línea baja tensión	7,40	45+228
Línea baja tensión	8,12	45+233
Línea baja tensión	3,77	45+240
Línea media tensión	10,07	45+349
Línea baja tensión	9,31	46+314
Línea baja tensión	9,20	46+575
Línea media tensión	6,17	46+889
Línea baja tensión	7,70	47+021
Línea media tensión	9,31	47+138
Línea media tensión	11,59	47+284
Línea baja tensión	9,11	47+339
Línea baja tensión	4,70	47+487
Línea baja tensión	6,09	47+856
Línea media tensión	26,56	48+211
Línea baja tensión	7,73	48+215
Línea baja tensión	12,00	48+655
Línea baja tensión	15,00	48+898
Línea baja tensión	15,00	48+908
Línea baja tensión	19,00	49+211
Línea baja tensión	19,00	49+217
Línea baja tensión	11,40	49+645
Línea media tensión	25,00	49+702
Línea media tensión	25,00	49+717

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea media tensión	16,00	85+940
Línea baja tensión	12,00	90+491
Línea media tensión	16,00	90+498
Línea baja tensión	12,00	91+520
Línea baja tensión	12,00	94+702
Línea media tensión	12,00	94+712
Línea baja tensión	12,00	94+790
Línea baja tensión	12,00	96+575
Línea baja tensión	12,00	97+278
Línea media tensión	12,00	97+397
Línea media tensión	12,00	97+455
Línea baja tensión	12,00	97+990
Línea media tensión	12,00	98+256
Línea baja tensión	12,00	98+602
Línea baja tensión	12,00	98+607
Línea baja tensión	12,00	98+615
Línea baja tensión	12,00	98+624
Línea baja tensión	12,00	98+839
Línea baja tensión	12,00	99+631

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea media tensión	16,00	101+453
Línea baja tensión	12,00	101+541
Línea baja tensión	12,00	101+574
Línea baja tensión	12,00	105+515
Línea media tensión	16,00	105+562
Línea baja tensión	12,00	105+573
Línea baja tensión	12,00	105+583
Línea baja tensión	12,00	105+598

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	12,00	114+040
Línea media tensión	16,00	114+341
Línea baja tensión	12,00	114+659
Línea baja tensión	12,00	114+692
Línea baja tensión	12,00	114+863
Línea baja tensión	12,00	115+546
Línea baja tensión	12,00	115+585
Línea media tensión	16,00	116+023

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	12,00	105+616
Línea media tensión	16,00	105+663
Línea media tensión	16,00	105+942
Línea media tensión	16,00	105+944
Línea baja tensión	12,00	105+967
Línea baja tensión	12,00	106+788
Línea media tensión	16,00	107+096
Línea baja tensión	12,00	107+139
Línea baja tensión	12,00	107+197
Línea baja tensión	12,00	107+295
Línea baja tensión	12,00	107+899
Línea baja tensión	12,00	107+945
Línea baja tensión	12,00	107+969
Línea media tensión	16,00	108+047
Línea baja tensión	12,00	109+099
Línea baja tensión	12,00	109+229
Línea baja tensión	12,00	109+682
Línea baja tensión	12,00	109+704
Línea baja tensión	12,00	109+803
Línea baja tensión	12,00	109+917
Línea media tensión	16,00	109+973
Línea baja tensión	12,00	110+711
Línea baja tensión	12,00	110+742
Línea baja tensión	20,00	112+531
Línea media tensión	25,00	112+664
Línea baja tensión	20,00	112+776
Línea 115 kV	30,00	113+240
Línea baja tensión	12,00	113+904
Línea baja tensión	12,00	113+932.
Línea baja tensión	12,00	113+959

TIPO	ALTURA CABLE MÁS ALTO (m)	ABSCISA
Línea baja tensión	12,00	116+436
Línea baja tensión	12,00	116+771
Línea media tensión	16,00	117+545
Línea baja tensión	12,00	117+886
Línea baja tensión	12,00	118+021
Línea baja tensión	12,00	119+098
Línea baja tensión	12,00	119+138
Línea baja tensión	12,00	119+231
Línea 230 kV	38,39	120+322
Línea 230 kV	31,65	120+340
Línea baja tensión	12,00	120+745
Línea baja tensión	12,00	122+486
Línea media tensión	20,00	124+025
Línea baja tensión	14,00	124+519
Línea baja tensión	16,00	139+105
Línea baja tensión	15,00	139+188
Línea baja tensión	12,00	140+067
Línea 115 kV Codensa	36,77	141+213
Línea 115 kV Codensa	37,00	141+223
Línea baja tensión	14,00	142+759
Línea baja tensión	14,00	142+787
Línea 115 kV	14,00	142+935
Línea 115 kV	14,00	142+941
Línea media tensión	20,00	145+152

Se aclara que las líneas de tensión media y baja corresponden a 11,4, 13,8 o 34,5 kV mientras que las de alta tensión corresponden a 115 o 230 kV.

- **Cruces con vías existentes**

La línea de transmisión a 230 kV, presenta los cruces con la red vial nacional de orden primario y secundario que a continuación se relacionan (Tabla 2.10, Tabla 2.11 y Tabla 2.12):

Tabla 2.10 Cruces de la línea a 230 kV con carretera de primer orden

Descripción	Concesión	Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Chipaque	INVIAS	984 350	1 003 015	984 341	1 003 004
Bogotá - Villavicencio		984 260	1 002 904	984 243	1 002 883
autopista sur		994 766	981 861	994 783	981 826

Tabla 2.11 Cruces de la línea a 230 kV con carretera de segundo orden

Descripción	Departamento	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Bogotá - Gachetá	CUNDINAMARCA	1023788	1038817	1023806	1038806
Bogotá - Gachetá		1024239	1037990	1024249	1037964
Bogotá - Gachetá		1024819	1036381	1024822	1036374
Guatavita		1025784	1034270	1025787	1034263
Guatavita		1025822	1034175	1025825	1034168
Bogotá - Gachetá		1026826	1029667	1026827	1029651
Bogotá - Gachetá		1026830	1029513	1026830	1029504
Bogotá - Choachí		995110	1016107	995099	1016104
Bogotá - veredas de Usme		985038	994144	985043	994138
Vereda de Pasquilla - Ciudad Bolívar		986534	991832	986536	991825
Alicachín - Mondoñedo		995927	979852	995937	979837

Tabla 2.12 Cruces de la línea a 230 kV con vías de tercer Orden

Descripción	Departamento / Municipio	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Mámbita - Boca de Monte	CUNDINAMARCA	1015300,3	1080515,9	1015292,9	1080515,2
Carretera de tercer orden		1014650,4	1080041,8	1014645,2	1080037,2
Carretera de tercer orden		1012972,4	1076593	1012969,2	1076586,4
Carretera de tercer orden		1012872,2	1076374,5	1012870,7	1076367,5

