

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

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

TABLA DE CONTENIDO

1	GENERALIDADES.....	8
1.1	Introducción.....	8
1.1.1	Descripción general del contenido del Estudio de Impacto Ambiental	8
1.1.2	Localización.....	10
1.1.3	Justificación	12
1.2	Objetivos	12
1.3	Antecedentes	12
1.3.1	Trámite ante autoridades competentes y entidades	17
1.3.2	Localización de otros proyectos en el área de influencia del proyecto	18
1.3.2.1	Sector infraestructura.....	18
1.3.2.2	Servicios públicos	19
1.3.2.2.1	Red de acueducto.....	19
1.3.2.2.2	Red de alcantarillado	21
1.4	Alcances.....	22
1.5	Metodología	22
1.5.1	Metodología definición áreas de influencia	22
1.5.2	Metodología medio abiótico	25
1.5.2.1	Geología	25
1.5.2.2	Geomorfología.....	25
1.5.2.3	Suelos	26
1.5.2.3.1	Fase preliminar.....	26
1.5.2.3.2	Fase de campo.....	27
1.5.2.3.3	Fase de síntesis	30
1.5.2.4	Hidrología	35
1.5.2.5	Hidrogeología	36
1.5.2.6	Atmósfera	38
1.5.2.6.1	Clima	38
1.5.2.6.2	Calidad aire	48
1.5.2.6.3	Ruido.....	49
1.5.2.7	Geotecnia	49
1.5.2.7.1	Presentación general de los factores	50

1.5.2.7.2	Zonificación geotécnica	51
1.5.3	Metodología medio biótico	52
1.5.3.1	Área de influencia indirecta (AII)	52
1.5.3.1.1	Zonas de vida	52
1.5.3.1.2	Ecosistemas, áreas sensibles y áreas naturales protegidas	53
1.5.3.1.3	Coberturas de la tierra	54
1.5.3.1.4	Componente faunístico en el AII	54
1.5.3.1.5	Componente faunístico en el AID	54
1.5.3.1.6	Composición florística y estructural de las coberturas naturales en el AII	55
1.5.3.1.7	Caracterización florística y estructural de las coberturas naturales en el AID	55
1.5.3.1.8	Aprovechamiento forestal	55
1.5.4	Metodología medio socioeconómico	56
1.5.4.1	Introducción	56
1.5.4.2	Criterios centrales de la metodología	56
1.5.4.3	Metodología específica para la aplicación de lineamientos de participación y relacionamiento con partes interesadas	57
1.5.4.3.1	Participación y relacionamiento con autoridades locales	57
1.5.4.3.2	Participación y relacionamiento inicial con comunidades	58
1.5.5	Metodología zonificación ambiental	59
1.5.5.1.1	Marco conceptual de la zonificación ambiental	59
1.5.5.1.2	Secuencia metodológica	60
1.5.6	Metodología demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	64
1.5.7	Metodología evaluación ambiental	64
1.5.8	Metodología zonificación de manejo ambiental	68
1.5.9	Metodología plan de manejo ambiental	69
1.5.10	Metodología programa de seguimiento y monitoreo	70
1.5.11	Metodología plan de contingencia	70
1.5.11.1	Análisis de riesgos	71
1.5.11.2	Análisis de amenazas	71
1.5.11.2.1	Identificación de amenazas exógenas	72
1.5.11.2.2	Identificación de amenazas endógenas	74
1.5.11.3	Estimación de la vulnerabilidad	74
1.5.11.4	Estimación del riesgo	76
1.5.12	Metodología componente cartográfico	77

1.6	Cronograma de ejecución del estudio de impacto ambiental	83
1.7	Organización del estudio	85
1.8	Limitaciones y deficiencias en la información	85
1.8.1	Lineamientos de participación	85
1.8.2	Dimensión demográfica	86
1.8.3	Dimensión espacial	86
1.8.4	Dimensión económica	86
1.8.5	Dimensión cultural	86
1.8.6	Aspectos arqueológicos	86
1.8.7	Dimensión político-organizativa	86
1.8.8	Tendencias de desarrollo	86
1.8.9	Información sobre población a reasentar	86
1.8.10	Climatología	86
1.8.11	Plan de contingencia	87
	BIBLIOGRAFÍA	88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1 Estructura Estudio de Impacto Ambiental	8
Tabla 1-2 Marco normativo	13
Tabla 1-3 Relación de trámites realizados para el presente estudio	18
Tabla 1-4 Relación documentos revisados	27
Tabla 1-5 Pruebas de laboratorio del Q1	29
Tabla 1-6 Materiales, insumos y equipos	29
Tabla 1-7 Nomenclatura aplicada en la unidad fisiográfica (paisaje, clima y suelos)	32
Tabla 1-8 Nomenclatura aplicada en la zonificación climática	32
Tabla 1-9 Nomenclatura aplicada al conjunto taxonómico	32
Tabla 1-10 Coberturas encontradas en el AII	33
Tabla 1-11 Tipo de datos aplicados para determinar uso potencial del suelo	34
Tabla 1-12 Insumos para desarrollar el conflicto de uso	34
Tabla 1-13 Matriz de decisión para calificación de conflictos de uso	35
Tabla 1-14 Tipos de conflictos de uso de la tierra	35
Tabla 1-15 Comparación de los métodos para medir la vulnerabilidad de los acuíferos	36
Tabla 1-16 Categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford	40
Tabla 1-17 Condiciones de estabilidad atmosférica de Pasquill-Gifford	40
Tabla 1-18 Denominación termal	47
Tabla 1-19 Denominación de humedad	47
Tabla 1-20 Zonificación climática	48
Tabla 1-21 Rangos iniciales de clasificación de estabilidad geotécnica	52
Tabla 1-22 Rangos de Sensibilidad ambiental	62
Tabla 1-23 Rangos de importancia ambiental	62
Tabla 1-24 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I)	63
Tabla 1-25 Criterios y valoración de parámetros de evaluación ambiental	65
Tabla 1-26 Criterios y valoración considerada	67
Tabla 1-27 Categorías de interacción entre zonificación ambiental e impactos relevantes	68
Tabla 1-28 Relación de la zonificación ambiental y las categorías de zonificación de manejo	68
Tabla 1-29 Descripción de las categorías de zonificación de manejo empleadas	69
Tabla 1-30 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno humano	74
Tabla 1-31 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno socioeconómico	75
Tabla 1-32 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno natural	75
Tabla 1-33 Clasificación de la vulnerabilidad	76
Tabla 1-34 Categorización del riesgo	77
Tabla 1-35 Fuentes de información secundaria	79
Tabla 1-36 Parámetros para el sistema de referencia magna Colombia Bogotá	80
Tabla 1-37 Datos del modelo digital de elevación utilizado	81
Tabla 1-38 Equipo de profesionales, EIA proyecto construcción de la subestación terminal y línea asociada a 115 kV	85

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1 Localización general del proyecto	10
Figura 1-2 Localización del proyecto	11
Figura 1-3 Intersección de la avenida Calle 17 con el AID	19
Figura 1-4 Red matriz de acueducto de Bogotá – EAAB	20
Figura 1-5 Red local de alcantarillado pluvial de Bogotá	21
Figura 1-6 Proceso de solicitud de certificación de presencialidad de grupos étnicos en áreas de interés	24
Figura 1-7 Orden del sistema geomorfológico taxonómico propuesto y ajustado por A. Zinck (19987, 2012) ..	31
Figura 1-8 Tabla para la estimación de la vulnerabilidad de los acuíferos a través del método GOD	37
Figura 1-9 Columna de aire	42
Figura 1-10 Diagrama climático para la clasificación de zonas de vida según Holdridge	53
Figura 1-11 Modelo propuesto de cartelera para convocatorias a reuniones de socialización	59
Figura 1-12 Secuencia metodológica para definir zonificación ambiental	61
Figura 1-13 Gravedad de las consecuencias	76
Figura 1-14 Determinación del riesgo	77
Figura 1-15 Plantilla de mapa para vista general del proyecto	82
Figura 1-16 Estructura del anexo cartográfico en formato digital	83
Figura 1-17 Línea de tiempo de ejecución del EIA	84

LISTA DE ANEXOS

Anexo Cap. 1: Oficios y Asp_Legales
Anexo Cap. 1: Comunicaciones PDC
Anexo Cap. 1: Términos referencia SDA
Anexo Cap. 9: Estudio ignición_UNAL
Anexo Cap. 9: Estudio riesgo EDS_UNAL

1 GENERALIDADES

1.1 Introducción

Con el fin de garantizar la atención de la demanda en la zona occidente de Bogotá, CODENSA S.A. E.S.P. contempla la ejecución del proyecto denominado “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV”. Este proyecto se concibe a partir del análisis realizado en el Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2016-2030.

El proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV” consiste en la construcción y puesta en operación de la llamada subestación Terminal, la cual está conformada por dos (2) bahías de línea de 115 kV, dos bahías de transformación, dos transformadores 115/11.4 kV 40 MVA, y por dos (2) trenes de celdas a emplear para la distribución de la energía a las personas de la zona. “La subestación se diseñará de tal forma que se consideren los espacios necesarios para la construcción futura de una bahía de línea, dos bahías de transformación 115/34.5 kV y una tercera bahía de transformación de 115/11.4 kV; adicional a la construcción de la subestación se realizará un circuito doble de línea de transmisión a 115 KV, entre la futura Subestación Terminal y el punto de intersección (conexión) con la actual línea Noroeste –Techo del Sistema de Transmisión Regional propiedad de CODENSA S.A. ESP. El proyecto se ubicará en la localidad de Fontibón de Bogotá DC”¹. El tramo de línea contará con una longitud aproximada de 66,2 metros y permitirá el ingreso de las líneas a la Subestación.

Dentro del proceso de ejecución del proyecto, CODENSA S.A E.S.P. contrató a la empresa INGEDISA Ingeniería y Diseño para realizar los estudios ambientales pertinentes para la obtención de la licencia ambiental del proyecto. El periodo de inicio de actividades para la realización del estudio correspondió al mes de diciembre de 2017 con la verificación y consulta de las condiciones socioambientales del área de interés mediante información primaria y secundaria.

1.1.1 Descripción general del contenido del Estudio de Impacto Ambiental

El Estudio de Impacto Ambiental se estructuró en 11 capítulos, según lo establecido en los términos de referencia emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente “Estudio de Impacto Ambiental tendido de las líneas de transmisión del Sistema Regional de Interconexión eléctrica, compuesta por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV” 2017 (ver **Anexo Cap. 1, Términos referencia SDA**). A continuación, en la Tabla 1-1 se presenta una breve descripción del contenido de los capítulos.

Tabla 1-1 Estructura Estudio de Impacto Ambiental

CAPÍTULO	CONTENIDO	GENERALIDADES
Capítulo 1	Generalidades	Incluye la introducción del proyecto, explicando sus objetivos, antecedentes, alcances, metodologías para el desarrollo de los componentes temáticos. Adicionalmente, se incluye la localización de otros proyectos de acuerdo con lo requerido en el Artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto 1076 de 2015.
Capítulo 2	Descripción del proyecto	Se presenta la localización del proyecto, sus principales características, tipo y número de estructuras, descripción de las etapas del proyecto.

¹ CODENSA S.A. E.S.P. Especificaciones Técnicas del Proyecto. 2017.

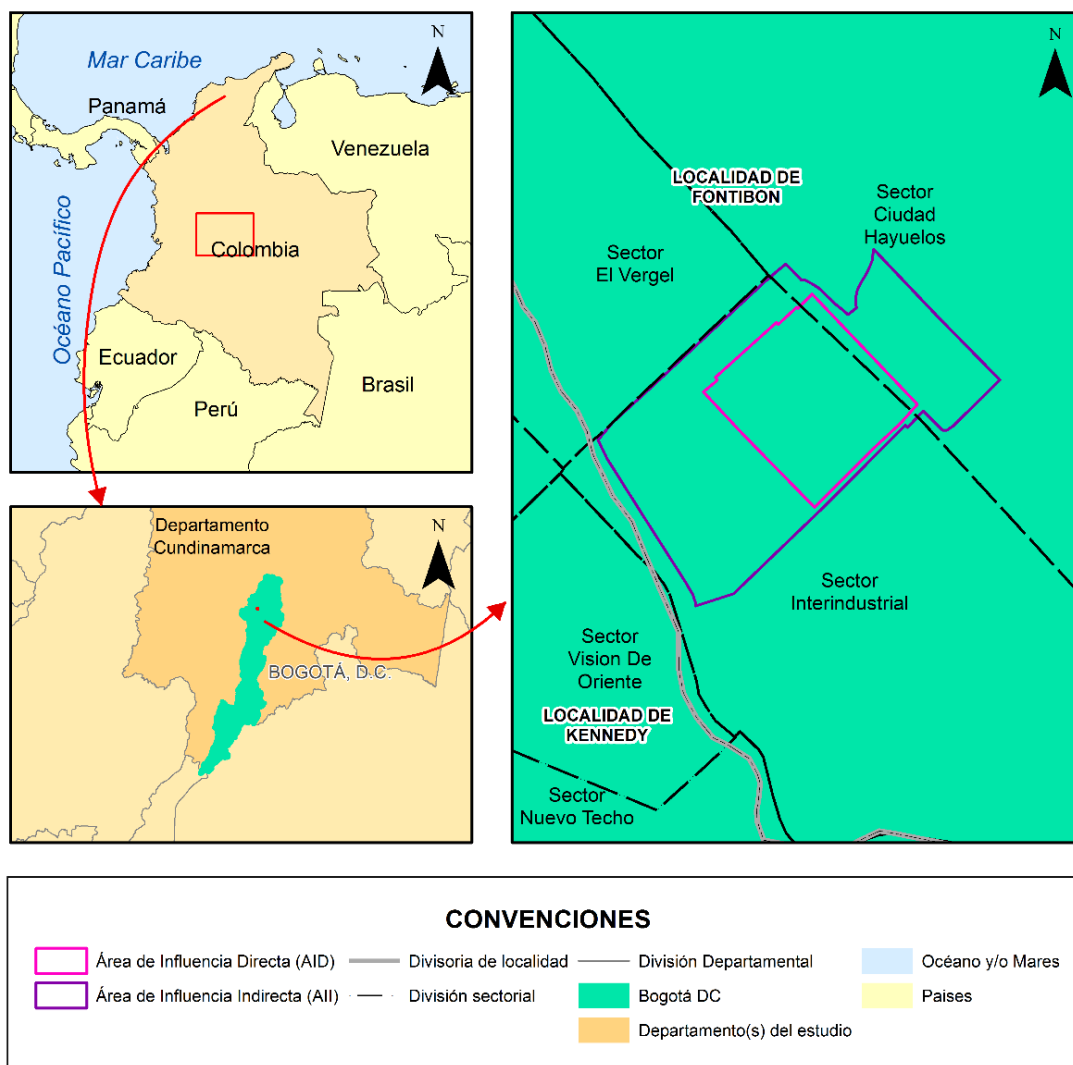
CAPÍTULO	CONTENIDO	GENERALIDADES
		Incluye además la descripción de las infraestructuras y servicios interceptados por el proyecto.
Capítulo 3	Caracterización del área de influencia del proyecto	En este acápite se presenta la definición de las áreas de influencia para el proyecto, y se desarrolla la caracterización con apoyo de información primaria y secundaria para cada uno de los medios: Abiótico, Biótico y Socioeconómico. Así mismo, se incluye la zonificación ambiental presentando un análisis integral de cada uno de estos medios.
Capítulo 4	Demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales	De acuerdo con las características técnicas del proyecto y a los análisis efectuados para su construcción y operación, se presenta una relación de los recursos naturales que demandará el proyecto.
Capítulo 5	Evaluación ambiental	Se presenta la identificación y evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto. Dicha evaluación se realiza bajo dos (2) escenarios "Sin Proyecto" y "Con Proyecto".
Capítulo 6	Zonificación de manejo ambiental del proyecto	En este acápite se evalúa la vulnerabilidad e importancia de los distintos componentes ambientales ante el desarrollo de las etapas del proyecto. Se definen áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones y áreas de intervención.
Capítulo 7	Plan de Manejo Ambiental	En este acápite se presentan los programas, indicadores y actividades requeridas a fin de prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos negativos que se puedan generar en la ejecución del proyecto.
Capítulo 8	Programa de Seguimiento y Monitoreo del proyecto	En este capítulo se incluyen los programas e indicadores que permitirán realizar el seguimiento y monitoreo a las medidas de manejo planteadas en el capítulo anterior (Cap. 7).
Capítulo 9	Plan de Contingencia	El plan de contingencias tiene como objetivo valorar los riesgos y establecer las medidas para prevenir, atender y controlar de manera adecuada una emergencia que se pueda presentar durante la ejecución del proyecto. Presenta un análisis de riesgos y plan de contingencia.
Capítulo 10	Plan de Abandono y Restauración Final	En este acápite se presenta una propuesta de uso final del suelo (aplica en el caso eventual que se requiera dismantelar el proyecto), medidas de manejo y conformación morfológica y una estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto.
Capítulo 11	Plan de Inversión del 1%	Debido a que el proyecto no requiere captación de aguas superficiales y subterráneas, no se presenta Plan de Inversión del 1% de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 2 del Artículo 2.2.9.3.1.3 del Decreto 1076 de 2015.