Descripción	Departamento / Municipio	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Carretera de tercer orden		1012594,4	1075075,5	1012593,2	1075069,5
Palomas - Mámbita		1011748,5	1072170	1011738,1	1072138,9
Palomas – Sinaí		1010207,2	1067294,9	1010205,9	1067292,3
Carretera de tercer orden		1009758,4	1066387,4	1009757,6	1066383,8
Carretera de tercer orden		1009513,6	1065204,5	1009512,7	1065200,1
Carretera de tercer orden		1008630,1	1063676,8	1008627,5	1063672,1
Carretera de tercer orden		1008484,3	1061746,9	1008484,8	1061742,3
Carretera de tercer orden		1008608,9	1060611,1	1008609,9	1060601,9
Guarumal - San Roque		1008697,3	1060194,8	1008702,6	1060174,6
Carretera de tercer orden		1010237,2	1056211,4	1010239,7	1056206,7
San Roque		1010372	1056121,4	1010377,8	1056119,2
Carretera de tercer orden		1010485,5	1056078,7	1010490,1	1056077
Carretera de tercer orden		1010837,5	1055946,3	1010842,1	1055944,6
Carretera de tercer orden		1015768	1052340,6	1015769,9	1052336,8
Carretera de tercer orden		1016094,8	1051683,5	1016097,1	1051678,9
Carretera de tercer orden		1016129,8	1051613,1	1016131,5	1051609,7
Carretera de tercer orden		1016171,7	1051528,9	1016174	1051524,3
Carretera de tercer orden		1016623,7	1050623,8	1016625,1	1050621,7
Carretera de tercer orden		1017162,6	1049865,8	1017164,8	1049862,6
Carretera de tercer orden		1017182,3	1049838,1	1017184,7	1049834,7
Carretera de tercer orden		1017223,9	1049779,6	1017226	1049776,6
Carretera de tercer orden		1017582,8	1049274,7	1017584,7	1049272,1
Carretera de tercer orden		1019535,2	1046372	1019537,2	1046367,9
Carretera de tercer orden		1019907,9	1045586,5	1019909	1045584,2
Carretera de tercer orden		1020156,5	1045062,6	1020157,7	1045060
Carretera de tercer orden		1020361,1	1044631,4	1020363,9	1044625,5
Carretera de tercer orden		1020370,2	1044612,3	1020378,4	1044595,1
Carretera de tercer orden		1020644	1044039,2	1020645,3	1044036,6
Carretera de tercer orden		1020755,4	1043752,3	1020761,4	1043736,8
Carretera de tercer orden		1021215,2	1042555,4	1021217	1042550,8
San francisco – Junín		1021811,2	1041008,7	1021813,8	1041002,6
Guatavita		1025668	1034560	1025670	1034555
Carretera de tercer orden		1025996	1026397	1025989	1026375
Carretera de tercer orden		1025658	1025352	1025655	1025344
Carretera de tercer orden		1025450	1024771	1025447	1024768
Carretera de tercer orden		1024498	1024200	1024495	1024199

Descripción	Departamento / Municipio	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Carretera de tercer orden		1023833	1023802	1023830	1023800
Carretera de tercer orden		1023538	1023625	1023536	1023623
Carretera de tercer orden		1023207	1023426	1023200	1023422
Carretera de tercer orden		1022170	1022804	1022166	1022802
Carretera de tercer orden		1020803	1021985	1020799	1021983
Carretera de tercer orden		1020646	1021891	1020635	1021885
Carretera de tercer orden		1020288	1021657	1020283	1021653
Carretera de tercer orden		1019278	1020977	1019275	1020975
Carretera de tercer orden		1018368	1020365	1018361	1020360
Carretera de tercer orden		1017492	1019849	1017488	1019847
Carretera de tercer orden		1016751	1019506	1016747	1019504
Carretera de tercer orden		1016477	1019391	1016472	1019389
Vereda Buenos Aires	GUASCA	1016172	1019263	1016168	1019262
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1015594	1019022	1015585	1019018
Vereda Buenos Aires	GUASCA	1015518	1018990	1015494	1018980
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1015389	1018934	1015378	1018931
Carretera de tercer orden		1015270	1018885	1015228	1018868
Vereda Buenos Aires	GUASCA	1014525	1018574	1014520	1018572
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1014406	1018524	1014403	1018523
Vereda Quisquiza	CHOACHI	1013711	1018281	1013708	1018280
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1013585	1018239	1013581	1018237
Carretera de tercer orden		1012647	1017920	1012644	1017919
Carretera de tercer orden		1010985	1018023	1010980	1018024
Carretera de tercer orden		1009402	1018275	1009389	1018277
Vereda Quisquiza	CHOACHI	1008925	1018354	1008888	1018357
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1008280	1018453	1008279	1018453
Vereda Quisquiza	CHOACHI	1008100	1018482	1008095	1018482
Vereda Quisquiza	CHOACHI	1007587	1018485	1007582	1018485
Vereda Quisquiza	CHOACHI	1007571	1018484	1007566	1018484
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	1006197	1018436	1006189	1018435
Carretera de tercer orden		1004827	1018155	1004823	1018154
Vereda Tunjaque	CHOACHI	1001670	1017497	1001664	1017496
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	999143	1017026	999140	1017024
Carretera de tercer orden		999018	1016966	999015	1016964
Carretera de tercer orden		998356	1016649	998349	1016646

Descripción	Departamento / Municipio	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Carretera de tercer orden		997682	1016513	997678	1016512
Carretera de tercer orden		997254	1016478	997250	1016478
Carretera de tercer orden		994469	1015931	994465	1015930
Carretera de tercer orden		993708	1015691	993703	1015690
Carretera de tercer orden		993258	1015542	993252	1015540
Carretera de tercer orden		992535	1015298	992528	1015294
Carretera de tercer orden		992300	1015196	992296	1015194
Carretera de tercer orden		992233	1015163	992230	1015161
Carretera de tercer orden		992033	1015050	992030	1015048
Carretera de tercer orden		991299	1014633	991291	1014628
Carretera de tercer orden		989832	1011799	989831	1011795
Carretera de tercer orden		989806	1011490	989807	1011483
Carretera de tercer orden		989747	1010761	989747	1010757
Carretera de tercer orden		989737	1010631	989737	1010627
Carretera de tercer orden		989319	1009775	989314	1009767
Carretera de tercer orden		988763	1009149	988753	1009139
Carretera de tercer orden		987733	1007994	987730	1007991
Carretera de tercer orden		987652	1007860	987650	1007857
Carretera de tercer orden		987465	1007512	987461	1007505
S/I		987144	1006911	987141	1006907
S/I		986541	1005785	986539	1005782
Carretera de tercer orden		985362	1004295	985360	1004293
Carretera de tercer orden		985017	1003851	985015	1003848
Carretera de tercer orden		983239	1001632	983235	1001628
S/I		982883	1001067	982880	1001063
40 Chipaque	INVIAS-TERRITORIAL CUNDINAMARCA	982346	999951	982343	999945
Bogotá Chipaque - Une	CUNDINAMARCA	982235	999719	982232	999714
Bogotá Chipaque - Une		982141	999565	982138	999561
Carretera de tercer orden		983281	996799	983283	996796
Carretera de tercer orden		984320	995221	984323	995216
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	985335	993740	985338	993737
Carretera de tercer orden		987544	989308	987546	989303
Carretera de tercer orden		988487	986779	988490	986771
Carretera de tercer orden		990348	984571	990352	984568

Descripción	Departamento / Municipio	Coordenadas			
		Inicio		Final	
		Norte	Este	Norte	Este
Carretera de tercer orden	SIBATE	990543	984411	990575	984386
Ramal Chaqua san Eugenio-Sibaté		990659	984337	990673	984306
Carretera de tercer orden	CUNDINAMARCA	990771	984225	990774	984222
Carretera de tercer orden		991721	983632	991730	983627
Carretera de tercer orden		992513	983250	992525	983242

- **Cruces con cuerpos de agua**

La línea de transmisión a 230 kV, presenta cruces con los cuerpos de agua que se relacionan a continuación en la Tabla 2.13:

Tabla 2.13 Relación de cuerpos de agua cruzados por la línea de transmisión de 230 kV

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN1	4+464
Quebrada NN2	4+485
Quebrada NN3	4+638
Quebrada NN4	4+847
Quebrada NN5	5+040
Quebrada NN6	5+885
Quebrada NN7	7+536
Quebrada NN8	9+361
Quebrada NN9	10+565
Quebrada NN10	10+880
Quebrada NN11	11+156
Quebrada NN12	11+399
Quebrada NN13	12+189
Quebrada NN14	14+987
Quebrada Moncobito	20+949
Quebrada NN15	25+083
Quebrada NN16	27+246
Quebrada NN17	29+212
Quebrada NN18	30+327
Quebrada NN19	30+339
Quebrada NN20	31+333
Quebrada NN21	32+067

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN50	53+626
Quebrada NN51	53+758
Quebrada NN52	53+864
Quebrada NN53	53+906
Quebrada NN54	54+112
Quebrada NN55	54+269
Quebrada NN56	54+663
Quebrada NN57	55+330
Quebrada NN58	55+407
Quebrada NN59	55+417
Quebrada NN60	55+461
Quebrada NN61	61+692
Quebrada NN62	61+702
Quebrada NN63	61+879
Quebrada NN64	61+895
Quebrada NN65	62+044
Quebrada NN66	64+574
Quebrada NN67	64+601
Quebrada NN68	64+889
Quebrada NN69	67+498
Quebrada NN70	68+260
Quebrada NN71	70+956

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN22	32+948
Quebrada NN23	34+674
Quebrada NN24	34+898
Quebrada NN25	36+483
Quebrada NN26	37+733
Quebrada NN27	38+185
Quebrada NN28	38+215
Quebrada NN29	38+925
Quebrada NN30	43+136
Quebrada NN31	45+739
Quebrada NN32	45+763
Quebrada NN33	46+932
Quebrada NN34	48+778
Quebrada NN35	48+860
Quebrada NN36	48+940
Quebrada NN37	49+285
Quebrada NN38	49+299
Quebrada NN39	49+639
Quebrada NN40	50+255
Quebrada NN41	51+588
Quebrada NN42	51+842
Quebrada NN43	52+051
Quebrada NN44	52+467
Quebrada NN45	52+526
Quebrada NN46	52+688
Quebrada NN47	52+740
Quebrada NN48	52+843
Quebrada NN49	53+168

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN72	71+078
Quebrada NN73	74+213
Quebrada NN74	74+367
Quebrada NN75	74+542
Quebrada NN76	74+547
Quebrada NN77	77+207
Quebrada NN78	80+331
Quebrada NN79	80+652
Quebrada NN80	81+243
Quebrada NN81	81+341
Quebrada NN82	81+602
Quebrada NN83	82+061
Quebrada NN84	82+121
Quebrada NN85	82+152
Quebrada NN86	82+428
Quebrada NN87	82+804
Quebrada NN88	83+166
Quebrada NN89	83+227
Quebrada NN90	83+341
Quebrada NN91	83+385
Quebrada NN92	83+492
Quebrada NN93	83+561
Quebrada NN94	83+590
Quebrada NN95	83+775
Quebrada NN96	83+798
Quebrada NN97	83+975
Quebrada NN98	84+471
Quebrada NN99	84+625

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN100	84+660
Quebrada NN101	84+677
Quebrada NN102	85+038
Quebrada NN103	85+049
Quebrada NN104	86+978
Quebrada NN105	86+983

CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN124	105+224
Quebrada NN125	106+022
Quebrada NN126	107+460
Quebrada NN127	110+065
Quebrada NN128	110+274
Quebrada NN129	110+425

CUERPO DE AGUA	ABSCISA	CUERPO DE AGUA	ABSCISA
Quebrada NN106	87+037	Quebrada NN130	111+641
Quebrada NN107	87+054	Quebrada NN131	114+184
Quebrada NN108	87+613	Quebrada NN132	114+932
Quebrada NN109	88+304	Quebrada NN133	115+608
Quebrada NN110	88+394	Quebrada NN134	115+649
Quebrada NN111	88+854	Quebrada NN135	115+831
Quebrada NN112	89+833	Quebrada NN136	116+010
Quebrada NN113	91+760	Quebrada NN137	116+224
Quebrada NN114	93+539	Quebrada NN138	116+637
Quebrada NN115	93+551	Quebrada NN139	116+957
Quebrada NN116	97+723	Quebrada NN140	117+241
Quebrada NN117	98+772	Quebrada NN141	117+911
Quebrada NN118	99+626	Quebrada NN142	118+117
Quebrada NN119	101+279	Quebrada NN143	119+349
Quebrada NN120	101+392	Quebrada NN144	120+565
Quebrada NN121	101+496	Quebrada NN145	141+978
Quebrada NN122	103+859	Río Bogotá	144+438
Quebrada NN123	104+445	Quebrada NN146	145+032

2.1.6 Descripción de los accesos a los sitios de obras y a torres

Los accesos a los diferentes frentes de trabajo para la construcción de la línea a 230 kV se caracterizan por su adecuado estado principalmente en los tercios bajo y medio de la misma, cuyos accesos se describen a continuación:

2.1.6.1 Tercio bajo

- Soacha: desde la Autopista Sur saliendo por Bogotá por el suroccidente; se toma la vía nacional a San Antonio de Tequendama para llegar a la S/E Nueva Esperanza en proximidades del corregimiento Charquito de Soacha.
- Chipaque: acceso por vía principal nacional por la vía al llano.
- Ubaque: acceso por vía secundaria desde Chipaque o por la vía que conduce desde el sector oriental de Bogotá, pasando por Choachí y tomando la variante a Fómeque hasta llegar a Ubaque.