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.1.2 Localización

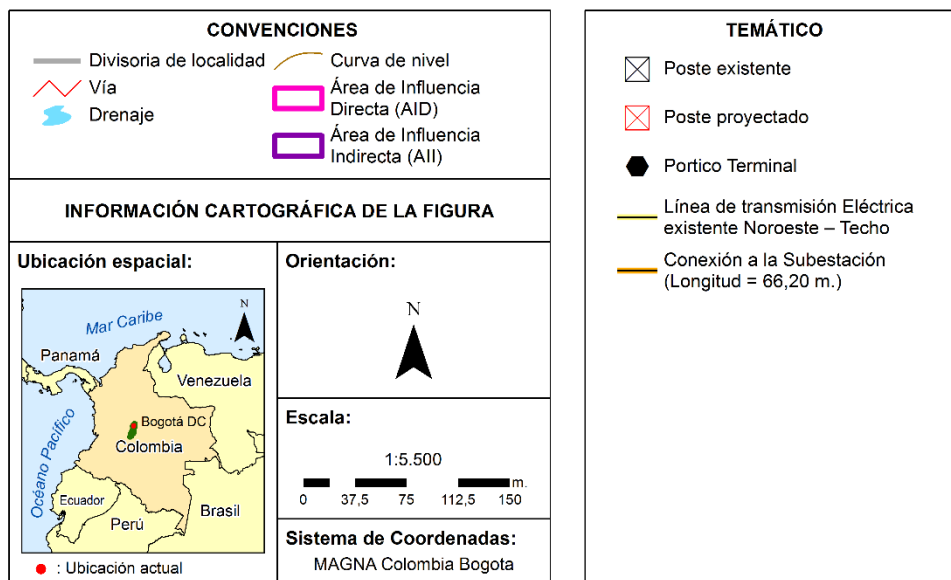
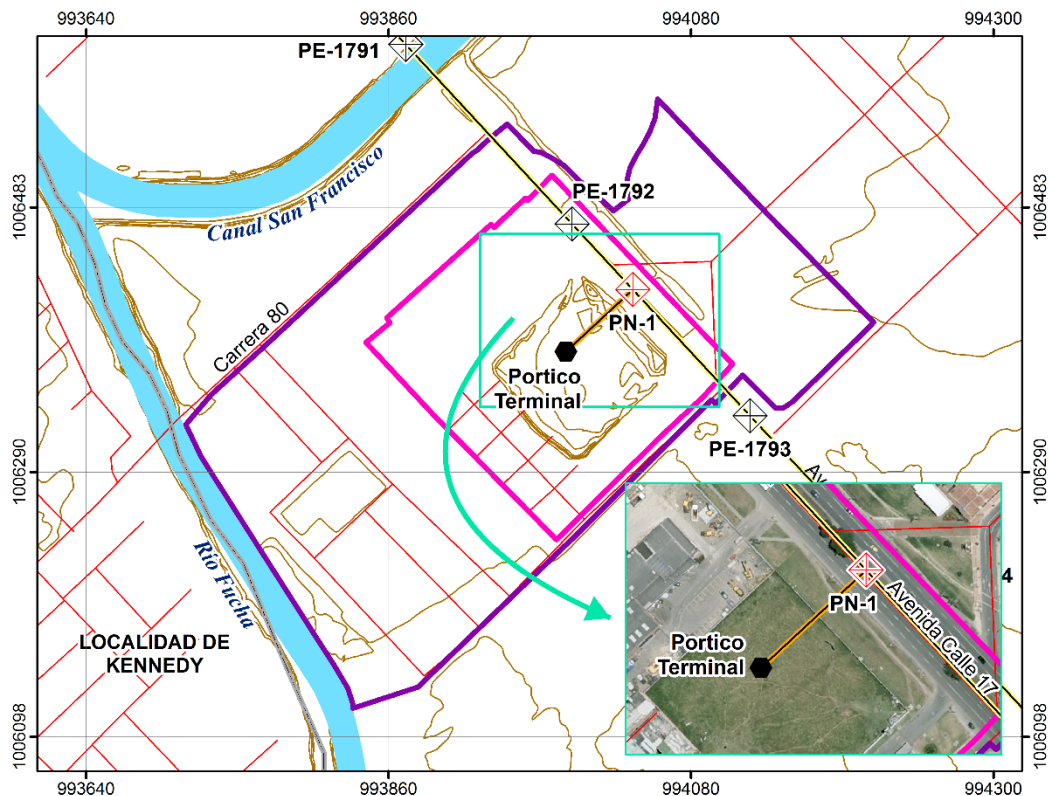
La subestación Terminal estará ubicada sobre la calle 17 o avenida Centenario al occidente de la Avenida Boyacá, en el barrio Sector Comercial Interindustrial (Avenida Calle 17 No 78 G 33/45). En la Figura 1-1 y Figura 1-2 se presenta la ubicación de la subestación y su área de influencia.

Figura 1-1 Localización general del proyecto



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Figura 1-2 Localización del proyecto



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

En este sentido, el área de estudio estaría enmarcada geográficamente en el noroeste según las coordenadas 4°39'20,64"N y 74°08'07,63"W y por el sureste según las coordenadas 4°39'04,77"N y 74°07'42,20"W.

1.1.3 Justificación

El proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y Líneas Asociadas a 115 kV nace de la necesidad de permitir la transmisión de energía eléctrica entre la Subestación Terminal y las subestaciones Noroeste y Techo, pertenecientes al sistema de transmisión regional de CODENSA, con el fin de reforzar el sistema de distribución local, en la zona de influencia de CODENSA para atender el crecimiento de la demanda (generada por los planes parciales Probables, La Felicidad y Bavaria, y próximamente la demanda comercial del proyecto centro comercial El Edén), la cual se ubicará en la ciudad de Bogotá, localidad de Fontibón para recibir energía desde las subestaciones.

1.2 Objetivos

El objetivo general es presentar la caracterización del estado actual de los medios abiótico, biótico y socioeconómico que serán intervenidos por la construcción y operación del proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV”, realizando la identificación de los impactos ambientales asociados a las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de manejo y seguimiento ambiental que permitirán prevenir, corregir, mitigar y compensar dichos impactos, brindando de esta manera las herramientas e insumos requeridos para el proceso de licenciamiento ambiental a la Secretaría Distrital de Ambiente.

A continuación, se presentan los objetivos específicos:

- Presentar la descripción y caracterización socioambiental del área de influencia del proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV”
- Determinar la demanda de recursos naturales requeridos para la ejecución del proyecto.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales que pudieran generarse en cada una de las etapas del proyecto.
- Establecer las unidades ambientales y su manejo de acuerdo con la zonificación ambiental y de manejo ambiental del proyecto.
- Elaborar las medidas de manejo ambiental para la prevención, corrección, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales que se puedan generar por la ejecución del proyecto.
- Identificar, programar, diseñar y establecer los indicadores de seguimiento y control para las actividades de carácter ambiental y social a desarrollar durante la ejecución del proyecto.
- Diseñar el plan de contingencia a partir del análisis de riesgos endógenos y exógenos relacionados con las diferentes actividades de construcción y operación del proyecto.

1.3 Antecedentes

De acuerdo con lo establecido en la regulación vigente, especialmente en el Código de Redes, uno de los objetivos de la operación eléctrica es garantizar que la operación integrada de los recursos de generación y transmisión cubran la demanda de potencia y energía del Sistema Interconectado Nacional –SIN- con una adecuada confiabilidad, calidad y seguridad.

En consecuencia, para dar cumplimiento a estos criterios operativos y atender la demanda de energía con una adecuada calidad, confiabilidad y seguridad en el área de Bogotá, se desarrollará el proyecto de construcción de la Subestación Terminal y Líneas Asociadas a 115 kV. Lo anterior, teniendo en cuenta que CODENSA S.A. E.S.P presentó a la UPME desde el Plan de Expansión de Referencia 2016-2030, la construcción de la nueva Subestación Terminal. Por otro lado, vale la pena indicar que CODENSA S.A. E.S.P cuenta desde el 2014 con el lote donde se construirá la subestación.

Con el fin de ejecutar dicho proyecto, se desarrolló el presente Estudio de Impacto Ambiental –EIA–, teniendo en cuenta las características particulares del proyecto y las características de su área de influencia, dando respuesta a los requerimientos de los términos de referencia para el “Tendido de las líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV”². El mencionado EIA, se desarrolló en aras de dar cumplimiento a lo estipulado en el Capítulo 3 del Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015, sobre licencias ambientales y lo determinado por la Secretaría Distrital de Ambiente, mediante el radicado 2017EE126417 del 07 de julio de 2017, que da respuesta a la solicitud de información sobre la necesidad de tramitar *licencia ambiental*, por parte de CODENSA S.A. E.S.P, bajo radicado N° 0607955 del 07 de abril de 2017 (Ver **Anexo Cap. 1, Oficios y Asp_Legales, SDA, Rdo_SDA_LA y Rta_SDA_LA**).

Por otro lado, es de mencionar, que mediante oficio con radicado 2017EE45909 (Ver **Anexo Cap. 1, Oficios y Asp_Legales, SDA, Rta SDA Estructura Ecológica**), la Secretaría Distrital de Ambiente, emite respuesta al sobre la confluencia del proyecto con Estructura Ecológica Principal, mencionando que el proyecto no se encuentra afectado por elementos de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital.

A continuación, se presenta el marco legal vigente y aplicable al proyecto discriminado por área de estudio. Es importante aclarar que toda la normatividad ambiental colombiana se deriva de la Constitución Política de 1991. Posteriormente con la Ley 99 de 1993 se definieron los principios de la gestión ambiental del país.

En la Tabla 1-2 se presenta un resumen de las normas principales aplicables al desarrollo del presente Estudio de Impacto Ambiental.

Tabla 1-2 Marco normativo

ELEMENTO	TIPO DE LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
ESTUDIOS AMBIENTALES	Ley 99 de 1993	“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 1503 de 2010	“Por la cual se adopta la metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales”.
	Decreto 2041 de 2014	“Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales”.
	Decreto 1076 de 2015	“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible”.

² SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental. 2017.

ELEMENTO	TIPO DE LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Resolución 324 de 2015	“Por la cual se fijan las tarifas para el Cobro de los servicios de evaluación y seguimiento de licencias, permisos, concesiones, autorizaciones y demás instrumentos de control y manejo ambiental”.
	Resolución 4001 de 2010	Concepto ambiental. Secretaría Distrital de Ambiente.
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	Resolución 40492 de 2015	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Por la cual se aclaran y corrigen unos yerros en el Anexo General del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE
RECURSO HÍDRICO	Decreto-Ley 2811 de 1974	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables, reguló lo relacionado con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico: captación, vertimiento, ocupación de cauces, ordenamiento de cuencas, entre otros.
	Ley 373 de 1997	“Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua”.
	Decreto 2858 de 1981	Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 56 del Decreto 2811 de 1974 y se modifica el Decreto 1541 de 1978.
	Decreto 1594 de 1984	Establece los criterios de calidad del agua para consumo humano, uso agrícola e industrial entre otros.
	Decreto 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Reglamentario 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 1640 de 2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones. Deroga los decretos 1604 y 1729 de 2002.
USO DEL AGUA	Decreto 4728 de 2010	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 3930 de 2010.
FLORA	Decreto 1383 de 1940	Por el cual se adoptan medidas para la defensa y aprovechamiento de bosques.
	Decreto 531 de 2010	Por el cual se reglamenta la silvicultura urbana, zonas verdes y la jardinería en Bogotá y se definen las responsabilidades de las Entidades Distritales en relación con el tema y se dictan otras disposiciones.
FAUNA	Decreto 1608 de 1978	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre.
ÁREAS PROTEGIDAS	Decreto Reglamentario 2372 de 2010	Por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones.
	Resolución MAVD 383 de 2010	Por la cual se declaran las especies silvestres que se encuentran amenazadas en el territorio nacional y se toman otras determinaciones.

ELEMENTO	TIPO DE LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
BIODIVERSIDAD	Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, 2012	Se define como el proceso por el cual se planifican, ejecutan y monitorean las acciones para la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, en un escenario social y territorial definido y en diferentes estados de conservación.
	Resolución 1912 de 2017	Por el cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.
AIRE	Resolución 8321 de 1983	Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
	Decreto 948 de 1995	En relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire.
	Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
	Resolución 0910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones.
	Resolución 650 del 2010 del MAVDT	Modificada por la Resolución del Min. Ambiente 2154 de 2010 "Por la cual se adopta el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire
	Resolución 2254 del 2017 del MADS	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones
RESIDUOS	Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
	Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos
	Decreto 838 de 2005	Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones
	Ley 1259 de 2008	Por medio de la cual se instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros; y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 3695 de 2009	Por medio del cual se reglamenta la Ley 1259 de 2008 y se dictan otras disposiciones.
	Ley 1466 de 2011	Por el cual se adicionan, el inciso 2° del artículo 1° (objeto) y el inciso 2° del artículo 8°, de la Ley 1259 del 19 de diciembre de 2008, "por medio de la cual se instauró en el territorio nacional la aplicación del Comparendo Ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros, y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 1115 de 2012	Por medio de la cual se adoptan los lineamientos Técnico - Ambientales para las actividades de aprovechamiento y tratamiento de los residuos de construcción y demolición en el Distrito Capital.
	Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
	Resolución 932 de 2015	Por la cual se Modifica y Adiciona la Resolución 1115 de 2012
	Resolución 1741 de 2016	Por el cual se modifica la resolución 222 de 2011 y se adoptan otras disposiciones.

ELEMENTO	TIPO DE LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Decreto 349 de 2014	Por el cual se reglamenta la imposición y aplicación del Comparendo Ambiental en el Distrito Capital.
	Decreto 539 de 2014	Por el cual se modifica el Decreto 349 de 2014 mediante el cual se reglamenta la imposición y aplicación del Comparendo Ambiental en el Distrito Capital.
	Resolución 472 de 2017 del MADS	La cual reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de construcción y demolición –RCD
RESIDUOS PELIGROSOS	Decreto 1609 de 2002	Por el cual se reglamenta el transporte y manejo terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.
	Decreto 4741 de 2005	Desarrollado parcialmente por la Resolución del Min. Ambiente 1402 de 2006 – Sobre el Manejo de Residuos Peligrosos. Se debe realizar la correlación e identificación de los residuos que se generen en una obra civil frente a los elementos y características de los anexos I, II y III del Decreto, para establecer o no su peligrosidad de acuerdo con el mismo y en caso positivo proceder acorde con el mismo.
	Resolución 1362 de 2 de agosto de 2007	Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27º y 28º del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005.
	Resolución 1188 del 9 de septiembre de 2003	Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital.
	Resolución 1446 de 2005	Por la cual se modifica parcialmente la resolución 415 de 1998 que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceite de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma.
SUELOS	Código de Recursos Naturales – Decreto-Ley 2811 de 1974	Parques Nacionales Naturales, Áreas Forestales Protectoras y Productoras Protectoras, Parques Regionales, Distritos de Manejo Integrado, entre otras.
	Ley 9 de 1989	Por la cual se dictan normas sobre planes de desarrollo municipal, compraventa y expropiación de bienes y se dictan otras disposiciones.
	Ley 388 de 1997	Reglamentada por los Decretos Nacionales 150 y 507 de 1999; 932 y 1337 de 2002; 975 y 1788 de 2004; 973 de 2005; 3600 de 2007; 4065 de 2008; 2190 de 2009; Reglamentada parcialmente por el Decreto Nacional 1160 de 2010. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones de Ordenamiento territorial.
	Decreto 469 de 2003	Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.
	Decreto 190 del 22 de junio de 2004.	Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Decretos Distritales 619 de 2000 y 469 de 2003.
	Decreto 215 de 2005	Por el cual se adopta el Plan Maestro de Espacio Público para Bogotá Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones
	Decreto 622 de 2006 Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Por la cual se reglamenta la unidad de planeamiento zonal UPZ N°112, Granjas de techo, ubicada en la localidad de Fontibón
	Decreto 624 de 2007 Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.	Por la cual se complementa la ficha reglamentaria del sector normativo N°1, subsector de usos I, subsector de Edificabilidad A, de la UPZ N°112- Granjas de Techo, adoptada mediante el Decreto Distrital 622 del 29 de diciembre de 2006.