2.1.6.2 Tercio medio

- Choachí: desde vía secundaria nacional que sale desde el oriente de Bogotá.

- La Calera: desde vía secundaria nacional que sale desde el sector nororiental de Bogotá (carrera 7a) y desde aquí hacia los sitios de construcción de las torres por vías veredales las cuales se encuentran en condiciones aceptables de transitabilidad.
- Guasca: desde la vía que viene desde La Calera y conduce a Sopó, a la altura de la vereda Salitre se toma el desvío por vía terciaria

2.1.6.3 Tercio alto

Para el tercio alto de la línea de transmisión, los accesos vehiculares son reducidos y para acceder a los sitios de torres de debe emplear vías terciarias y en algunos sectores, trochas en las cuales se utilizará transporte de tracción animal para el ingreso de personal y del material necesario en la construcción.

- Junín: su acceso proviene de la vía secundaria que conduce desde Guasca a Gacheta y a la altura de la vereda San Roque se toma al sur la vía veredal a Junín.
- Gama: su acceso proviene de la vía secundaria que conduce desde Guasca - Gacheta - Ubalá y a la altura del sector La Pausa se toma la vía veredal a Gama.
- Gachalá: su acceso se realiza desde la vía secundaria Guasca - Gacheta - Gama en la vía que conduce al embalse de Guavio.
- Mámbita: este corregimiento del municipio de Ubalá no tiene conexión por ningún tipo de vía con los municipios de Gama o Gachalá; para acceder a la S/E Guavio y a los primeros kilómetros de esta línea de transmisión, se debe tomar la Autopista Norte desde Bogotá y en el desvío por vía secundaria al Valle de Tenza se debe llegar al municipio de Guateque; desde este punto se toma hacia el oriente por la vía que conduce al municipio de Santamaría pasando por el embalse de Chivor; desde Santamaría se toma la vía terciaria que conduce al corregimiento de Mámbita.

En el Anexo 2.5 se muestran los esquemas de los accesos o vías de acceso a cada una de las torres de la línea 230 kV.

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

Por la naturaleza del proyecto, la línea 230 kV no se encuentran dentro de zonas o perímetros urbanos de los municipios de Ubalá, Gachalá, Junín, Guasca, La Calera, Choachí, Ubaque, Chipaque, Sibaté o Soacha; la subestación Nueva Esperanza se encuentra en la zona rural del municipio de Soacha en la vereda Canoas.

2.1.8 **Requerimientos de uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables**

2.1.8.1 Consumo de agua potable

Para la construcción del proyecto no se requerirá del uso de fuentes hídricas superficiales y subterráneas. El agua potable para el proyecto se suministrará por medio de botellones

de 20L para los frentes de obra de la línea, las reconfiguraciones y en la subestación Nueva Esperanza.

Los consumos estimados durante la construcción son:

Línea de transmisión: 750 m³

Reconfiguración líneas Paraíso – Nueva Esperanza, Nueva Esperanza – Circo y Nueva Esperanza – San Mateo: 50 m³

Subestación Nueva Esperanza: 35 m³

El agua para uso industrial requerida para la preparación de concreto necesario para la fundición de la cimentación de las torres de retención, será adquirida y transportada en bidones desde los acueductos municipales o veredales más cercanos a los frentes de obra.

En la construcción de la subestación Nueva Esperanza, el concreto necesario para fundaciones, tanques, edificaciones, cárcamos será suministrado en mixers por lo que no se requiere el aprovechamiento de ningún cuerpo superficial para su preparación; no obstante, para obras menores que requieran concreto tales como la fundación del cerramiento, éste será preparado in situ con trompos y el agua necesaria será traída en bidones y en ningún momento se podrá tomar de los cuerpos cercanos al sitio de obra.

Durante la fase de operación de la subestación Nueva Esperanza, el consumo máximo será de 0,06 l/s para lo cual se empleará el suministro en carro tanque de agua potable que se almacenará en un tanque de 8,0 m³ de capacidad.

2.1.8.2 Manejo de excretas

Para el manejo de excretas, se ha tenido en cuenta como criterio la facilidad en el acceso a los diferentes frentes de trabajo; para los frentes de trabajo asociados a los tercios alto, medio y bajo de la línea de transmisión de 230 kV que tienen como centros de construcción los municipios de Gachalá, La Calera y Soacha, y el sitio de construcción de la S/E Nueva Esperanza se utilizarán baterías portátiles sanitarias a las cuales se les realizarán mantenimiento mediante dos succiones semanales con equipos manuales.

Durante la operación de la S/E, se tendrá un sistema conformado por tanque séptico, filtro anaerobio y filtro de grava para alcanzar remociones de SST y DBO₅ superiores al 80% tal como lo establece el Decreto 1594/1984 del MinAgricultura.

Dado que en la zona de la S/E existen niveles freáticos altos, la alternativa del filtro de grava es la más viable puesto que el suelo no tiene la capacidad para drenar el efluente del filtro anaerobio; además, dicho filtro se aísla del medio cercano con una geomembrana HDPE de 40 mils.

2.1.8.3 Ocupación de cauces

La ocupación de cauce, está relacionada con aquellos cuerpos de agua que se intervendrán por la construcción de alcantarillas, cunetas y rondas de coronación necesarias para la adecuación de la vía de acceso a la S/E Nueva Esperanza (5 Km de longitud). El detalle de las obras civiles a ejecutar a lo largo de la vía se describen en el Capítulo 4 y se muestran en el anexo 2.1.

2.1.8.4 Aprovechamiento forestal

Para el cálculo del aprovechamiento forestal en el área de servidumbre de la línea a 230 kV y de las líneas de reconfiguración, se tuvieron en cuenta las cuatro coberturas vegetales principales, en las cuales se realizaron muestreos para determinar los volúmenes de madera y biomasa aprovechables.

Se han estimado los volúmenes de madera total y comercial, donde para el último caso se considera la altura comercial de los árboles, la cual se emplea en los cálculos requeridos para el permiso de aprovechamiento forestal (Tabla 2.14).

Tabla 2.14 Resumen de volúmenes a afectar por establecimiento de la servidumbre de la línea a 230 kV, la reconfiguración y la vía de entrada a la subestación Nueva Esperanza

LINEA DE TRASMISION 230 kV										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa total cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
Bosque Natural Fragmentado (BNF)	Bosque húmedo montano bajo	BNF - bhMB	0,29	9,59	52,25	14,96	28,70	8,22	67201,62	19242,16
	Bosque húmedo premontano	BNF - bhPM	0,05	8,83	57,6	2,65	28,77	1,33	64854,80	2987,39
	Bosque muy húmedo montano	BNF - bmhM	1,87	14,81	67,22	125,88	28,62	53,60	6779,21	12695,48
	Bosque muy húmedo montano bajo	BNF - bmhMB	0,16	13,5	297,82	49,07	181,05	29,83	275400,46	45375,68
	*Bosque muy húmedo premontano	* BNF - bmh PM	0,03	11,51	416,07	12,84	218,35	6,74	204337,86	6307,71
	Bosque pluvial montano	BNF - bpM	0,52	11,51	416,07	215,19	218,35	112,93	204337,86	105683,88
	Bosque pluvial montano bajo	BNF - bpMB	2,11	13,17	254,83	538,12	136,29	287,80	224310,52	473675,15
	Bosque pluvial premontano	BNF - bpPM	0,96	13,32	180,26	172,49	113,77	108,86	112928,55	108060,75
	Bosque seco montano bajo	BNF - bsMB	1,03	14,48	77,56	79,91	32,68	33,67	93351,37	96176,74
Total BNF			7,02		1819,68	1211,12	986,59	642,98	1253502,25	870204,94
Arbustos y Matorrales	Bosque	AM - bhM	2,634	13,88	39,56	104,19	12,42	32,72	42676,39	112393,61

LINEA DE TRASMISION 230 kV										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa total cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
(AM)	húmedo montano									
	*Bosque húmedo montano bajo	* AM - bh MB	2,190	6,05	58,21	127,50	21,97	48,12	79062,43	173168,20
	Bosque muy húmedo montano	AM - bmhM	1,865	6,05	58,21	108,59	21,97	40,98	79062,43	147484,38
	Bosque muy húmedo montano bajo	AM - bmhMB	1,206	6,39	167,38	201,93	75,49	91,07	158505,23	191223,06
	*Bosque muy húmedo premontano	* AM - bmh PM	0,044	6,39	167,38	7,43	75,49	3,35	158505,23	7036,27
	Bosque pluvial montano bajo	AM - bpMB	1,007	14,96	23,98	24,15	11,22	11,30	38849,44	39118,59
	Bosque pluvial premontano	AM - bpPM	0,193	13,23	50,17	9,71	25,35	4,91	27496,26	5319,94
	Bosque seco montano bajo	AM - bsMB	4,068	12,46	54,9	223,32	26,44	107,56	79277,25	322475,08
Total AM			13,21		619,79	806,80	270,36	340,00	663434,66	998219,12
Bosque plantado (BP)	Bosque húmedo montano bajo	BP - bhMB	0,54	9,18	150,26	80,97	106,71	57,50	125198,80	67467,42
	Bosque muy húmedo montano	*BP - bmh M	0,55	14,96	23,98	13,12	11,22	6,14	38849,44	21258,80
	Bosque seco montano bajo	BP - bsMB	0,84	12,43	146,22	122,91	87,62	73,65	127045,52	106792,56

LINEA DE TRASMISION 230 kV										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa total cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
Total BP			1,93		320,46	217,00	205,55	137,29	291093,76	195518,78
Mosaico de Arbustos y Matorrales y Bosque Natural Fragmentado (M-AM-BNF)	Bosque húmedo montano bajo	M AM BNF - bh MB	0,03	8,66	127,01	4,10	53,82	1,74	149603,78	4831,25
	Bosque seco montano bajo	*M AM-BNF - bsMB	0,038	8,66	127,01	4,80	53,82	2,03	149603,78	5653,35
Total M-AM-BNF			0,07		254,02	8,90	107,64	3,77	299207,56	10484,61
Mosaico de Arbustos y Matorrales y Vegetación de Páramo (M-AM-VP)	Bosque muy húmedo montano	* M AM VP - bmh M	0,47	6,05	58,21	27,57	21,97	10,40	79062,43	37442,39
	Bosque pluvial montano	* M AM VP - bp M	0,82	14,96	23,98	19,78	11,22	9,25	38849,44	32037,33
Total M-AM-VP			1,29		82,19	47,35	33,19	19,65	117911,87	69479,72
TOTAL			23,52		3096,14	2291,18	1603,31	1143,7	2625150,10	2143907,18
RECONFIGURACION										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
Bosque Natural Fragmentado (BNF)	Bosque húmedo montano bajo	BNF - bhMB	2,00	9,59	52,25	104,33	28,70	57,31	67201,62	134190,21
	Bosque seco montano bajo	BNF - bsMB	0,71	14,48	77,56	55,37	32,68	23,33	93351,37	66637,84
Total BNF			2,71		129,81	159,70	61,39	80,64	160552,99	200828,05

LINEA DE TRASMISION 230 kV										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa total cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
Arbustos y Matorrales (AM)	Bosque seco montano bajo	AM - bsMB	0,288	12,46	54,9	15,79	26,44	7,61	79277,25	22804,46
Total AM			0,29		54,9	15,79	26,44	7,61	79277,25	22804,46
TOTAL			3,00		184,71	175,49	87,83	88,25	239830,24	223632,51
VÍA ENTRADA SUBESTACIÓN NUEVA ESPERANZA										
Cobertura general	Zona de vida	Símbolo	Área (ha)	Volumen total			Volumen maderable		Biomasa kg/ha	Biomasa cobertura afectada (kg)
				Error de muestreo	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³	Volumen m ³ /ha	Volumen total por cobertura afectada m ³		
Arbustos y Matorrales (AM)	Bosque seco montano bajo	AM - bsMB	0,020	12,46	54,9	1,10	26,44	0,53	79277,25	1585,55
TOTAL			0,02		54,90	1,10	26,44	0,53	79277,25	1585,55
TOTAL GENERAL			26,54		3335,75	2467,76	1717,58	1232,47	2944257,59	2369125,23

El volumen total a afectar por cobertura calculado equivale a 2467,76 m³ y la biomasa a 2 369 125,23 kg. De este total se removerá para la Reconfiguración 175,49 m³ y 223 632,51 kg respectivamente, siendo la cobertura más alterada el Bosque natural fragmentado con 159,70 m³ y una biomasa de 200 828,05 kg.

En cuanto a Línea de transmisión a 230 kV, el volumen total que se removerá será de 2291,18 m³ con una biomasa aproximada de 2 143 907,17 kg, siendo de igual forma Bosque Natural Fragmentado la cobertura más afectada con un total de 1211,11 m³ y 870 204,94 kg; la cobertura afectada en menor medida es Mosaico de Arbustos y Matorrales y Bosque Natural Fragmentado con 8,90 m³ y 10 484,60 kg. Dentro de cada una de estas coberturas se tiene que la más afectada es Bosque Natural Fragmentado en bosque pluvial montano con un volumen total a remover de 215,19 m³ y una biomasa de 105 683,88 kg y la de menor afectación es Bosque Natural Fragmentado en bosque húmedo pre-montano con un volumen a remover de 2,65 m³ y 2987,39 kg aproximadamente.