ELEMENTO	TIPO DE LEGISLACIÓN	DESCRIPCIÓN
SOCIAL	Decreto 523 de 2010	Por el cual se adopta la Microzonificación Sísmica de Bogotá D.C
	Ley 136 de 1994	Por la cual se dictan normas tendientes a modernizar la organización y el funcionamiento de los municipios.
	Ley 387 de 1997	"Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones". Artículo 22. De la participación comunal en el ordenamiento del territorio.
	Ley 397 de 1997	Ley General de Cultura
	Ley 743 de 2002	"Por la cual se desarrolla el artículo 38 de Constitución Política de Colombia en lo referente a los organismos de acción comunal". Artículo 12. Territorio. Artículo 19. Objetivos.
	Ley 1185 de 2008	Por la cual se modifica y adiciona la Ley 397 de 1997 –Ley General de Cultura– y se dictan otras disposiciones
	Ley 1381 de 2010	Artículo 8. Derechos en las relaciones con la administración pública.
	Decreto 1066 de 2015	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo del Interior"
	Decreto 1076 de 2015	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible" ARTÍCULO 2.2.2.3.3.3. Participación de las comunidades.
	Decreto 1080 de 2015	"Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura" Por compilación del Decreto 264 de 1963, Decreto 833 de 2002 y decreto 763 de 2009 en lo referente a patrimonio arqueológico.
	Ley 1806 de 2016	"Por la cual se expide el Código Nacional de Policía y Convivencia". TÍTULO XII Del patrimonio cultural y su conservación CAPÍTULO 1 Protección de los bienes del patrimonio cultural y arqueológico
	Resolución 139 de 2017	Por la cual se establece el procedimiento del Registro Nacional de Arqueólogos.
	Decreto 1353 de 2018	Por el cual se adiciona el capítulo 10 al título V de la parte 2 del libro 2° del Decreto Único Reglamentario del Sector de Minas y Energía en lo relacionado con la gestión integral del patrimonio geológico y paleontológico de la Nación y se dictan otras disposiciones.
	Decreto Distrital 396 de 2017	Por medio del cual se adopta la actualización de la estratificación de Centros Poblados en Bogotá D.C

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.3.1 Trámite ante autoridades competentes y entidades

Se llevó a cabo revisión de información secundaria para identificar la necesidad de solicitar información socio ambiental a diferentes instituciones y entidades gubernamentales, con el fin de realizar un estudio y análisis integral de la misma con relación al proyecto. Como resultado de dicha revisión, en la Tabla 1-3 se relacionan los trámites realizados, indicando la entidad, el objeto del trámite, así como el estado del radicado o respuesta recibida. Los soportes de los radicados y respuestas recibidas se presentan en el **Anexo Cap. 1, Oficios y Asp_Legales**.

Tabla 1-3 Relación de trámites realizados para el presente estudio

Nº	DESCRIPCIÓN	ENTIDAD	Nº RADICADOS
1	Solicitud de concepto sobre necesidad de tramitar Licencia Ambiental para la construcción de la Subestación Terminal, Líneas de 115 kV y módulos de conexión	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Solicitud SDA Radicado N° 0607955 Respuesta SDA Radicación N° 2017EE126417
2	Información confluencia del proyecto con estructura ecológica principal de Bogotá D.C	Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Respuesta SDA 2017EE45909
3	Solicitud de certificación de presencia de presencia o no de comunidades étnicas	Ministerio del interior - MININTERIOR	Solicitud MININTERIOR Radicado N° EXTMI17-56678 Respuesta MININTERIOR Certificado N° 0104 de 23 de Febrero de 2018
4	Accesibilidad del predio Subestación Terminal	Secretaría Distrital de Planeación - SDP	Respuesta SDP Radicado 2-2017-17681
5	Gestiones para obtención del plan de contingencias de la EDS Milenium Gas	Milenium Gas Secretaría Distrital de Ambiente - SDA	Solicitud comunicado CA18-01002-0004 Solicitud comunicado CA18-01002-0012

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

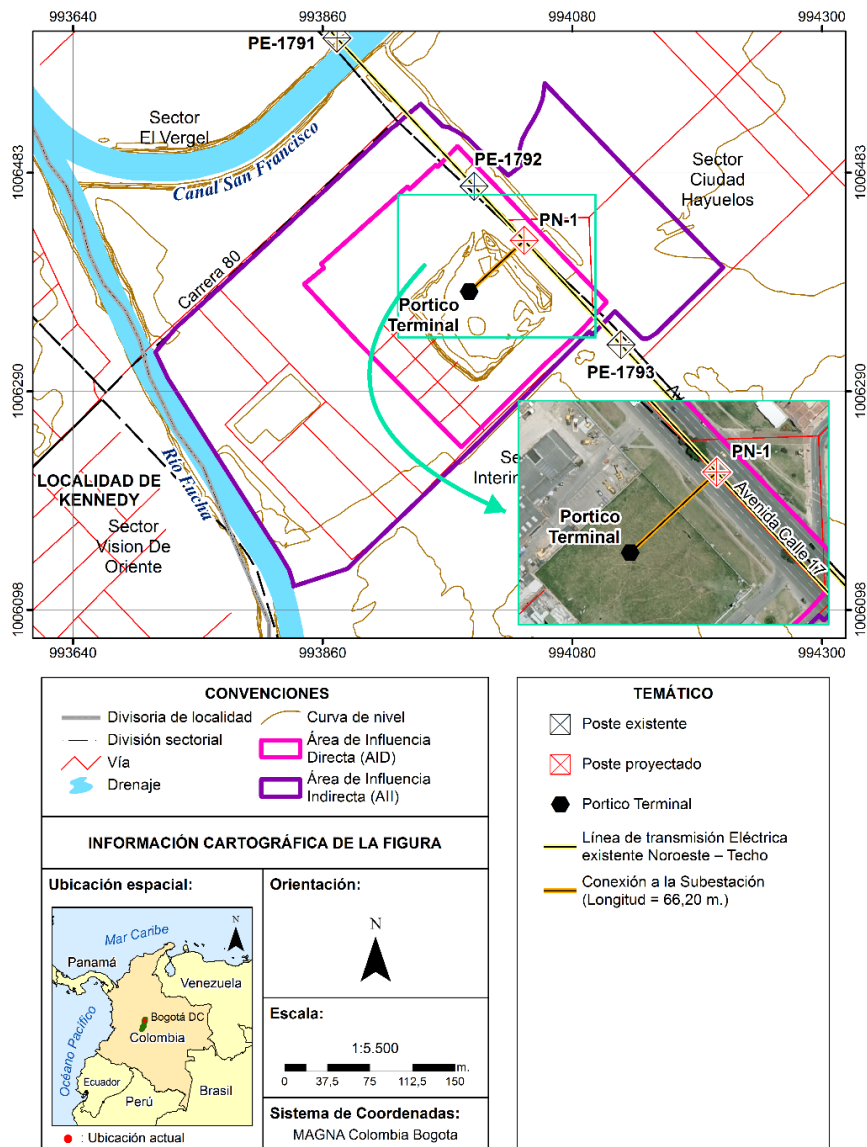
1.3.2 Localización de otros proyectos en el área de influencia del proyecto

Teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 2.2.2.3.6.4 del Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado a la superposición de proyectos, se evidencia la intersección del área de influencia del proyecto con la avenida calle 17 o avenida Centenario, por otro lado, se encuentran redes de acueducto, alcantarillado y gas natural.

1.3.2.1 Sector infraestructura

La Subestación Terminal estará conectada con la línea de transmisión eléctrica existente Noroeste –Techo mediante una línea aérea doble circuito de 115 kV, las cuales se intersectan con la avenida Calle 17 (ver Figura 1-3) que comunica a la capital con los municipios de Facatativá, Mosquera, Madrid, entre otros. Sobre el separador central de dicha vía se instalará un poste con una altura de 27 m el cual soportará la línea de conexión a la subestación Terminal.

Figura 1-3 Intersección de la avenida Calle 17 con el AID



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.3.2.2 Servicios públicos

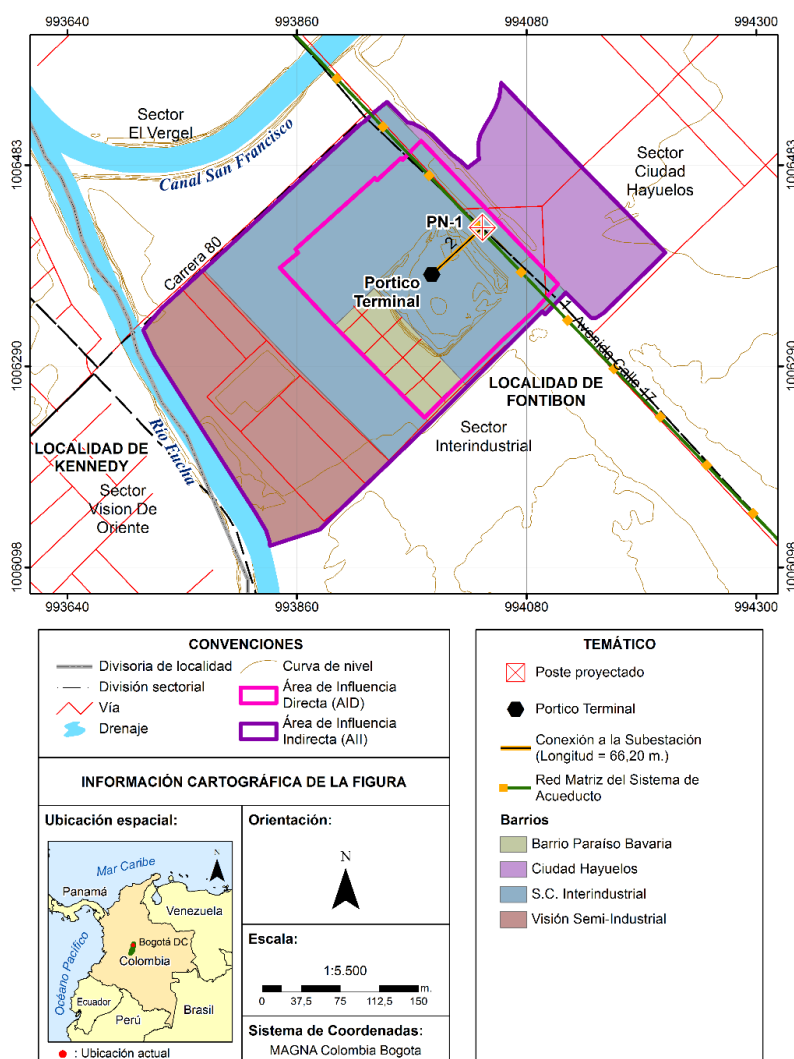
A continuación, se relacionan las redes de acueducto, alcantarillado y gas natural que actualmente ubican en el área de influencia directa del proyecto.

1.3.2.2.1 Red de acueducto

En el área de influencia directa (AID), se ubica la red matriz de acueducto, la cual se localiza de manera paralela a la avenida calle 17. La intersección del proyecto con la red matriz se presenta con el cruce de la línea aérea

doble circuito de conexión entre la Subestación Terminal y la línea de transmisión eléctrica existente Noroeste – Techo, tal como se observa en la Figura 1-4.

Figura 1-4 Red matriz de acueducto de Bogotá – EAAB

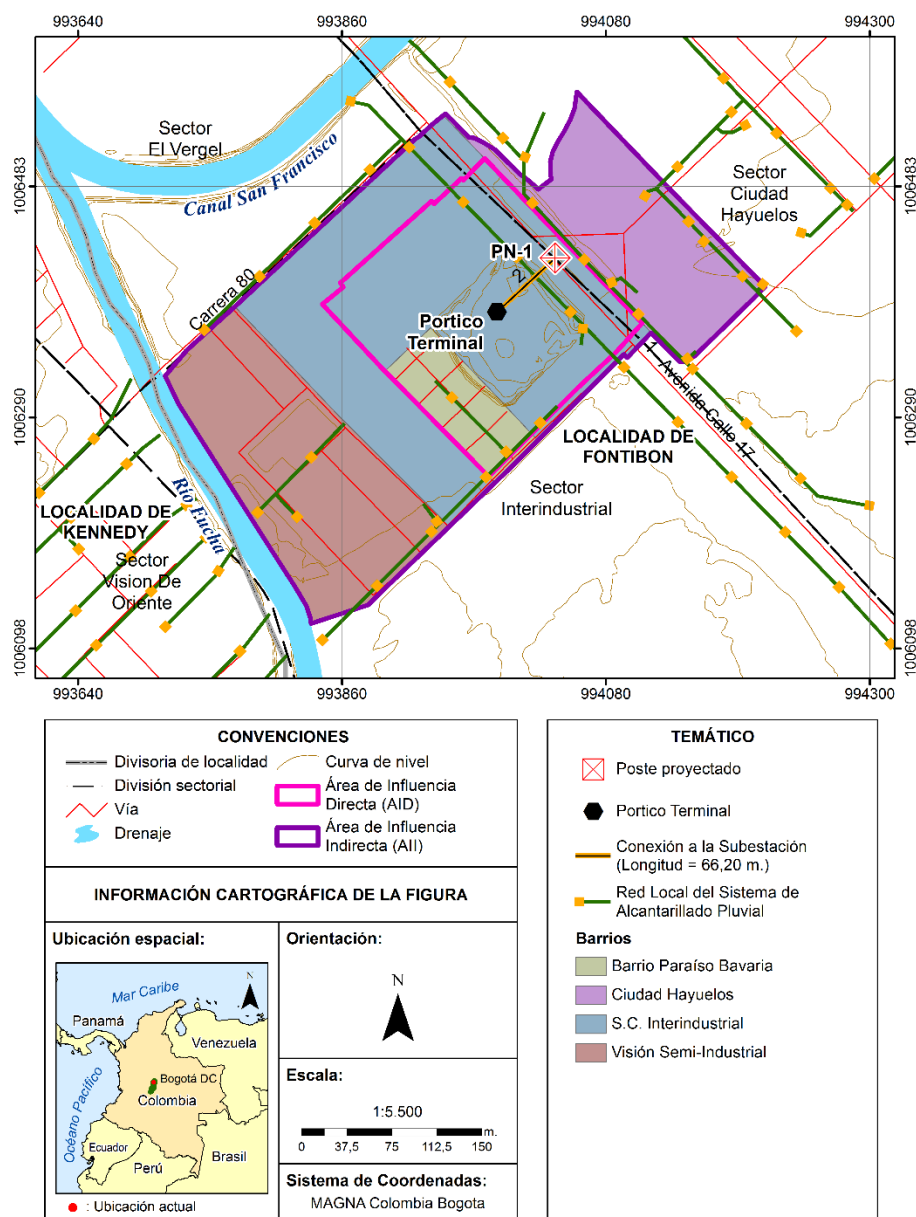


Fuente: A partir de datos suministrados por el IDECA, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.3.2.2.2 Red de alcantarillado

En la Figura 1-5 se aprecia la intersección de las dos líneas aéreas de conexión entre la Subestación Terminal y la línea de transmisión eléctrica existente Noroeste – Techo con la red pluvial localizada en el barrio S.C. Interindustrial.

Figura 1-5 Red local de alcantarillado pluvial de Bogotá



Fuente: A partir de datos suministrados por el IDECA, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.4 Alcances

El Estudio de Impacto Ambiental corresponde a un instrumento para la toma de decisiones. Con base al Estudio se definen las respectivas medidas de manejo ambiental, de monitoreo y seguimiento, contingencia y mitigación de los impactos ambientales generados por la ejecución del proyecto. El Estudio de Impacto Ambiental propone soluciones para lograr la prevención, mitigación, corregir y/o compensación de los impactos ambientales negativos identificados a través de programas, proyectos y actividades en el plan de manejo ambiental y programa de seguimiento y monitoreo. Éste fue elaborado a partir de la consulta de información secundaria y levantamiento de información primaria, entre 24 de enero de 2018 y 26 de marzo de 2018, la cual fue colectada mediante distintos métodos y técnicas, por un equipo interdisciplinario de profesionales idóneos.

El diseño del proyecto se concibió buscando optimizar y racionalizar el uso de recursos naturales, para evitar y minimizar los impactos negativos que pudieran presentarse, los cuales son dimensionados y evaluados cualitativamente, contrarios a los impactos positivos, que tenderán a maximizarse, para potenciar mejores condiciones sociales y ambientales.