Por su parte, la vía de entrada a la subestación Nueva Esperanza presenta un volumen total correspondiente a 1,10 m³ y una biomasa de 1585,55 kg.

De igual forma el volumen comercial a remover aproximadamente para la línea de transmisión a 230 kV y la Reconfiguración es de 1231,94 m³; en donde la primera registra un volumen a aprovechar de 1143,70 m³ y la segunda de 88,25 m³.

Para la Línea de transmisión a 230 kV, el Bosque Natural Fragmentado es la cobertura en la que mayor volumen se puede aprovechar con 642,98 m³, seguido de la cobertura Arbustos y Matorrales con 340,01 m³; la cobertura que menor volumen maderable presenta es el Mosaico de Arbustos y Matorrales y Bosque Natural Fragmentado con 3,77 m³, debido al porcentaje de área afectada y el porte de los árboles.

Así mismo, en la Reconfiguración el Bosque Natural Fragmentado es la cobertura en la que mayor volumen se puede aprovechar con 80,64 m³, principalmente por el porcentaje de área afectada, la abundancia de los individuos y el porte de los mismos.

Finalmente, para la vía de entrada a la subestación Nueva Esperanza se tiene un aprovechamiento comercial de 0,53 kg.

2.1.8.5 Manejo de residuos sólidos

En los frentes de obra y en los sitios de construcción de cada torre, se dispondrá de sacos de polietileno de dos tipos: unos para almacenar los residuos reciclables y otros para aquellos que no tienen posibilidad de reuso.

Estos sacos se retirarán todos los días de los frentes de obra en vehículos livianos (camionetas) que son los mismos empleados para el transporte del personal; los desechos tanto reciclables como no reciclables se llevarán a la oficina principal del contratista de construcción establecida en el municipio más cercano al frente de obra.

En cada una de estas oficinas, se tendrá una caneca plástica de 55 galones para el almacenamiento de los desechos no reciclables y se entregarán al servicio de aseo municipal correspondiente. De acuerdo con la información de línea base relacionada con servicios públicos y en especial de aseo, el municipio Soacha deposita sus desechos en el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo que cuenta con Licencia Ambiental expedida mediante Resolución 694/2005 del MAVDT y el municipio de Gachalá cuenta con una planta de tratamiento de residuos sólidos denominada planta “La Granja” en donde se lleva a cabo un proceso de selección mecánico-manual mediante el empleo de bandas transportadoras y operarios que separan los desechos orgánicos de metales, vidrios, papel y plástico; los primeros son sometidos a proceso de compostaje para obtener enmiendas para suelos mientras que los restantes se reciclan.

Dentro de las oficinas del contratista y para realizar una correcta separación en la fuente, se dispondrá de recipientes adecuados que en términos generales deben ser de un material resistente que no se deteriore con facilidad y cuyo diseño y capacidad optimicen el proceso de almacenamiento.

Durante la construcción y operación de la S/E Nueva Esperanza, se tendrá igualmente separación en la fuente y para aquellos residuos que no tengan posibilidad de aprovechamiento se utilizará el servicio de aseo municipal de Soacha.

Los residuos peligrosos, serán separados desde su origen en recipientes plásticos debidamente marcados, cerrados herméticamente y serán conducidos a las oficinas del contratista de construcción para que sean recogidos por el gestor de residuos peligrosos autorizado para su disposición final. Igual situación se presenta durante la operación del proyecto en la S/E Nueva Esperanza, en donde se tendrán recipientes específicos para el almacenamiento de residuos peligrosos para posteriormente ser entregados al gestor autorizado.

2.1.9 Estimación de la mano de obra requerida

Para la construcción del Proyecto en sus obras línea de transmisión a 230 kV, reconfiguración de la línea y Subestación Nueva Esperanza se estima un total de mano de obra de 733 personas.

Para la construcción de la línea de transmisión a 230 kV, se conformarán frentes de trabajo tipo con la siguiente distribución (Tabla 2.15):

Tabla 2.15 Conformación del frente de trabajo tipo para la línea a 230 kV

EQUIPO DE TRABAJO	NÚMERO DE TRABAJADORES
Equipo topográfico	10
Equipo excavación y fundación de torres	35
Equipo montaje de torres	25
Riega, tendido y vestida de torre	15
TOTAL	85

Dadas las condiciones de relativa facilidad de acceso a los distintos sitios de torres por la topografía del corredor, se requerirán siete frentes de trabajo para su construcción, es decir, un total de 595 personas.

La distribución de este personal en mano de obra calificada y no calificada así como su dependencia se muestra en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16 Mano de obra requerida para la construcción de la línea de transmisión a 230 kV

DEPENDENCIA	CANTIDAD DE PERSONAS ASIGNADAS AL PROYECTO			
	PROFESIONALES	TÉCNICOS	AUXILIARES – OBREROS	TOTALES
Contratistas	34	102	374	510
Interventoría y Asesoría	10	14	41	65
Propietario (EPM)	7	13	---	20
TOTAL				595

Las oficinas planteadas para atención a la comunidad están ubicadas: una en el sitio de la subestación y otra en el municipio de Gachalá.

La construcción de la línea de transmisión a 230 kV se atenderá desde dos frentes los cuales tendrán sus oficinas principales, almacenes y talleres en los siguientes municipios:

- Soacha: para atender el tercio bajo y la reconfiguración de las líneas Paraíso – Nueva Esperanza y Nueva Esperanza - Circo.
- La Calera: para atender el tercio medio de la línea.
- Gachalá: para atender el tercio alto y la mitad del tercio medio cerca a la S/E Guavio.

Para la reconfiguración de la línea Paraíso – Circo y Paraíso – San Mateo, se definió el uso de un frente de trabajo que estará conformado por un frente (Tabla 2.17).

Tabla 2.17 Mano de obra requerida para la reconfiguración a 230 kV

ENTIDAD	CANTIDAD DE PERSONAS ASIGNADAS AL PROYECTO			
	PROFESIONALES	TÉCNICOS	AUXILIARES – OBREROS	TOTALES
Contratistas	5	15	53	73
Interventoría y Asesoría	1	2	6	9
Propietario (EPM)	1	2	0	3
TOTAL				85

En la construcción de la subestación Nueva Esperanza, se requerirá de un total de 53 personas distribuidas de la siguiente manera (véase Tabla 2.18).

Tabla 2.18 Mano de obra requerida para la construcción de la S/E Nueva Esperanza

Dependencia	Cantidad de Personas Asignadas al Proyecto			Totales
	Profesionales	Técnicos	Auxiliares - Obreros	
Contratistas	2	6	39	47
Interventoría y Asesoría	2	1	1	4
Propietario (EPM)	1	1	--	2
TOTAL				53

Para la operación de la S/E Nueva Esperanza se asume una población máxima de ocho personas que corresponde al personal requerido para la atención de una contingencia o mantenimientos periódicos en estas instalaciones.