Es de anotar, que el proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV” no requiere la sustracción de áreas de reservas u otras categorías de áreas protegidas, puesto que en la verificación cartográfica y de campo no se encontraron ecosistemas sensibles dentro del área de influencia del proyecto, que pudieran verse afectados por la ejecución de éste, de igual manera, no se contempla la captación de aguas superficiales ni subterráneas para su ejecución en ninguna de sus etapas, ya que se obtendrá el recurso a través de la prestación del servicio de acueducto a través de terceros autorizados.

1.5 Metodología

La metodología llevada a cabo para realizar el Estudio de Impacto Ambiental, sigue las orientaciones de los términos de referencia establecidos en 2017 por la Secretaría Distrital de Ambiente - SDA para la elaboración de estudios de impacto ambiental para el “*Tendido de líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220kV*”.

1.5.1 Metodología definición áreas de influencia

Los elementos a tener en cuenta para la definición y delimitación del área de influencia del proyecto parten de las definiciones y procedimientos establecidos en los términos de referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente SDA. De esta manera, el área de influencia directa del proyecto se entiende como “*aquella donde se manifiestan los impactos generados por las actividades de construcción y operación, la cual está relacionada con el sitio del proyecto y su infraestructura asociada*”; mientras que el área de influencia indirecta será aquella “*área donde los impactos trascienden el espacio físico del proyecto, su infraestructura asociada, es decir, la zona externa al área de influencia directa y se extiende hasta donde se manifiestan dichos impactos*”.

En este sentido, la metodología partió del análisis de las actividades del proyecto presentadas en el Capítulo 2 del presente estudio (Descripción del proyecto), el requerimiento de uso y aprovechamiento de recursos naturales, los componentes que conforman los medios abiótico, biótico y socioeconómico, y los impactos ambientales significativos que se generarían por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con lo anterior, la definición del área de influencia indirecta se estableció a partir de los elementos predominantes de los componentes, es decir, en función de unidades de análisis³ como unidades fisiográficas naturales, antrópicas y bloques urbanos, así como los impactos ambientales que existen sobre el área y aquellos que podrían ser generados por el proyecto⁴, teniendo en cuenta las áreas de intervención y las actividades previstas a ejecutar por el proyecto.

La identificación y espacialización de los criterios físicos y bióticos de mayor relevancia, permitieron establecer distintas condiciones fisiográficas que establecen una frontera sobre los impactos. Para el caso del medio socioeconómico, es de anotar que, para efectos del presente estudio, se tomó información secundaria a escala de ciudad y localidad, el área de influencia indirecta no se definió con arreglo a las unidades territoriales en los términos del Art. 1 de la Ley 136 de 1994, sino con relación al asentamiento de población en condiciones de proximidad a las zonas de trascendencia de impactos. Lo anterior se ajustó a la solicitud específica de los Términos de Referencia en cuanto a que, para los aspectos sociales, *“las áreas de influencia definidas tendrán en cuenta las áreas étnicas de uso social, económico y cultural entre otros, asociadas a las comunidades asentadas en dichos territorios”*. Así mismo, la definición de área de influencia indirecta tuvo en cuenta la condición de puntualidad geográfica del proyecto objeto de licenciamiento.

Mediante un recorrido exploratorio realizado por profesionales técnicos, ambientales y sociales en la zona previamente definida para la ubicación del proyecto, se procedió a verificar la existencia de áreas de uso social, económico y cultural. Teniendo en cuenta el entorno urbanizado y altamente poblado de la zona, se realizó la identificación de barrios, unidades sociales productivas y zonas de aprovechamiento e interés comunitario. Aunque el barrio no está contemplado específicamente como una unidad o división territorial en la Ley 387 de 1997, sino como una forma de espacialización de la participación ciudadana en asuntos de interés colectivo y local en la Ley 136 de 1994, se realizó una verificación de la existencia de zonas identificadas bajo esta figura en el área de influencia del proyecto, para lo cual se consultó el Sistema de Información de Norma Urbana y POT (SINUPOT) de la Secretaría Distrital de Planeación (SDP), así como los listados de barrios legalizados en la localidad de Fontibón con corte al 15 de septiembre de 2017.

Dado que también se debe establecer la intervención del área de materialización del proyecto en zonas de uso y presencia de comunidades étnicas con las cuales deba llevarse a cabo el proceso de consulta previa según la Ley 21 de 1991, la Ley 99 de 1993, y los Decretos Únicos Reglamentarios 1066 y 1076 de 2015, se remitió la respectiva información sobre el proyecto (incluyendo data georreferenciada) al Ministerio del Interior para el proceso certificatorio correspondiente (ver Figura 1-6). Los soportes de solicitud y respuesta de dicha información se encuentran en el **Anexo Cap. 1, Oficios y Asp_Legales, MININTERIOR, Rdo_MININTERIOR_Comunidades etnicas y Rta_MININTERIOR_Comunidades etnicas**. Se tomó como referencia el formato de solicitud de certificación de presencia o no de grupos étnicos en el área de influencia de un proyecto, obra o actividad, el cual se encuentra disponible en el sitio web del MININTERIOR⁵.

³ Las unidades tienen una unidad mínima de análisis cartográfica según la escala del mapa proyectado.

⁴ Esta delimitación se realizará teniendo en cuenta que la manifestación de los impactos ambientales de un proyecto obra o actividad, varía de un componente a otro, y de una actividad a otra; es decir que puede no existir un polígono único para todos los componentes, sin embargo, el área de influencia a delimitar corresponde a una única área, que resulta de la integración de las áreas de influencia de los componentes evaluados.

⁵ MININTERIOR. Formato de solicitud de certificación de presencia o no de grupos étnicos en el área de influencia de un proyecto, obra o actividad [en línea], http://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/01_verison_02.pdf [citado en 16 de marzo de 2018].

Figura 1-6 Proceso de solicitud de certificación de presencialidad de grupos étnicos en áreas de interés



Fuente: Sitio web MININTERIOR (2017)

1.5.2 Metodología medio abiótico

1.5.2.1 Geología

Para el desarrollo de la temática del medio geosférico, se inició con la búsqueda, adquisición, evaluación y selección de fuentes de información secundaria, que incluye documentos y cartografía del área. Con base en el nivel de detalle y precisión de la información adquirida se generan los mapas temáticos preliminares y se determinan los vacíos de información, cuya adquisición será prioridad durante la etapa de campo.

A continuación, se describen las fases empleadas para la caracterización de los elementos geológicos:

- **Revisión y análisis de información secundaria**

Consulta de fuentes de información oficiales como el Servicio Geológico Colombiano, ANH e IGAC y otras publicaciones de carácter científico y privado como el POT de Bogotá.

- **Fase de campo**

Durante la etapa de campo se procede a la verificación de la información de referencia, información existente en el Servicio Geológico Colombiano –SGC y se complementará con las observaciones de campo de los rasgos estructurales más sobresalientes del área.

- **Fase de oficina**

En esta fase se realiza un análisis de las imágenes de radar de banda L ALOS PALSAR en conjunto con el DEM PALSAR de 12.5m, permitiendo evaluar rasgos estructurales y diferencias texturales que admitan una diferenciación de las unidades geológicas a escalas más detalladas que la cartografía geológica 1:100.000 disponible en el SGC.

Con la información recolectada, se procede a construir el mapa temático de geología con las unidades litológicas y las estructuras más importantes, principalmente las relacionadas con el proyecto en sí. Estos mapas se construyeron en escala 1:50.000 para el Área de Influencia Indirecta, y 1:25.000 para el Área de Influencia Directa, con visualización a escala 1:1.500.000, tal como se indica en los términos de referencia de la SDA.

1.5.2.2 Geomorfología

La metodología utilizada para la identificación, clasificación de las unidades geomorfológicas y su dinámica, adopta los lineamientos establecidos en el documento “Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia” del SGC (2011), que está basado en el sistema del I.T.C. de Holanda, para levantamientos geomorfológicos, plasmado por Van Zuidam, *et. al.*, (1991).

Posteriormente, se realiza un análisis de las formas del relieve del terreno y su comportamiento dinámico con base en la interpretación de productos de sensores remotos y posterior verificación de campo. Se realiza en campo el reconocimiento de procesos erosivos o procesos dinámicos que produzcan o que potencialmente puedan llegar a generar zonas geotécnicamente inestables.

El análisis geomorfológico está basado en cuatro (4) factores principales: morfogénesis, morfoestructura, morfodinámica y morfografía.

1.5.2.3 Suelos

El desarrollo del componente suelos requiere de un marco metodológico que abarque los edafotaxones, las unidades geopedológicas, el uso actual, la capacidad de uso del suelo y los conflictos que éste presenta. Así mismo, posee tres fases de trabajo que son: la recopilación de información secundaria y de reconocimiento satelital del área de influencia, la fase de campo y, por último, la fase de consolidación de información primaria y secundaria, a nivel cartográfico y documental.

El análisis requiere integralidad, la cual incluye cuatro elementos base para su estudio, según lo determinado por las autoridades ambientales como la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá (SDA) en los TDR para tendido de las líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV (2017), y el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo en la metodología para estudios ambientales (2018).

El reconocimiento del suelo con su taxonomía y relación con la geomorfología, así como la dependencia del uso actual con las coberturas, definición de la capacidad de uso de la tierra, para finalmente, establecer los conflictos naturales de uso. De igual forma, se analizan los conflictos desde la perspectiva del ordenamiento territorial, así como la incidencia del proyecto.

Los acápites por trabajar son cuatro (4): suelos, uso actual, uso potencial y conflictos y, metodológicamente, se contemplan tres (3) fases, en donde se aplican una serie de pasos, considerando los requerimientos del estudio en términos de tipo de información, tiempos, tipo de proyecto y condiciones ecológicas del área de estudio.

En la fase de campo, se consideró la metodología para levantamiento de suelos definida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, las muestras de los perfiles modales para cada unidad de suelos y serán un solo grupo por edafotaxón. La toma de muestras en campo para ser enviadas al laboratorio, se realizarán conforme a las normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización -ICONTEC NTC 4113-1, NTC 4113-2, relacionadas directamente con el objeto del monitoreo de suelos presente.

1.5.2.3.1 Fase preliminar

Para la fase preliminar se acogen las directrices indicadas en la Metodología de Estudios Ambientales (MINAMBIENTE, 2018), los lineamientos en cartografía, geomorfología, clima y suelos establecidos por el IGAC, así como la utilización de fuentes oficiales y avaladas por la autoridad ambiental.

Se concentra en la recolección de información secundaria relevante para el componente de suelos, en instituciones como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, Ministerio de Ambiente y Desarrollo, Instituto de Estudios Ambientales- IDEAM, Alcaldía de Bogotá, Alcaldía Local de Fontibón, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá-EAAB, así como documentos de regulación territorial como el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá vigente. La revisión cartográfica básica y temática (geología, geomorfología, pendientes, áreas de influencia, POT, coberturas, hidrología, zonas climáticas, erosión, etc.) se realizó en las entidades anteriormente mencionadas.

Tabla 1-4 Relación documentos revisados

TÍTULO	TIPO	AUTOR	AÑO
Descripción y contexto de las cuencas hídricas del Distrito Capital (Torca, Salitre, Fucha y Tunjuelo)	Informe Técnico No. 01575	Secretaría distrital de ambiente	2015
Análisis Geográficos No 24 (Plioceno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores, 1995” y “Análisis Geográficos No 26 (Neógeno y Cuaternario del Altiplano de Bogotá y alrededores II), zona norte y aspectos generales.	Revista Análisis Geográfico No 24 y 26	Thomas Van Der Hammen - IGAC	1995, 2003
Estudio general de suelos de Cundinamarca	Estudio de suelos 1_100.000	IGAC	2000
Plan de ordenamiento territorial de Bogotá D.C:	Clasificación de usos del suelo, línea base, ajustes	Alcaldía de Bogotá, oficina de planeación	2004, 2009, 20012 y 20016

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

A nivel de cartografía, se prospectó inicialmente la definición de un área de influencia, con ésta, se consultan las fuentes de información indicadas y se construye un mapa preliminar de suelo, consolidando los puntos de muestreo según aspectos geográficos del proyecto.

1.5.2.3.2 Fase de campo

Consiste en el levantamiento de información primaria, basado en la verificación de unidades geomorfológicas y taxones edáficos, chequeo de unidades cartográficas de suelo, descripción de calicatas, cajuelas y/o barrenadas, toma de muestras para el laboratorio de suelos, construcción de registro fotográfico y, por último, la verificación y corrección de unidades geopedológicas.

Las técnicas de muestreo se aplicaron de acuerdo con los estándares vigentes para obtención, procesamiento y presentación de información de campo establecidos por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC⁶, así como todo lo relacionado con el monitoreo para la caracterización de suelos, éste se desarrollará dando cumplimiento a las normas establecidas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Normalización - ICONTEC NTC 4113-1, NTC 4113-2, así como las especificaciones de los TDR de la autoridad ambiental para el objeto del presente proyecto.

- **Muestreo en campo**

La información de campo para este componente suministra datos que permiten conocer e inferir las propiedades fisicoquímicas y biológicas, como son: tipo de arcilla, profundidad del nivel freático, presencia de carbonatos y materia orgánica, macro y meso fauna edáfica, porosidad, ceniza volcánica, entre otros. Durante la descripción de los horizontes, se puede determinar las propiedades y limitantes físicas de uso, ayudando al diagnóstico preciso de los elementos cuantificables y de mayor utilidad edáfica.

⁶ Metodología de Levantamientos Agrológicos M40100-01/11 (2011).

Los puntos de muestreo se seleccionaron en el área de influencia directa, es decir, los cambios de las geoformas o en la cobertura, ya que el lote permite visualizar y verificar los condicionantes que inciden sobre la formación del suelo; tipo de relieve y topografía, clima y humedad ambiental (frío seco), el material parental, así como el tipo de cobertura actual.

Los tipos de muestreo aplicados fueron dos cajuelas, una de verificación y otra de descripción, en razón a las condiciones de penetración actuales que presentan limitantes físicos, por presencia de materiales antrópicos como residuos de construcción y desechos de consumo humano como bolsas plásticas y recipientes. Así mismo, el barreno no penetraba y dejó de ser funcional por las condiciones descritas. La calicata no se logró hacer porque la profundidad máxima de penetración alcanzada fue de 35 cm, sin cumplir los principios de sección mínima recomendada a fin de permitir una adecuada inspección de las paredes.

La cajuela de caracterización se detalló e incluye la recolección de muestras para ser llevadas al laboratorio, estas excavaciones fueron de 0.80x0.85x0.35 metros en forma de rectángulo, realizadas inicialmente con paladraga y luego perfiladas con pala, estas permiten la inspección directa del suelo, convirtiéndose en un método de exploración que brinda información confiable y completa. Adicionalmente, se realizó una perforación de 35 cm de profundidad y de forma circular con 20 cm diámetro, en donde se aplicó la prueba de percolación.

Las pruebas químicas aplicadas *in situ* son de tres tipos, una para establecer la presencia de ceniza volcánica en los horizontes con fluoruro de sodio (NaF) y fenoftaleína, la segunda es con el objeto de determinar si existen o no carbonatos y se hace con ácido clorhídrico (HCl), la última es la prueba con peróxido de hidrógeno (H₂O₂) tendiente a saber si existe materia orgánica o no en el perfil de suelo.

Las muestras recolectadas se dispusieron en bolsas plásticas (polietileno), con el objeto de evitar la contaminación de la misma, ya que cualquier elemento extraño a la muestra de tierra puede inducir a errores en el análisis químico, con la consecuente falla en su interpretación. Posteriormente, se procedió a sellar herméticamente y rotularse, éste incluyó los datos de número de muestreo, lugar (departamento, municipio y vereda), número del perfil y del horizonte. Se colectó un (1) kg de suelo para garantizar la cantidad adecuada en su procesamiento. La muestra envasada y claramente identificada se remitió con prontitud al laboratorio nacional de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, para ser estabilizada y procesada. Las ilustraciones y descripciones geográficas se encuentran en el Capítulo 3, acápite 3.2 medio abiótico del presente estudio, así como en el **Anexo Cap. 3, 3.2 Abiótico, Suelos, Análisis suelo**.

Así mismo, se realizó una revisión de las coberturas actuales desde la óptica de los usos que se efectúan al momento de la visita de verificación. El punto de partida es el mapa preliminar de coberturas suministrado por el área biótica.

• Pruebas de laboratorio

El laboratorio de suelos seleccionado, se encuentra certificado por el IDEAM, conforme lo exige la normatividad actual, se tomó como referencia el Laboratorio Nacional de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC, con la SOLICITUD No. 2773_1 y No de laboratorio 1-28442 para las siguientes determinaciones analíticas (ver Tabla 1-5).

- El análisis llamado Q1 de caracterización que incluye: capacidad de intercambio catiónico, calcio, magnesio, potasio, sodio, fósforo, aluminio de cambio, saturación de bases, carbón orgánico, textura y pH.

- El análisis Q 24 para determinar conductividad eléctrica (ds/m)
- La prueba mineralógica M15, de mineralogía de arcillas por rayos X (método de Thorez), con separación de la fracción y tratamientos naturales, glicol y calentamiento a 550°C más muestra total (método de polvo).

Tabla 1-5 Pruebas de laboratorio del Q1



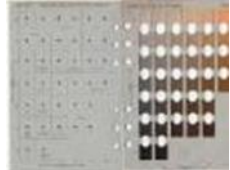

VARIABLE	MÉTODO
pH	Potenciométrico relación suelo-agua 1:1
Textura	Bouyoucos
CIC	Acetato de Amonio 1N-PH 7-0 Protocolo IGAC
Calcio	Absorción Atómica
Magnesio	Absorción Atómica
Potasio	Absorción Atómica
Sodio	Absorción Atómica
Fósforo	Absorción Atómica
Carbón Orgánico	IGAC 6 ed. 2006
Saturación de Bases	Absorción Atómica
Aluminio Intercambiable	Extracción con cloruro de Potasio 1N
Nitratos y Amonio	Kjendal

Fuente: Laboratorio Nacional de Suelos IGAC, 2018

• Materiales, insumos y equipos

A continuación, se relacionan los materiales, insumos y equipos utilizados para el monitoreo de suelos.

Tabla 1-6 Materiales, insumos y equipos

MATERIALES Y EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
GPS	Es un instrumento que permite determinar las coordenadas y alturas con precisión, es decir, un sistema de posicionamiento global funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta Tierra, a 20 200 km de altura, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra.	
Lupa	Objeto de vidrio o plástico, con un lente de aumento de hasta 10x, que permite verificar la mineralogía de las rocas y el suelo, enfatizando en aquellas partículas que por su brillo, color y tamaño suelen ser indicadores de ciertas propiedades.	
Tabla Munsell	Se utiliza para describir el color del suelo basado en el sistema de clasificación Munsell, que consiste en describir todos los posibles colores en términos de tres coordenadas: matiz (Hue), claridad (Value) y pureza (Chroma).	
Peachímetro	Instrumento que se utiliza para medir el pH del suelo y la humedad. Compuesto por un electrodo sensible que mide valores de pH de 3 a 8 e indica la acidez y la alcalinidad y valores de 1 a 8, que indica la humedad del suelo. En campo se usó un peachímetro digital y la muestra de laboratorio lo verifica nuevamente.	

MATERIALES Y EQUIPOS	DESCRIPCIÓN	FOTOGRAFÍA
Pala o Palín	Se emplea para cavar y hacer las cajuelas y calicatas, debe ser recta y poseer filo para poder cortar los materiales del suelo.	
Penetrómetro de bolsillo	Es una herramienta con la cual se prueba el nivel de compactación y labrado de su suelo. El Penetrómetro mide la resistencia del suelo que da una indicación de que tan compactado está el suelo	
Cuchillo Pedológico	Instrumento que se utiliza para separar los horizontes y verificar su dureza.	
Reactivos	Son de tres tipos, fluoruro de sodio (NaF) y fenolftaleína para identificar presencia de ceniza volcánica en el suelo, peróxido de hidrógeno (H2O2) para verificar contenidos de materia orgánica y, ácido clorhídrico (HCl) que indica contenidos de carbonatos.	
Papel Filtro	Papel químico utilizado para realizar pruebas en campo con los reactivos, especialmente para la identificación de ceniza volcánica.	
Cinta Métrica	Herramienta para medir los estratos rocosos, perfiles de suelo y profundidad piezométrica, según el caso en que se aplique.	
Cámara fotográfica	Instrumento para el registro fotográfico de todas las variables o indicadores importantes en campo, así como el seguimiento al muestreo respectivo.	
Bolsas Plásticas	Insumo requerido para transportar las muestras de suelos (1Kg) necesarias para enviar al laboratorio.	
Rótulos de papel	Rótulos adhesivos de papel, para marcar las muestras y permitir su identificación por horizonte y perfil en el laboratorio e informe.	

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

• Anexos

Se incluyen el registro fotográfico de las actividades desarrolladas *in situ*. Así mismo, son incorporados los resultados del laboratorio químico y mineralógico. Ver **Anexo Fotográfico** y **Anexo Cap. 3, 3.2 Abiótico, Suelos, Análisis suelo** respectivamente.

1.5.2.3.3 Fase de síntesis

Concentra sus acciones en la construcción del documento y mapas finales de suelos, uso actual, uno potencial y conflictos. Incluye las siguientes acciones.

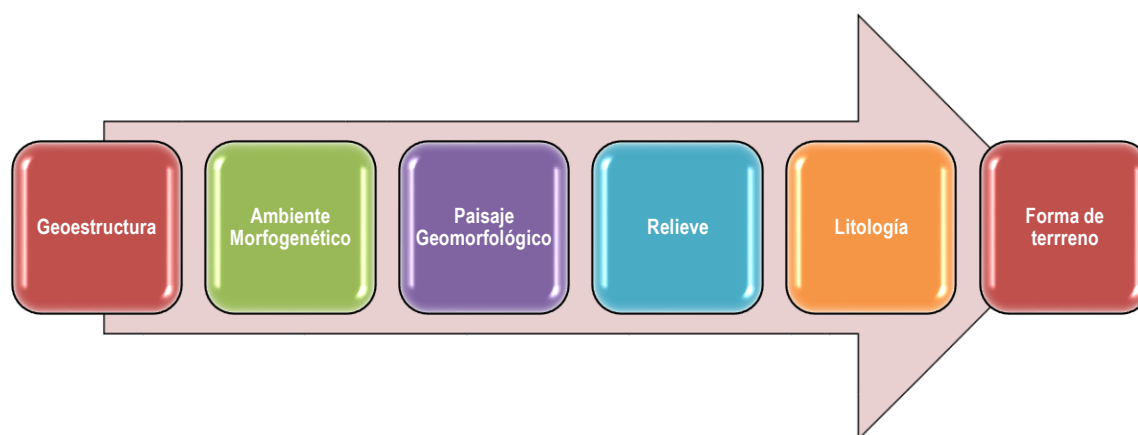
- Construcción del mapa de suelos definitivo (información primaria y secundaria)
- Análisis de resultados del laboratorio de suelos
- Elaboración leyenda definitiva de suelos
- Definición de usos del suelo definitivo
- Determinación de la capacidad de uso de la tierra para el AII y AID
- Definición de conflictos de uso (estado natural y POT actual)

Los mapas temáticos se diseñaron con su respectiva memoria técnica explicativa, armonizando la información secundaria y la información compilada en campo. La labor se realizó con el instrumento de recolección de información diseñado para tal fin, y sujeta de revisión y aprobación.

• Suelos

A nivel metodológico, las unidades de paisaje se construyeron aplicando el sistema geomorfológico, taxonómico, multicategórico y jerarquizado de Zinck, 1987, 2012, el cual está basado en atributos cualitativos y cuantitativos aplicables a la topografía y geomorfología. Las unidades cartográficas de los suelos (UCS) se categorizaron en fases por pendientes, donde la primera letra mayúscula identifica la geoforma, la segunda es el clima y la tercera el edafotaxón, la cuarta letra minúscula es la pendiente que se acompaña de un número en caso de presentar erosión. La construcción de las unidades cartográficas se circunscribe a lo descrito en la metodología, tomando como referente la información secundaria de la cartográfica de suelos del IGAC, así como la información primaria recolectada como se aprecia en los anexos de laboratorios y campo.

Figura 1-7 Orden del sistema geomorfológico taxonómico propuesto y ajustado por A. Zinck (19987, 2012)



Fuente: A. Zinck, Geopedología, 2012

Para la clasificación de los suelos se emplearon las técnicas de la Keys to Soils Taxonomy, 2010, Eleventh Edition, establecidas por la USDA-NRCS. La caracterización pedológica se realiza a partir de información primaria recopilada en campo y se confrontan con los estudios realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Bogotá D.C, finalmente es ajustada a las consideraciones y objeto del presente estudio.

En la identificación cartográfica de las unidades fisiográficas, se utiliza la metodología IGAC para el mapa de suelos, los símbolos de las unidades se representan por tres letras mayúsculas y un subíndice alfanumérico indicando respectivamente, paisaje clima y contenido pedológico.

Tabla 1-7 Nomenclatura aplicada en la unidad fisiográfica (paisaje, clima y suelos)

PAISAJE	SÍMBOLO
PLANICIE	R
ANTROPOGÉNICOS	A

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Tabla 1-8 Nomenclatura aplicada en la zonificación climática

ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA	SÍMBOLO
FRIO SECO	M

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Tabla 1-9 Nomenclatura aplicada al conjunto taxonómico

CONJUNTO TAXONÓMICO	SÍMBOLO
Consociación Typic Ustortepts	E
Consociación Aquíc Fluvaquents E	D
Consociación Anthrodensic Ustorthents, fragmentos líticos 40 al 60%	C
Suelos sellados y artificializados con infraestructura vial	B
Suelos sellados y rellenados con viviendas, industria y comercio	A

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

• **Uso actual**

En Colombia se adopta la metodología CORINE Land Cover en el contexto del programa de apoyo prestado por el Fondo Francés para el Medio Ambiente (FFEM), la Embajada de Francia en Colombia, el Instituto Geográfico Nacional de Francia (ING) y ONF Andina Colombia, con el fin de promover una metodología unificada y estandarizada para el territorio colombiano en relación con coberturas de la tierra.

Esta es una metodología específica para realizar el inventario de coberturas de la tierra que viene desarrollándose desde 1990 en Europa, para el caso colombiano es a partir del año 2010 que se publica la "Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover", la cual es adaptada por el IDEAM; permitiendo describir, caracterizar, clasificar y comparar las tipologías de la cobertura de la tierra en aras de construir los mapas temáticos respectivos.

Esta correspondencia se analiza cobertura a cobertura, determinando el uso actual del suelo correspondiente a cada una, teniendo en cuenta la diversidad de coberturas y de usos asociados según su localización geográfica, a fin de confirmar que los usos actuales estén en concordancia con lo identificado previamente por dicha autoridad ambiental.

Tabla 1-10 Coberturas encontradas en el AII

CÓDIGO CLC	NOMBRE DE LA COBERTURA
121	Zonas industriales o comerciales
1221	Red vial y terrenos asociados
111	Tejido urbano continuo
132	Zona de disposición de residuos
1411	Otras zonas verdes urbanas
1415	Parques urbanos
1416	Rondas de cuerpos de agua de zonas urbanas

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

- **Capacidad de uso de la tierra**

Existen diversos métodos de evaluación de tierras, entre ellos están la clasificación de las tierras por aptitud de uso desarrollado por la FAO (Organización de las Naciones Unidas Para la Alimentación y la Agricultura) y la clasificación de las tierras por su capacidad de uso establecido por la USDA.

El primero es un sistema de evaluación de tierras cuantitativo, flexible y dinámico, pero solo permite evaluar y clasificar la aptitud de la tierra con la existencia de un uso específico y en comparación de usos alternativos. El segundo es una evaluación cualitativa que consiste en agrupar unidades de tierra (mayormente unidades de suelo), con respuestas comparables a su manejo y limitaciones o riesgos de degradación.

El sistema de clasificación de las tierras por su capacidad de uso está basado en las normas y principios del servicio de conservación de suelos del departamento de agricultura de los Estados Unidos de América (manual 210, USDA, 1965) y adaptado por la subdirección de agrología del IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) desde 1968 hasta 2013.

Para el presente Estudio de Impacto Ambiental, se aplicó inicialmente esta última clasificación de tierras, es decir, la clasificación de uso de las tierras propuesta por la USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos), ya que se evalúa en general la capacidad de la tierra frente a una actividad productiva, sin referirse a cultivos específicos, priorizando la agricultura como el uso preferencial y con énfasis en la conservación de suelos (erosión, drenaje, limitaciones de enraizamiento y limitaciones climáticas) (Klingebiel & Montgomery, 1961), información disponible para el desarrollo del uso potencial de la tierra.

La evaluación inicial se realizó con base en las propiedades de los suelos, relieve, drenaje, erosión y clima de cada una, de las diferentes unidades cartográficas. Se toman aquellas características que por su importancia determinan la capacidad y vulnerabilidad del suelo frente a las principales actividades humanas que en él se ejecutan. El esquema básico de agrupación comprende los siguientes niveles o categorías sistemáticas: a) divisiones o grupos de capacidad; b) clases de capacidad de uso; y c) subclases de capacidad de uso.

En una segunda instancia se definió el uso potencial de los suelos, correlacionando las clases agrológicas, delimitando y agrupando unidades geográficas que compartan limitaciones, para luego ser compartidas en unidades de manejo homogéneas, y así finalmente definir el uso potencial de las tierras.

Las categorías aplicables para clasificar el uso potencial son agrícolas, ganadero, agroforestal, forestal y de conservación. Los tipos de datos aplicados para determinar el uso potencial de los suelos se muestran en la Tabla 1-11.

Tabla 1-11 Tipo de datos aplicados para determinar uso potencial del suelo

UNIDAD CARTOGRÁFICA DE SUELOS	AMCa
TAXONOMÍA	Anthrodensic Ustortepts
CLIMA	Frío Seco
PAISAJE	Planicie Antropogénica
CLASE AGROLÓGICA	VI
LIMITANTE	Suelos y clima
GRUPO DE MANEJO	3
RESTRICCIÓN	Media
CATEGORÍA	Apto
ACTIVIDAD	Ampliación infraestructura
TIPO USO	Urbano

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

- **Conflicto de uso de la tierra**

La comparación entre la oferta ambiental de las tierras, mediante el uso potencial de las mismas, frente a la demanda reflejada en la cobertura y uso actual de la tierra, permite establecer si se presentan o no conflictos en el uso del suelo, el cual se puede presentar en diversos grados (ligeros, moderados, severos). En los casos donde el uso actual concuerda con el uso potencial, se concluye que no hay conflicto de uso del suelo.

En la Tabla 1-12 se observan las fuentes de información para establecer el mapa de conflictos, para posteriormente aplicar la matriz de decisión (IGAC, CORPOICA, 2002) la cual se muestra en la Tabla 1-13 y se obtiene el mapa resultado con las siete categorías de conflicto de uso.

Los tipos de conflicto de uso de la tierra se establecen en categorías que van desde tierras sin conflicto de uso, conflictos por subutilización y conflictos por sobreutilización, en diversos grados, ligeros, moderados hasta severos, los cuales se presentan en la Tabla 1-14.

Tabla 1-12 Insumos para desarrollar el conflicto de uso

INSUMOS DE ENTRADA	SALIDA	PRODUCTO FINAL
Coberturas	Mapa de uso actual	Conflictos de uso
Recursos Hídricos		
Suelos	Mapa de uso potencial	
Capacidad de Uso		
Plan de Ordenamiento		

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Tabla 1-13 Matriz de decisión para calificación de conflictos de uso

MATRIZ CONFLICTO DE USO			USO ACTUAL													
			AGRÍCOLA			AGROFORESTAL			GANADERÍA			FORESTAL			CONSERVACIÓN	
			CTI	CTS	CSI	CSS	SAG	SAP	SPA	PSI	PEX	FPR	FPP	FPT	CRH	CRE
USO POTENCIAL	AGRÍCOLA	CTI	A	A	S2	S2	S2	S3	S3	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3
		CTS	A	A	S1	S1	S2	S3	S3	S1	S3	S3	S3	S3	S3	S3
		CSS	O1	O1	A	A	A	S2	S2	O1	S2	S1	S3	S2	S3	S3
	AGROFORESTAL	SAG	O3	O1	O2	O1	A	S2	S2	O2	S1	A	S2	S3	S3	S3
		SAP	O3	O1	O2	O1	O1	A	A	O2	A	A	S2	S3	S2	S3
		SPA	O3	O2	O3	O2	O2	A	A	O2	A	A	S2	S2	S2	S3
	GANADERÍA	PSI	O1	O1	O1	O1	O1	S1	S1	A	S2	A	S3	S2	S2	S3
		PEX	O3	O3	O3	O2	O2	S1	S1	O1	A	A	S2	S3	S3	S3
	FORESTAL	FPR	O3	O2	O3	O3	S1	O1	O1	O3	S2	A	S2	S2	S2	S3
		FPP	O3	O3	O3	O3	O2	O2	O2	O3	S2	A	A	S1	S1	A
		FPT	O3	O3	O3	O3	O2	O3	O3	O3	O2	A	A	A	A	A
	CONSERVACIÓN	CRH	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	A	A	A	A
		CRE	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	O3	A	A	A	A	A

Fuente: A partir de información de IGAC-CORPOICA 2002, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Tabla 1-14 Tipos de conflictos de uso de la tierra

SÍMBOLO	TIPO DE CONFLICTO
A	Sin conflicto
S1	Subutilización Ligera
S2	Subutilización Moderada
S3	Subutilización Severa
O1	Sobreutilización Ligera
O2	Sobreutilización Moderada
O3	Sobreutilización Severa

Fuente: A partir de información de IGAC-CORPOICA 2002, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.5.2.4 Hidrología

A partir de la definición de las áreas de influencia del proyecto, se realizó la búsqueda de información secundaria relacionada con el componente hídrico disponible en fuentes oficiales o privadas, para lo cual se verificó entre otros, la cartografía IGAC, mapas de la Secretaría Distrital de Ambiente, POMCA del río Bogotá, información cartográfica del sistema de información de norma urbana y Plan de Ordenamiento Territorial SINUPOT, Google Earth, y estudios realizados en el área.