2.1.10 Alternativas de sitios para la obtención de materiales de construcción

La construcción de la línea de transmisión y la subestación no requerirá el aprovechamiento directo de fuentes de materiales por parte del Contratista de la obra; estos serán adquiridos directamente por él, de los proveedores que cuenten con planes de manejo ambiental aprobados por la autoridad ambiental correspondiente y con los permisos de explotación minera vigentes.

Algunos de estos proveedores con permisos vigentes, se relacionan a continuación (Tabla 2.19):

Tabla 2.19 Proveedores autorizados para la venta de agregados pétreos – Sabana de Bogotá

Municipio	Sitio explotación	Nombre razón social	Nombre Representante Legal	Teléfonos o correo electrónico	Permiso minero	Permiso ambiental
Cáqueza y Chipaque	Cantera Abasticos KM 2 vía Ubaque	Agregados Cantarrana S.A.	Fernando Rubio P	479 06 71	DE-3082	Resolución 200/2004 Corporinoquia
Cáqueza	KM 33+650 Autopista al llano vereda Rionegro	Agregados del Oriente Ltda.	Édgar González	742 71 80	HEQH-01	Resolución 0524/2007 Corporinoquia
Bogotá	Cantera Bellavista sector Quiba Ciudad Bolivar Bogota	Constriturar Ltda	Diana Yesenia Rodriguez Higueta	3220462 / 3220463 / 5674291	GDIJ-06 Contrato de concesión 17415	RES 407 DE ABR-2-02 EXP 14347
	Cantera Villa Paula, vereda Mochuelo, localidad Ciudad Bolivar, Bogota D.C.	OPERACIONES CJ LIMITADA - MINER GROUP	Adriana Janeth Blanco Concha	2917077	GCMF-01	1. Resolución 1043 DE 06/07/2001, 2. Resolución 1334 DE 12/11/02

Municipio	Sitio explotación	Nombre razón social	Nombre Representante Legal	Teléfonos o correo electrónico	Permiso minero	Permiso ambiental
	La Quebrada, ubicada en la Transversal 19 D No. 70 N – 06 Sur, en la localidad Ciudad Bolívar de Bogotá D.C	INDUSTRIAL Y MINERA LA QUEBRADA LTDA	Daniel Garibello	5729806	NA	Resolución 6940 del 26 de diciembre de 2011
Soacha	Cantera El Caracol KM 3 vía a Fusa vereda Panamá	Justo Prieto E.	Justo Prieto E.	244 80 81	DLQ-121	Resolución 425/2008 CAR
	Cantera el Vínculo, Autopista Sur Km 14, Vereda El Vínculo, Soacha	Agregados El Vínculo Ltda.	William Montoya Bermúdez	3002225184/ 3153111385	GACO-02 Contrato 14103	Auto CAR 535 del 26/12/2008
	Hacienda La Azotea	Cantera La Esmeralda Ltda	Heliberto Cortéz	637 70 60	GBML-01	Resolución CAR 434/1996
	Cueva del zorro, vereda Panamá	Fanny Tequs & Cía Ltda.	Fanny Tequa G.	781 41 30	DBE-11	Resolución CAR 1558/2003
	Cantera El Cajón de Copérnico, vereda Fusunga	Compañía Minera Ltda.	Víctor Parada	721 15 15	BG5-111	Resolución CAR 1629/2007

El listado completo de los proveedores autorizados por el IDU (Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá), se presenta en el Anexo 2.6.

2.1.11 Alternativas de sitios de disposición de sobrantes de excavación

2.1.11.1 Sitios de torre

De acuerdo con los volúmenes de excavación para cada tipo de torre, en la Tabla 2.20 y Tabla 2.21 se relacionan las cantidades de material a generar junto con sus excedentes, para lo cual se asume que cerca del 40% será empleado como relleno:

Tabla 2.20. Relación de volúmenes de excavación y sus excedentes – línea a 230 kV

TIPO DE TORRE	NÚMERO TORRES	VOLUMEN EXCAVACIÓN POR TORRE (m ³)	VOLUMEN EXCAVACIÓN (m ³)	EXCEDENTES EXCAVACIÓN (m ³)
Suspensión	203	42,3	8 587	5 152
Retención	106	171,5	18 179	10 907
TOTAL			26 766	16 060

Tabla 2.21. Relación de volúmenes de excavación y sus excedentes - Reconfiguración

TIPO DE TORRE	NÚMERO TORRES	VOLUMEN EXCAVACIÓN POR TORRE (m ³)	VOLUMEN EXCAVACIÓN (m ³)	EXCEDENTES EXCAVACIÓN (m ³)
Suspensión	2	42,3	85	51
Retención	25	171,5	4 288	2 573
TOTAL			4 373	2 624

Los excedentes de excavación se dispondrán en zonas próximas a cada torre en depósitos manuales que serán confinados con trinchos.

2.1.11.2 S/E Nueva Esperanza

Los excedentes de excavación provienen de las siguientes actividades:

- Excavación hasta la cota de desplante de fundaciones de pórticos y equipos, casetas de control y edificio de control principal.
- Construcción de las obras civiles de cimientos de pórticos, equipos de patio, cimientos de equipos de potencia, carrileras de aproximación en vía hasta cimientos de autotransformadores, obras de redes de agua y aguas servidas y construcción de casetas de control y edificio de mando principal.
- Replanteo y construcción de los canales de cables o cárcamos y todas las tuberías y cajas de tiro del cableado de control y protecciones.
- Excavación, instalación del cableado y conexionado de la malla de puesta a tierra.
- Alcantarillado, drenajes y construcción de la viga cimiento y muros bajos de cerramiento, y la instalación de la malla de cerramiento en malla eslabonada y líneas de alambre de púas.
- Construcción de los tanques de separación de aguas aceitosas provenientes en caso de fallos en los equipos de potencia, con su respectiva tubería de conexionado y trampa de aceites para evitar contaminación del suelo o de las fuentes hídricas cercanas.
- Construcción de los sistemas de drenaje exterior y/o perimetral a la subestación y del sistema interior de filtros y colectores; así como las cunetas, sumideros y estructuras de entrega final de aguas lluvias.
- Mejoramiento de la superficie de rodaje y obras de drenaje de la vía de entrada a la subestación Nueva Esperanza.