Teniendo en cuenta que el desarrollo del proyecto no contempla el uso o intervención directa de ninguna fuente hídrica, y que por ubicación espacial del proyecto uno de los límites fisiográficos empleados en la delimitación del área de influencia indirecta fue el margen derecho del canal del río Fucha, la caracterización del componente hidrológico abarca esta fuente como único sistema lótico identificado en cercanías del área de ubicación de la subestación Terminal y su línea asociada.

La labor de caracterización del río Fucha se desarrolló inicialmente en oficina mediante el procesamiento de información secundaria en el software especializado ArcGis 10, realizando la delimitación topográfica de la cuenca a través del uso del modelo digital de elevación, el cual corresponde a una representación visual y

matemática de los valores de altura con respecto al nivel medio del mar, se caracterizan las formas del relieve y los elementos u objetos presentes en el mismo.

La codificación de las cuencas hidrográficas se realiza con base en lo reglamentado en el Decreto 1640 de 2012 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la última actualización del Estudio Nacional del Agua -ENA⁷ del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2014). Posteriormente con base en la información procesada, se procedió a corroborar la información mediante la visita del área, determinando los niveles máximos del cuerpo hídrico a través de comunicaciones verbales personales con los residentes del barrio Paraíso Bavaria.

1.5.2.5 Hidrogeología

Inicialmente se revisó información bibliográfica de las entidades oficiales de Bogotá, se realizó una relación del sitio de interés a visitar teniendo en cuenta condiciones hidrogeológicas de la zona basadas en información de sensores remotos e información secundaria de entidades oficiales, tales como el Atlas Hidrogeológico de Colombia 2004, Atlas Geológico de Colombia 2015, entre otros.

Una vez analizada la información se realiza una categorización hidrogeológica de acuerdo con la metodología de las zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia utilizada por el Servicio Geológico Colombiano –SGC- (anteriormente INGEOMINAS) deducidas del reconocimiento geológico e hidrogeológico, la definición de éstas se soporta en conceptos de permeabilidad e impermeabilidad de acuerdo con las características litoestratigráficas de cada formación geológica.

- **Vulnerabilidad de los acuíferos**

La vulnerabilidad de las aguas subterráneas, debido a la polución, está en función de la naturaleza de los suelos suprayacentes a la tabla de agua, la naturaleza de los estratos geológicos que conforman el acuífero y la profundidad de la zona insaturada o el espesor de los depósitos confinados (Hiscock, 2005).

Tabla 1-15 Comparación de los métodos para medir la vulnerabilidad de los acuíferos

MÉTODOS PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD DE LOS ACUÍFEROS											
DRASTIC		GOD		SINTACS		EPIK		EKv		Δ HT'	
D	Profundidad de la tabla freática	G	Tipo de acuífero	S	Profundidad del agua	E	Características del epikarst	E	Espesor de la sección subsaturada	Δ H	Diferencia de potencial hidráulico
R	Recarga Neta			I	Infiltración	P	Cobertura edáfica				
A	Litología			N	Zona subsaturada	I	Infiltración				
S	Suelo			T	Tipo de suelo						
T	Topografía	O	Litología	A	Características del acuífero	K	Red Kárstica	Kv	Permeabilidad vertical de la sección subsaturada	T'	Transmisividad vertical del acuitardo
I	Impacto en la zona subsaturada	D	Profundidad del acuífero	C	Conductividad hidráulica						
C	Conductividad hidráulica			S	Topografía						

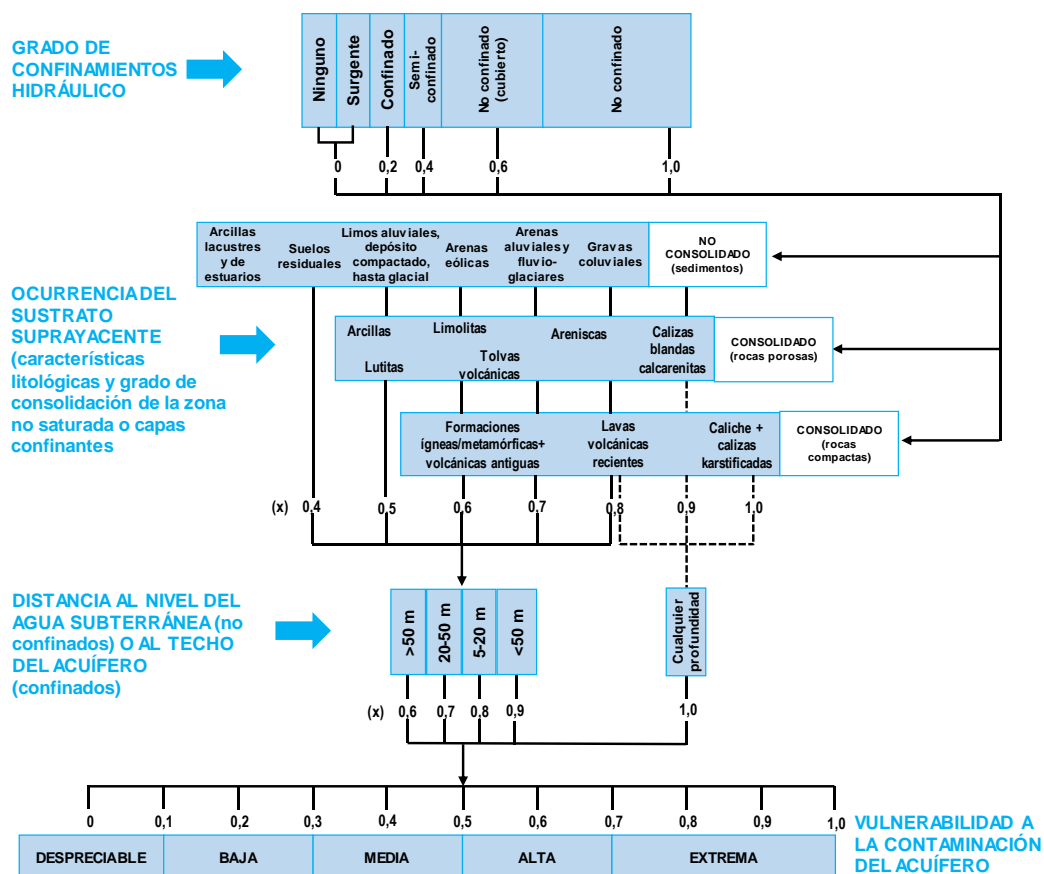
Fuente: A partir de información de estudio de vulnerabilidad de acuíferos, Conceptos y Métodos⁸, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

⁷ IDEAM (2014). Estudio Nacional del Agua [en línea]. <
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/019252/ESTUDIONACIONALDELAGUA.pdf> > [citado en 02 de enero de 2018]
⁸AUGE, 2004

Actualmente existen diversas metodologías para determinar y evaluar la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades asociadas a las actividades del proyecto, tal como lo especifican los TDR de la Secretaría Distrital de Ambiente de 2017 (Tabla 1-15), en esencia la mayoría coincide en determinar la vulnerabilidad en función de las características intrínsecas del medio, así pues la vulnerabilidad intrínseca es definida como la sensibilidad del acuífero para ser adversamente afectado por una carga contaminante expuesta (Foster & Hirata, 1991 en Auge 2004).

Para la estimación de la vulnerabilidad de los acuíferos en el presente proyecto se utiliza la metodología GOD, está al igual que DRASTIC. “El sistema de indexación GOD, propuesto por Foster (1987), es aplicable a áreas de trabajo con escasa información, con irregular distribución de datos o con incertidumbre de la información” (MAVDT ahora MADS, 2010)⁹; lo que favorece el análisis de vulnerabilidad, ya que en Colombia generalmente no se cuenta con suficiente información que requieren otras metodologías.

Figura 1-8 Tabla para la estimación de la vulnerabilidad de los acuíferos a través del método GOD



Fuente: A partir de información de Ground water pollution, aquifer recharge and vulnerability (ROBINS, 1998), modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación [en línea] < <https://correo.ingedis.com/service/home/~/?auth=co&loc=es&id=374&part=3> > [citado en 2 de enero de 2018]

El método GOD se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres (3) variables, que son las que nominan el acrónimo: G: groundwater occurrence. Tipo de acuífero o modo de confinamiento u ocurrencia del agua subterránea. O: overall aquifer class. Litología de la zona no saturada. Se evalúa teniendo en cuenta el grado de consolidación y las características litológicas y como consecuencia, de forma indirecta y relativa, la porosidad, permeabilidad y contenido o retención específica de humedad de la zona no saturada. D: depth to groundwater. Profundidad del agua subterránea o del acuífero.

Estos tres (3) parámetros se multiplican para obtener una valoración de la vulnerabilidad de 0 (despreciable) a 1 (extrema), así pues, GOD: $G * O * D$: presenta un valor numérico entre 0 y 1.

Este método no considera directamente el suelo, como sucede con DRASTIC u otros métodos, pero esa falencia normalmente se corrige añadiéndole sufijos al índice de vulnerabilidad, los cuales consideran la capacidad de atenuación y el grado de fracturación del suelo.

Para la asignación de puntuaciones y los grados de valoración final se trabajan con la comparación de los datos de campo utilizando la información que se observa en la Figura 1-8.

Para el desarrollo del análisis hidrogeológico se adelanta el proceso basado en sistemas internacionales de clasificación de unidades hidrogeológicas, con el fin de estandarizar el nombre de las unidades acorde a las utilizadas por el Servicio Geológico Colombiano. La nomenclatura adoptada para la clasificación de acuíferos de las unidades hidrogeológicas es la del Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, Mapa Hidrogeológico, Cobertura Unidades Hidrogeológicas, con el fin de estandarizar tanto los símbolos geológicos, hidrogeológicos, como también los colores con que se representan.

De igual modo, se realizó una verificación del área, evaluando finalmente la vulnerabilidad a la contaminación de las aguas subterráneas por las actividades del proyecto (combustible, materiales residuales, derrames sustancias tóxicas).

1.5.2.6 Atmósfera

1.5.2.6.1 Clima

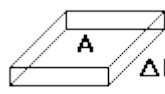
Con base en la recopilación, análisis y procesamiento de información de las variables climáticas registradas en información secundaria oficial, y en las estaciones meteorológicas más cercanas al proyecto, operadas por el IDEAM, Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital IDECA y Empresa de Acueducto de Bogotá, se analizó el comportamiento temporal y espacial de las variables: precipitación, temperatura, humedad relativa, nubosidad, evaporación, y brillo solar; de los cuales se destacan la precipitación y la temperatura, por cuanto permiten definir, clasificar y zonificar el clima de una región dada, en tanto que los demás elementos dan atributos a las unidades definidas.

La selección de estaciones meteorológicas se realiza teniendo en cuenta su localización y proximidad al área de estudio y la disponibilidad inicial de datos, con lo que se realiza la selección de las estaciones que se encuentran en operación en torno al área de estudio, y que de acuerdo con el tipo de instrumentos que poseen, podrían brindar la mayor cantidad de información en término de tiempo (periodos de monitoreo) y en término de variables climáticas.

El análisis temporal se basa en la selección de series de tiempo, análisis y homogeneidad de los datos de cada estación, realizando posteriormente la distribución temporal de los valores medios mensuales multianuales de la información registrada en cada una de las estaciones meteorológicas, para lo cual se realizaron los histogramas que grafican los promedios mensuales multianuales, obteniendo así la distribución temporal a nivel mensual, los cuales permiten visualizar en forma fácil el régimen promedio de cada una de las variables a lo largo del año. Adicionalmente, con base en el análisis realizado para cada variable climática, es posible obtener la distribución temporal media característica del área del proyecto.

• Presión atmosférica

La unidad utilizada para la presión atmosférica se denomina Kilopascal (KPa), corresponde a una fuerza de 1000 Newton por metro cuadrado. Su determinación se realiza a partir de una altura determinada en el aire, ésta se calcula en términos del peso del aire, el cambio de presión que corresponde a un pequeño cambio en la altura¹⁰.



$$\Delta P = -\frac{\rho g A \Delta h}{A} = -\rho g \Delta h$$

El cambio de presión depende de la densidad, pero ρ depende de la presión como sigue.

$$\rho = \frac{mP}{kT} \quad \text{which gives} \quad \frac{\Delta P}{\Delta h} = -\frac{mgP}{kT}$$

La solución para el cambio de presión desde el suelo (P_0) hasta la altura h (P_h) da:

$$P_h = P_0 e^{-mgh/kT}$$

Donde:

Masa molar del aire terrestre 0.0289644 kg/mol

Aceleración de la gravedad, 9.80665 m/s

Diferencia de altura, metros

Constante universal de gas para el aire, 8.31432 Nm / (molK)

Temperatura del aire, K

Para determinar la presión atmosférica en cada estación meteorológica, se utiliza el valor por defecto de P_0 como 760 mmHg, que también corresponde a 0 metros sobre el nivel del mar. El valor de temperatura se toma como el promedio de las estaciones que cuentan con este valor.

¹⁰ HYPERPHYSICS. La Fórmula Barométrica [en línea], <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/barfor.htm#c1> [citado en 07 de diciembre de 2017].

- **Estabilidad atmosférica**

Teniendo presente que el IDEAM no realiza mediciones de estabilidades atmosféricas ni de altura de mezcla, la estabilidad atmosférica se determina a partir de la clasificación sugerida por Pasquill-Gifford¹¹, como se muestra en la Tabla 1-16, en la cual se identifican seis (6) tipos de estabilidad atmosférica, las cuales se calculan en función de la información meteorológica de velocidad del viento, radiación solar y nubosidad.

Tabla 1-16 Categorías de estabilidad de Pasquill-Gifford

Día	A: Muy Inestable
	B: Inestable
	C: Ligeramente Inestable
Día/Noche	D: Neutra
	E: Ligeramente Estable
Noche	F: Estable

Fuente: Pasquill, 1961

Para condiciones de atmósfera inestable las clases de estabilidad pueden ser A, B o C, para condiciones neutras D, y para condiciones estables pueden ser E o F. Para cielos totalmente cubiertos, tanto de día como de noche, debe considerarse clase de estabilidad D.

Tabla 1-17 Condiciones de estabilidad atmosférica de Pasquill-Gifford

VELOCIDAD DEL VIENTO (m/s) a 10 m de altura	DIURNO (cal/cm²*h)			NOCTURNO	
	Fuerte >50 cal/cm²*h	Moderada 25-50 cal/cm²*h	Débil <25 cal/cm²*d	Nubosidad baja* ≥ 4/8	Nubosidad ≤3/8
< 2	A	A-B	B	-	-
2 – 3	A-B	B	C	E	F
3 – 5	B	B-C	C	D	E
5 – 6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

* Ligeramente cubierto

Nota: Se deben asumir clases neutrales D para condiciones de cielo cubierto durante el día o la noche

Fuente: Pasquill, 1961

En relación a la radiación solar se debe aclarar que dado que ninguna de las estaciones empleadas para la caracterización de las áreas de Influencia cuentan con mediciones directas de radiación solar, se opta por desarrollar su determinación a partir de los registros de brillo solar, empleando para tal fin, la relación propuesta por Masson (1966) y publicada por el (UPME - IDEAM, 2005) dentro del Atlas de Radiación Solar de Colombia¹², quien encontró una relación entre la radiación solar sobre una superficie horizontal (en langley por día) - H y el número de horas de brillo solar por día (n).

$$H = 60 + (1406.2 \cdot n^2 + 7426.6 \cdot n)^{1/2}$$

¹¹ BVSDE. La dispersión de las plumas y el modelado de la calidad del aire [en línea], http://www.bvsde.paho.org/cursoa_meteoro/lecc6/lecc6_4.html [citado en 01 de enero de 2018].

¹² UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Medición de la radiación solar [en línea], http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/9-apendice_c.pdf [citado en 01 de enero de 2018].

Siendo 1 langle/d (ly/d) = $1 \text{ cal/cm}^2/d = 0.416 \text{ cal/cm}^2/h$

- **Altura de mezcla**

La profundidad vertical de la atmósfera donde se produce el mezclado se denomina capa de mezcla. La parte superior de esta capa se conoce como altura de mezcla. Esta determina el alcance vertical del proceso de dispersión de los contaminantes liberados debajo de ella. Se trata de una variable importante para los estudios de calidad del aire ya que limita la dispersión vertical de los contaminantes (BIBLIOTECA VIRTUAL EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL – BVDSDE¹³).

La altura de mezcla se determinó aplicando el criterio establecido por Trejo y Villagómez en 2011¹⁴.

La metodología de referencia para estimar el espesor de la capa de mezcla fue desarrollada por Holzworth en 1967, quien la diseñó para aplicarse en los aeropuertos como parte de los estudios meteorológicos que permiten una navegación aérea más segura. Se requiere conocer el perfil térmico atmosférico (el cual se asume constante a lo largo del día), y también se requiere construir, a las dos condiciones extremas de temperatura del día, los perfiles adiabáticos secos del aire. Los tres perfiles son esencialmente líneas rectas, a pesar de que en las primeras centenas de metros las temperaturas del perfil ambiental pueden ser oscilantes, debido a fenómenos de convección.

(...) Para el perfil adiabático seco matutino, la ecuación es:

$$T = T_0 9.8 (10^{-3}) Z \quad [1]$$

Donde Z = altura en m

T_0 = Temperatura (en °K) mínima del día más 5°K

Para el perfil adiabático seco vespertino, la ecuación es:

$$T = T_1 9.8 (10^{-3}) Z \quad [2]$$

Donde T_1 = Temperatura (en °K) máxima del día

Para el perfil ambiental se requiere ajustar datos experimentales de temperatura versus altura (datos T-Z) para obtener una ecuación de la misma forma que [1] y [2].

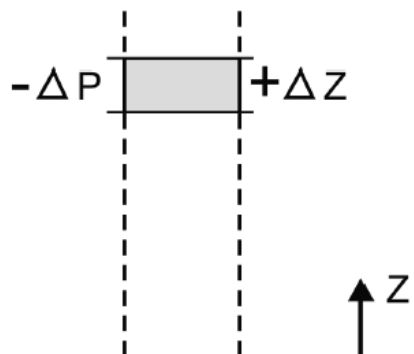
En lugar de utilizar un costoso globo sonda para determinar el perfil térmico ambiental, es posible obtener directamente datos de temperatura contra altura desde un avión cuando despegue. Esto puede ser posible porque los aviones ya están equipados con instrumentos de medición de la presión exterior. Sólo sería necesario instalar un sistema de medición de temperatura y registrar las parejas de datos T-P durante el tiempo del despegue a intervalos regulares. Una vez alcanzada la altura final de vuelo, estos datos podrían ser transmitidos a la torre de control como parte del protocolo de comunicación de la nave con la torre.

¹³ BVDSDE. Altura de mezcla [en línea], <http://www.bvsde.paho.org/sde/ops-sde/bvsde-acerca.shtml> [citado en 17 de enero de 2018].

¹⁴ TREJO Rodolfo, VILLAGÓMEZ Leticia. Método Propuesto para Estimar la Altura de Capa de Mezcla en la Atmósfera, con ayuda de la Aviación [en línea], <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4181615.pdf> [citado en 17 de enero de 2018].

Con esta información es posible calcular la altura correspondiente Z mediante manipulaciones matemáticas como se muestra a continuación. Considerar una columna de aire como se muestra en la Figura 1-9.

Figura 1-9 Columna de aire



Fuente: Trejo y Villagómez, 2011

Para un espesor ΔZ de columna, el cambio de presión entre la base y la tapa de la rebanada es:

$$\Delta P = - \rho g \Delta Z \quad [3]$$

Donde ρ es la densidad del aire y g la aceleración de la gravedad.

El signo negativo se debe a que mientras Z crece, P decrece.

Expresando [3] en diferenciales se tiene:

$$dP = - \rho g dZ \quad [4]$$

Como la atmósfera se comporta como un gas ideal, la densidad se puede expresar como:

$$\rho = \frac{P (PM)}{RT} \quad [5]$$

Donde P es la presión, PM el peso molecular del aire, R la constante universal de los gases y T la temperatura.

Sustituyendo [5] en [4] tenemos:

$$dP = - \frac{P (PM)}{RT} g dZ \quad [6]$$

Las unidades consistentes de esta ecuación son:

P : Newton/m²

g : 9.81 m/s²

ρ : Kg/m³

Z : m

T: °K
 R: 8309 N-m/Kg mol-°K
 PM: 28.96 Kg/Kgmol

Separando variables y aplicando integración de [6]:

$$\int \frac{dP}{P} = \int \frac{PM}{RT} g dZ \quad [7]$$

De la integral del lado derecho, la temperatura tiene un perfil lineal con la altura, de la forma:

$$T = T_b - hZ \quad [8]$$

Donde T_b = Temperatura a nivel del suelo

h = Tasa de enfriamiento del aire

Sustituyendo [8] en [7] y sacando las constantes de la integral:

$$\int \frac{dP}{P} = -\frac{PM}{R} g \int \frac{dZ}{T_b - hZ} \quad [9]$$

Aplicando límites y completando la diferencial de la variable en el lado derecho. Observe que la variable es ($T_b - hZ$).

$$\int_{P_0}^P \frac{dP}{P} = \frac{PM}{R} g \int_{T_b}^{(T_b - hZ)} \left(\frac{-h dZ}{T_b - hZ} \right) \quad [10]$$

$$\ln \frac{P}{P_0} = \frac{PM}{R} g \ln \frac{T_b - hZ}{T_b} \quad [11]$$

Eliminando los logaritmos:

$$\frac{P}{P_0} = \left(\frac{T_b - hZ}{T_b} \right)^\alpha = \left(\frac{T}{T_b} \right)^\alpha \quad [12]$$

Donde:

$$\alpha = \frac{PM}{R} g \quad [13]$$

Las ecuaciones [12] y [13] relacionan la presión adimensional con la temperatura adimensional a través del exponente α , el cual incluye la tasa de enfriamiento h , misma que al sustituirse en (8) permite obtener Z , que es la altura correspondiente a cada pareja de datos $T, P(\dots)$

Despejando h en [13] el valor sería:

$$h = \frac{PM}{R} g \quad [14]$$

$$h = \frac{28.96 \times 9.81}{8309 \times 5.569} = 0.0061 \text{ } ^\circ K/m$$

Sustituyendo este dato en [8] se tiene la ecuación del perfil térmico ambiental.

Para obtener la altura mínima de la capa de mezclado, se calcula [1] y [8] y se igualan para despejar Z_{\min} .

$$T_0 \ 9.8 \ (10^{-3}) \ Z = T_b - 0.0061 \ Z$$

Al despejar Z , la ecuación sería:

$$Z_{\min} = \frac{T_b - T_0}{0.0061 - 0.0098} \quad [15]$$

Para obtener la altura máxima de la capa de mezclado, se calcula [2] y [8] y se igualan para despejar Z_{\max} .

$$T_1 \ 9.8 \ (10^{-3}) \ Z = T_b - 0.0061 \ Z$$

Al despejar Z , la ecuación sería:

$$Z_{\min} = \frac{T_b - T_1}{0.0061 - 0.0098} \quad [16]$$

• Estimación de balance hídrico

El balance hídrico es una herramienta que permite definir los periodos de disponibilidad y déficit del recurso hídrico existente en el área de influencia del proyecto, se fundamenta en información primaria de registros históricos mensuales multianuales de precipitación total y temperatura media, obtenida de las estaciones meteorológicas de tipo climatológicas principales u ordinarias (indicadas con anterioridad), operadas y administradas por el IDEAM. La metodología de cálculo empleada es la propuesta por Thornthwaite, que consiste en la estimación de las pérdidas de agua mes a mes hasta agotar las reservas existentes en la cuenca. A continuación, se describen los parámetros para el desarrollo del balance hídrico mediante el método directo de Thornthwaite:

Se trata de cuantificar los distintos componentes del balance hídrico en el suelo. El balance se suele escribir así:

$$P = Es + ETR + I \quad [1]$$

Donde:

- **P**: precipitación (en mm/unidad de tiempo, habitualmente año o mes). Es un parámetro experimental que se debe medir en estaciones meteorológicas ubicadas en la zona de estudio. Si esto no es posible, se usan valores tomados de estaciones ubicadas en zonas cercanas y de similares características orográficas y meteorológicas a las de la zona de estudio.
- **Es**: escorrentía superficial (en mm/unidad de tiempo). En general la mayor parte está en forma canalizada (ríos y arroyos) y se mide en estaciones de aforo construidas especialmente para ello en los cauces.

- **ETR:** evapotranspiración real (en mm/unidad de tiempo). Es la suma de la evaporación directa de agua desde la superficie el terreno y/o desde los poros y grietas del mismo, más la transpiración de las plantas. La máxima profundidad de alcance de las plantas es la longitud de las raíces.
- **I:** es la infiltración en el terreno (en mm/unidad de tiempo). Parte de la misma puede descargar de nuevo a la superficie del terreno (cauces, laderas) tras un tiempo de permanencia más o menos corto, y otra parte se incorporará finalmente a la zona saturada, convirtiéndose en recarga efectiva al acuífero (R). I y R se calculan tanto mediante métodos experimentales como numéricos.

Con mucha frecuencia, la evapotranspiración no se mide experimentalmente, sino que se calcula mediante expresiones empíricas o semiempíricas, algunas de ellas basadas en medidas directas y en fórmulas que tienen fundamento físico. Uno de los métodos más usados en hidrología y edafología es el de Thornthwaite, que permite estimar la ETP y la ETR de un lugar para cada mes del año a partir de los parámetros básicos **e** (evaporación potencial media del mes) e **i** (índice de calor mensual) de la siguiente forma:

$$e = 1.6 \left[\frac{10 T}{I} \right]^a$$

Donde:

- **e**= evapotranspiración potencial media diaria del mes (mm/día) para meses de 30 días y 12 horas de luz diaria. Como ninguna de ambas cosas son siempre ciertas, los valores de **e** se deben corregir del modo que se verá más adelante.
- **t** = temperatura media diaria del mes en cuestión (°C) en la zona de estudio. Calculada a partir de las medias diarias.
- **I**= índice de calor anual. Calculado como suma de los índices de calor mensual (**i**) de los 12 meses del año:

$$I = \sum_{1}^{12} i = \sum_{1}^{12} \left(\frac{T}{5} \right)^{1.514}$$

$$a = (675 \times 10^{-9})I^3 - (771 \times 10^{-7})I^2 - (1792 \times 10^{-5})I + 0.4924$$

Una vez obtenido **e** hay que corregir su valor para la latitud y nº de horas de sol diarias reales de la zona de estudio. Para ello hay que multiplicarlo por el coeficiente de corrección F, llamado índice de iluminación mensual, que varía con la latitud (nº de horas de sol) y con el mes (nº de días del mes). F se puede calcular según la expresión:

$$F = \left(\frac{N}{12} \right) \times \left(\frac{d}{30} \right) \times d$$

Donde:

- **N** = número máximo de horas de sol según la latitud de lugar

- **d**= número de días del mes en cuestión

Por tanto, la evapotranspiración potencial para un lugar dado según el método de Thornthwaite es:

$$ETP = F \times e \quad [2]$$

Una vez calculada la ETP según [2] se procede a calcular el balance hídrico en el suelo (ETR **e** en la expresión [1]) y el valor de la recarga al acuífero (R).

Thornthwaite denominó a la ETP a la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas, la cual depende de un gran número de variables climatológicas tales como: la radiación solar, temperatura, humedad, velocidad del viento y presión atmosférica, sin embargo, en la metodología de cálculo de Thornthwaite solamente se necesitan datos de temperatura media mensual multianual.

Por otra parte, la evapotranspiración real es producida realmente en las condiciones del suelo siempre y cuando existan reservas de agua, es importante mencionar que $ETR \leq ETP$, siendo iguales en temporadas climáticas lluviosas en donde la precipitación abastece la demanda potencial de agua, en estas condiciones la humedad del suelo y de la cobertura vegetal son óptimas para permitir la transferencia de agua a la atmósfera.

De esta manera se entiende que el déficit es la cantidad de agua que falta para lograr cubrir las necesidades de potenciales del agua, en periodos de déficit prolongados, repercute inmediatamente en el deterioro de la cobertura vegetal y en casos extremos la aridez del suelo es inminente; mientras que el exceso de agua se presenta cuando se supera la reserva máxima de agua (100 mm/mes), y el agua en exceso fluye como escorrentía superficial o subterránea.

• Zonificación climática

La clasificación climática se basa en el estudio de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia del IDEAM, en el que para la caracterización climática se utilizan diferentes metodologías tales como los de Köppen, Thornthwaite, Caldas Lang, Martone y Holdridge, entre otras. El sistema de caracterización aplica los regímenes térmicos y de humedad propios de la geografía colombiana, considerándolos como los elementos meteorológicos más relevantes y útiles para la caracterización de un ecosistema desde el punto de vista climático¹⁵.

Los elementos considerados más relevantes para el mapa de caracterización climática son la temperatura y la precipitación.

○ Denominación termal

Tomando como referencia los pisos térmicos propuestos por Caldas en 1802,¹⁶ se adoptan como rangos definitivos para la denominación termal las clasificaciones que se muestran en la Tabla 1-18.

¹⁵ IGAC, IDEAM, IAvH, Invermar, I. Sinchi, IIAP. Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Bogotá: IGAC. (2007)

¹⁶ IGAC, (2007) Op Cit.

Tabla 1-18 Denominación termal

DENOMINACIÓN TERMAL	RANGOS ALTITUDINALES (M.S.N.M)	RANGOS DE TEMPERATURA
Cálido	De 0 a 800	T > 24° C
Templado	De 801 a 1.800	Entre 18° C y 24° C
Frío	De 1.801 a 2.800	Entre 12° C y 18° C
Muy frío	De 2.801 a 3.700	Entre 6° C y 12° C
Extremadamente frío y/o nival	De 3.701 a 4.500 y de 4.500 en adelante para nival	Entre 1,5 y 6° C, y menores a 1,5 para nival

 Fuente: (IGAC, IDEAM, IAvH, Invemar, I. Sinchi, IIAP, 2007)¹⁷

Se debe encontrar la función para relacionar la temperatura del aire con la altura sobre el nivel del mar, donde las temperaturas calculadas entre los diferentes rangos altitudinales fueron mejor representadas cartográficamente mediante una regresión lineal. Los datos altimétricos por utilizar para la densificación del mapa de temperatura correspondiente a los tomados del modelo de Elevación Digital ASTER de 30 m.

○ **Denominación por rangos de precipitación anual**

Una vez seleccionadas las estaciones, se efectúa una interpolación geo estadística con los valores medios anuales de dicha variable, de manera que se obtiene una superficie continua para el campo de precipitación. Asimismo, se realizan pruebas con varios algoritmos de interpolación. Entre estos se selecciona IDW (Inverse Distance Weighting) como se presenta en la distribución espacial y se reclasifica según los rangos que aparecen en la siguiente tabla.

Tabla 1-19 Denominación de humedad

DENOMINACIÓN DE PRECIPITACIÓN	RANGOS DE PRECIPITACIÓN ANUAL
Árido	De 0 a 500 mm/año
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Pluvial	Mayor de 7.001 mm/año

Fuente: IGAC, IDEAM, IAvH, Invemar, I. Sinchi, IIAP, 2007

Una vez categorizados los dos (2) elementos meteorológicos principales, se hace una intersección espacial entre las dos capas y se obtiene un mapa resultado, cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal. De esta forma se llega a una descripción de la diversidad climática que, en función de estas variables, puede encontrarse para cualquier región de Colombia (Ver Tabla 1-20).

¹⁷ IGAC, (2007) Op Cit.