Se estima que de la excavación necesaria para la construcción de la subestación se generarán alrededor de 59 000 m³ de los cuales se aprovecharán 6 600 m³ en la conformación y nivelación del terrenos; asimismo, se producirán 5 000 m³ provenientes de las fundaciones para los pórticos de la S/E Nueva Esperanza; por lo tanto, como resultado de la construcción de la S/E será necesario depositar 57 400 m³ en sitios próximos a la misma los cuales deben contar el respectivo permiso expedido por la autoridad ambiental; la relación de estos, se encuentra en la Tabla 2.22:

Tabla 2.22. Sitios autorizados para la recepción de excedentes de excavación

NOMBRE	LOCALIZACIÓN	PERMISO AMBIENTAL
Predio Tequendame, vereda Chacua (Sibaté)	Km 4,5 vía Soacha - Bogotá	Comunicado CAR 111102100731 del 8 de abril de 2010
Predio El Vínculo, Soacha	Km 1,5 vía Soacha - Bogotá	Resolución CAR 1167 de 2009

2.1.11.3 Vía de acceso a la S/E Nueva Esperanza

Producto de la adecuación de la vía de acceso a la S/E Nueva Esperanza desde la central Charquito, se generarán alrededor de 11 250 m³ los cuales deberán ser transportados a una zona de depósito debidamente autorizada por la autoridad ambiental; la relación de estos sitios se encuentra en la Tabla 2.22.

TABLA DE CONTENIDO

2	DESCRIPCIÓN DE LA LINEA A 230 kV, DE LA RECONFIGURACIÓN PARAISO – NUEVA ESPERANZA Y NUEVA ESPERANZA – CIRCO Y SAN MATEO Y DE LA SUBESTACIÓN NUEVA ESPERANZA	2-1
2.1	SUBESTACIÓN NUEVA ESPERANZA	2-2
2.1.1	Ubicación del lote para la Subestación Nueva Esperanza	2-2
2.1.2	Obras civiles y electromecánicas de la subestación	2-6
2.1.3	Vía de acceso a la Subestación Nueva Esperanza.....	2-7
2.2	DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA LÍNEA DE TRANSMISIÓN A 230 KV.....	2-9
2.1.1	Duración de las obras.....	2-11
2.1.2	Costos de construcción y operación	2-13
2.1.3	Tipo y número de estructuras	2-13
2.1.4	Descripción del proceso de construcción, energización y operación del proyecto	2-14
2.1.4.1	Preconstrucción	2-14
2.1.4.2	Construcción de la línea de transmisión.....	2-15
2.1.4.3	Construcción de la subestación Nueva Esperanza.....	2-19
2.1.4.4	Operación	2-21
2.1.4.5	Desmantelamiento de instalaciones temporales	2-22
2.1.5	Infraestructura asociada	2-22
2.1.5.1	Materiales a usar en estructuras y conductores	2-22
2.1.5.2	Tipo de fundaciones.....	2-23
2.1.5.3	Sistemas de protección y control.....	2-23
2.1.5.4	Maquinaria y equipo a usar	2-27
2.1.5.5	Infraestructura y servicios interceptados	2-28

2.1.6	Descripción de los accesos a los sitios de obras y a torres.....	2-40
2.1.6.1	Tercio bajo	2-40
2.1.6.2	Tercio medio	2-40
2.1.6.3	Tercio alto	2-41
2.1.7	Obras en zonas urbanas o dentro de perímetros urbanos	2-41
2.1.8	Requerimientos de uso, aprovechamiento o afectación de recursos naturales renovables.....	2-41
2.1.8.1	Consumo de agua potable	2-41
2.1.8.2	Manejo de excretas.....	2-42
2.1.8.3	Ocupación de cauces.....	2-43
2.1.8.4	Aprovechamiento forestal.....	2-43
2.1.8.5	Manejo de residuos sólidos.....	2-48
2.1.9	Estimación de la mano de obra requerida.....	2-49
2.1.10	Alternativas de sitios para la obtención de materiales de construcción.....	2-51
2.1.11	Alternativas de sitios de disposición de sobrantes de excavación	2-52
2.1.11.1	Sitios de torre.....	2-52
2.1.11.2	S/E Nueva Esperanza.....	2-53
2.1.11.3	Vía de acceso a la S/E Nueva Esperanza	2-54

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Cantidad de obra para el acceso a la S/E Nueva Esperanza	2-9
Tabla 2.2 Principales características del proyecto	2-10
Tabla 2.3 Duración de las obras de construcción del Proyecto Nueva Esperanza	2-12
Tabla 2.4 Costos de construcción y operación del proyecto Nueva Esperanza	2-13
Tabla 2.5 Tipos y número de estructurales para la línea de transmisión	2-13
Tabla 2.6 Tipos y número de estructurales para la línea de reconfiguración	2-14
Tabla 2.7 Número y localización de patios de tendido	2-17
Tabla 2.8 Maquinaria y equipo estimado a utilizar para la construcción del proyecto....	2-28
Tabla 2.9 Cruce de la línea a 230 kV con otros circuitos existentes en su trazado	2-30
Tabla 2.10 Cruces de la línea a 230 kV con carretera de primer orden.....	2-34
Tabla 2.11 Cruces de la línea a 230 kV con carretera de segundo orden	2-34
Tabla 2.12 Cruces de la línea a 230 kV con vías de tercer Orden	2-34
Tabla 2.13 Relación de cuerpos de agua cruzados por la línea de transmisión de 230 kV	2-38
Tabla 2.14 Resumen de volúmenes a afectar por establecimiento de la servidumbre de la línea a 230 kV, la reconfiguración y la vía de entrada a la subestación Nueva Esperanza	2-44
Tabla 2.15 Conformación del frente de trabajo tipo para la línea a 230 kV	2-49
Tabla 2.16 Mano de obra requerida para la construcción de la línea de transmisión a 230 kV	2-50
Tabla 2.17 Mano de obra requerida para la reconfiguración a 230 kV	2-50
Tabla 2.18 Mano de obra requerida para la construcción de la S/E Nueva Esperanza .	2-51
Tabla 2.19 Proveedores autorizados para la venta de agregados pétreos – Sabana de Bogotá.....	2-51
Tabla 2.20. Relación de volúmenes de excavación y sus excedentes – línea a 230 kV	2-52
Tabla 2.21. Relación de volúmenes de excavación y sus excedentes - Reconfiguración.....	2-53

Tabla 2.22. Sitios autorizados para la recepción de excedentes de excavación 2-54

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Ubicación de la Subestación Nueva Esperanza.....	2-4
Figura 2.2. Esquema unifilar S/E Nueva Esperanza	2-6
Figura 2.3 Diagrama unifilar del proyecto Nueva Esperanza	2-10
Figura 2.4 Localización del bloque exploratorio de Nexen y su interferencia con la línea de transmisión S/E Guavio – S/E Nueva Esperanza de 230 kV.....	2-29

LISTA DE FOTOS

Foto 2.1-1 Sectores donde se realizará ampliación de la vía de acceso	2-8
Foto 2.2-1 Maquinaria empleada para el tendido del conductor.....	2-16