Tabla 1-20 Zonificación climática

Cálidos (0 – 800 msnm), > 24 °C	
Árido	De 0 a 500 mm/año
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Pluvial	Mayor de 7.001 mm/año
Templados (800 – 1.800 msnm). Entre 18°C y 24°C	
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Pluvial	Mayor de 7.001 mm/año
Fríos (1.800 – 2.800 msnm). Entre 12°C y 18°C	
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Muy fríos (2.800 – 3.700 msnm) Entre 6° C y 12° C	
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Extremadamente fríos (3.700 – 4.500 msnm) Entre 1,5 y 6°	
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año
Húmedo	De 2.001 a 3.000 mm/año
Muy húmedo	De 3.001 a 7.000 mm/año
Nival (> 4.500 msnm) < 1,5° C	
Muy Seco	De 501 a 1.000 mm/año
Seco	De 1.001 a 2.000 mm/año

Fuente: (IGAC, IDEAM, IAvH, Invermar, I. Sinchi, IIAP, 2007)

1.5.2.6.2 Calidad aire

El análisis de calidad del aire se realizó por parte del laboratorio Compañía Nacional de Estudios Ambientales S.A.S¹⁸, quien subcontrató a MCS Consultoría¹⁹ y Monitoreo Ambiental S.A.S y a Servicios de Consultoría, Ingeniería Ambiental y Sanitaria S.A.S²⁰ para realizar los muestreos de PM10, PM2.5, NO₂, SO₂, CO y O₃.

El método para analizar PM10 corresponde al US EPA Título 40, Parte 50, Apéndice J. Alto Volumen Método de referencia Manual: RFPS-0202-141, US EPA Título 40, Parte 50 Apéndice J. Bajo Volumen Método de referencia Manual: RFPS-1298-127. Tiempo de exposición: 24 horas. Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de material particulado.

¹⁸ Laboratorio acreditado por el IDEAM mediante resolución N°2650 del 30 de noviembre de 2015, con extensión de la resolución en proceso, y vigente mediante oficio IDEAM 20186010032481 del 12 de diciembre de 2018.

¹⁹ Laboratorio acreditado por el IDEAM mediante resolución N°1821 del 08 de agosto de 2018

²⁰ Laboratorio acreditado por el IDEAM mediante resolución N°1742 del de julio de 2018

El método para analizar PM_{2.5} corresponde al US EPA Título 40, Parte 50, Apéndice L. Método de referencia Manual: RFPS-0498-116. Tiempo de exposición: 24 horas. Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de material particulado.

El método para analizar NO₂ corresponde al US EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice F. quimioluminiscencia Fase Gaseosa. Método de referencia automatizado: RFNA-1289-074. Tiempo de exposición: 1 hora. Determinación directa en campo de dióxido de nitrógeno.

El método para analizar SO₂ corresponde al US EPA CFR Título 40, Parte 50, Apéndice A-2. pararrosanilina. Tiempo de exposición: 24 horas. Toma de muestras y análisis de laboratorio para la determinación de dióxido de azufre.

El método para analizar CO corresponde al US EPA CFR Título 40, Parte 50, Capítulo 1, Subcapítulo C, Apéndice C. Infrarrojo no dispersivo -NDIN. Método de referencia automatizado -RFCA-0981-054. Tiempo de exposición: 8 horas y 1 hora. Determinación directa en campo de monóxido de carbono.

El método para analizar O₃ corresponde al US EPA CFR Título 40, Parte 50, Capítulo 1, Subcapítulo C, Apéndice D. Método equivalente automatizado: EQOA-0880-047. Tiempo de exposición: 8 horas. Determinación directa en campo de ozono.

La metodología detallada de cada uno de los parámetros analizados se encuentra en el **Anexo Cap. 3, 3.2 Abiótico, Atmósfera, Aire.**

1.5.2.6.3 Ruido

La determinación de la presión sonora existente en el área de influencia del proyecto se realizó a partir de la ubicación de diferentes puntos de muestreo que permitieran abarcar la mayor cantidad de área posible, estableciendo aquellos puntos críticos en donde los niveles de presión sonora se perciben con mayor intensidad.

Para la definición de los puntos de medición se realizó un recorrido al área de influencia del proyecto, verificando las actividades desarrolladas en el área y las características geográficas de la misma, ubicando lugares seguros para los equipos el personal de campo y alejados de barreras u obstáculos, estableciendo una triangulación con distancias máximas entre los puntos de 250 metros, a fin de realizar un mapa de isófonas que mostrara el estado actual de la incidencia del ruido en el área de influencia.

Los monitoreos se llevaron a cabo por personal certificado por el IDEAM, dando cumplimiento a lo establecido en la Resolución 0627 de 2006 por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.

1.5.2.7 Geotecnia

Para el análisis de estabilidad en las zonas de interés y posterior zonificación geotécnica, se empleó una combinación entre la metodología propuesta por Ambalagan²¹, presentada por Jaime Suárez en el libro Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales y el Método Heurístico de zonificación en la metodología de Vargas

²¹ Ambalagan R. (1992) "Terrain evaluation and landslide hazard zonation for environmental regeneration and land use planning in mountainous terrain". Proceedings of the sixth International Symposium on Landslides, Christchurch, pp. 861-871.

y Gómez²²; en donde se incluyen las variables de cobertura vegetal, geología, geomorfología, hidrología, amenaza sísmica y amenaza de inundación.

1.5.2.7.1 Presentación general de los factores

A continuación, se presentan todas las variables, a las cuales se les asignó un peso de acuerdo con la influencia que tienen en la estabilidad geotécnica de la zona estudiada. A cada uno de los factores se les asigna un peso con un valor de 0 a 2, siendo 0 las condiciones más favorables y 2 las condiciones más desfavorables en la estabilidad geotécnica; posteriormente, se ponderó cada factor de acuerdo con la importancia que se le haya asignado a cada variable.

– Geología

Este parámetro hace referencia a las características litológicas, texturales, geomecánicas y grado de meteorización de las unidades geológicas presentes en el área de estudio, donde se evalúa la compactación y la resistencia al desprendimiento de partículas de cada material.

– Geomorfología

Este parámetro corresponde a la descripción de las formas del terreno por sus características morfogenéticas y morfodinámicas. Las geoformas presentan variaciones en su grado de estabilidad, según lo expuesto en el método heurístico de zonificación de la metodología de Vargas y Gómez²³. Donde se establece que los depósitos de planicies aluviales son geoformas más estables que las de tipo denudacional y denudacional-estructural.

– Cobertura vegetal

El grado de protección o desprotección del suelo lo hace vulnerable a agentes erosivos como el agua o el viento; igualmente la acción biomecánica que ejercen las raíces sobre el suelo, son importantes para la resistencia de estos sobre los agentes externos mencionados y la acción antrópica como la ganadería; en este sentido el tipo de cobertura del suelo determina este grado de exposición o vulnerabilidad a la erosión. Coberturas densas (boscosas, rastrojos) ofrecen mejores condiciones de protección al suelo, mientras que las coberturas rastreras reduce sensiblemente esta protección.

– Suelos

Corresponde a las unidades de suelo que, por su composición, textura y grado de profundización, se puede zonificar, ya que tienen relación con la facilidad que se presenta para la infiltración de agua, que pueda influenciar en la saturación del terreno y promover la inestabilidad del mismo.

– Pendientes

La pendiente es un factor primordial en la evaluación geotécnica, ya que está directamente relacionado a los procesos morfodinámicos, siendo el equilibrio geotécnico asociado a las bajas pendientes y el desequilibrio a las altas pendientes.

²² Vargas C. y Gómez N: (1999). Estudio Geoambiental y zonificación de amenazas por remoción en masa en la cuenca del Río Teusacá. CIC - EAAB. Revista Asociación Colombiana de Ciencias Hídricas. Bogotá, Colombia

²³ Vargas C. y Gómez N: (1999). Estudio Geoambiental y zonificación de amenazas por remoción en masa en la cuenca del Río Teusacá. CIC - EAAB. Revista Asociación Colombiana de Ciencias Hídricas. Bogotá, Colombia

– Hidrología

Las corrientes o cuerpos de aguas superficiales (lénticos y lóticos) tienen gran incidencia sobre la estabilidad de los suelos y en general del terreno, por su influencia principalmente en la saturación del suelo, dando como resultado posibles desprendimientos y arrastres de partículas, presentando reducción de la resistencia entre partículas y por consiguiente baja estabilidad. La clasificación de dicho factor se realiza considerando los fenómenos de inundabilidad en la zona de estudio en épocas de fuertes lluvias.

– Hidrogeología

Este aspecto está asociado a la saturación del subsuelo, la cual genera un fenómeno denominado "presión de poros" que corresponde a la presión interna del agua en saturación y depende de la localización de los niveles freáticos, presiones internas de los acuíferos y de las características geológicas del sitio²⁴. Un incremento en la presión de poros equivale a la reducción de la resistencia al corte y de la estabilidad.

– Sismicidad

Este aspecto se refiere a la probabilidad de ocurrencia de un sismo de determinada magnitud y/o intensidad en un lugar y en un momento determinado. El riesgo sísmico se refiere a la probabilidad de que los elementos expuestos (vidas humanas, infraestructura, líneas vitales, etc.), sufran daños o pérdidas debido a la ocurrencia de un sismo. Este parámetro se determina según el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10.

– Clima

Los efectos del clima provienen principalmente de las precipitaciones, donde posee variables definidas por la intensidad, duración y distribución espacial. Por esta razón, la relación lluvia-inestabilidad-deslizamiento varía de un sitio a otro, dependiendo de las condiciones locales de la zona, como la humedad, el tipo de suelo y la topografía, entre otros.

1.5.2.7.2 Zonificación geotécnica

Con los datos obtenidos de la revisión de información secundaria, cartografía, fotografía aérea N° 110010002513092015-713 del Servicio de Información Geográfica del IGAC (SIGAC), memorias explicativas, planchas, entre otros, se elaboraron los mapas temáticos de geología, geomorfología, cobertura vegetal, hidrología, amenaza sísmica y amenaza de inundación.; los cuales permitieron clasificar zonas en 4 rangos de estabilidad según el puntaje presentado en la Tabla 1-21 y posterior elaboración del mapa temático de "Zonificación de estabilidad Geotécnica".

Teniendo presente la respectiva calificación según "peso o importancia" de cada parámetro, con un máximo de 14, se establecieron las categorías de zonificación geotécnica (muy alta, alta, moderada, baja y muy baja). Los límites de los rangos se definirán con base en el valor total de las variables analizadas y su peso y se ajustan según el criterio y experiencia del profesional, ya que deben reflejar las condiciones reales observadas en campo.

²⁴ Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Ing. Jaime Suárez Díaz, 1998.

Tabla 1-21 Rangos iniciales de clasificación de estabilidad geotécnica

ESTABILIDAD GEOTÉCNICA	RANGO DE VALORES	NOMENCLATURA
Muy Alta	< 4,9	ZEGMA
Alta	5,0 – 7,0	ZEGA
Moderada	7,1 – 8,4	ZEGM
Baja	8,5 – 10,5	ZEGB
Muy Baja	10,6 >	ZEGMB

Fuente: Ambalagan 1992, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018.

1.5.3 Metodología medio biótico

1.5.3.1 Área de influencia indirecta (AII)

A partir de los términos de referencia elaborados por la Secretaría Distrital de Ambiente, donde se dan lineamientos para el desarrollo de proyectos de; *“tendido de líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 KV y menores a 220 Kv”*, se desarrolló la descripción de los componente de tipo biótico inmersos en el área de influencia indirecta del proyecto, considerando el alcance del correspondiente estudio. Dado que los muestreos se realizaron con métodos de observación directa, no se requirió la captura o colecta de ningún espécimen.

1.5.3.1.1 Zonas de vida

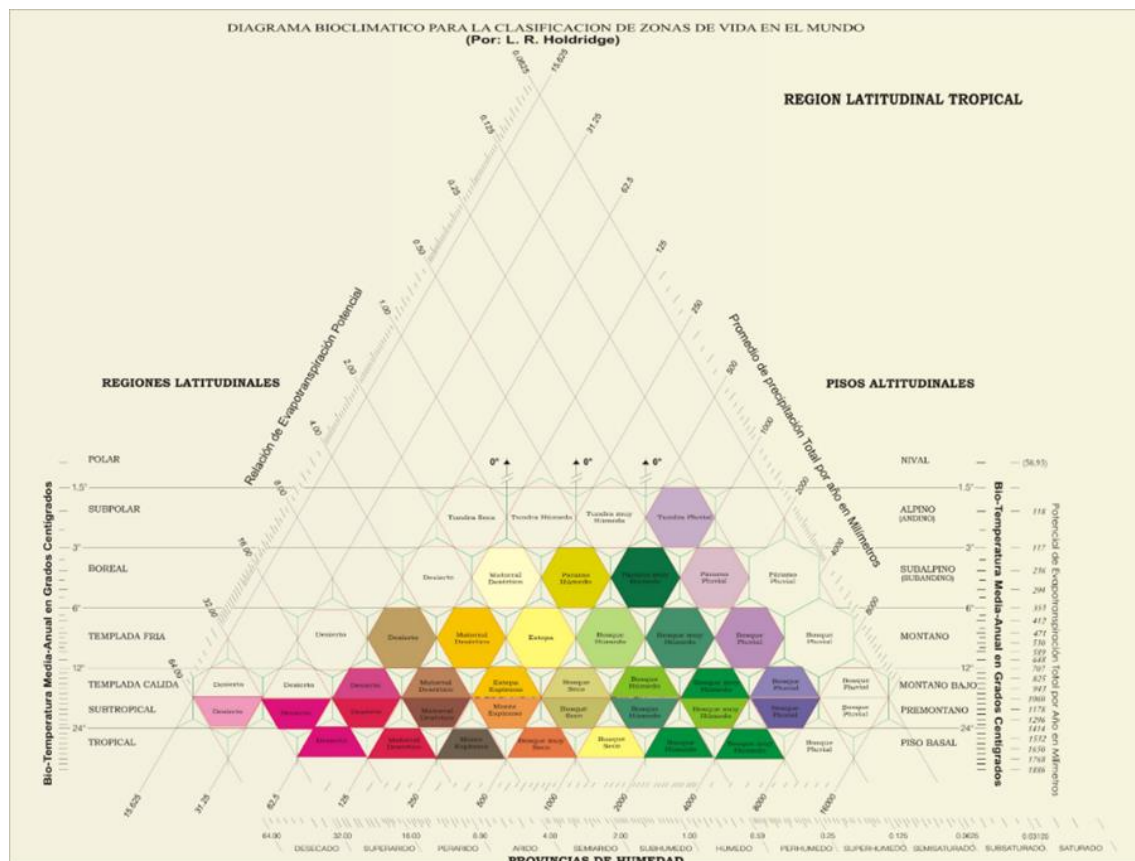
La identificación de las zonas de vida se realizó mediante la obtención y procesamiento de datos climáticos registrados en el área de influencia y zonas adyacentes. La determinación de las zonas de vida tiene como base el sistema propuesto por Holdridge²⁵, donde se considera la importancia de la biotemperatura como una forma de expresar el factor calor, y la progresión logarítmica formada por los incrementos del calor y la precipitación, y correspondiente afectación directa de la vegetación. Dicha clasificación de zonas de vida se construye a partir de la determinación de la biotemperatura, evapotranspiración potencial y promedio anual de la precipitación.

La evapotranspiración corresponde a la cantidad de agua que sería evaporada directamente del suelo y otras superficies y la transpira por la vegetación natural en un estado estable o clímax que se encuentra sobre un suelo Zonal de buenas características y con un contenido óptimo de humedad.

Finalmente, y para la implementación total de la metodología establecida por Holdridge, se deben ubicar los valores de evapotranspiración potencial y el promedio de precipitaciones anuales en el diagrama de clasificación mundial de zonas de vida de Holdridge (Figura 1-10).

²⁵ Holdridge, L.R. Life zone ecology. Tropical Science Center. San Jose, Costa Rica. 1967

Figura 1-10 Diagrama climático para la clasificación de zonas de vida según Holdridge



Fuente: Holdridge (1967) adaptado de: Mapa Ecológico del Perú, INDERENA

1.5.3.1.2 Ecosistemas, áreas sensibles y áreas naturales protegidas

Para la determinación de aquellas áreas correspondientes a ecosistemas, áreas sensibles y áreas naturales protegidas que se encuentran en el área de influencia definida para el proyecto, se realizó la consulta de la normativa vigente a nivel nacional, regional y local. Se consultaron las autoridades competentes, como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Parques Nacionales Naturales, Red de Reservas de la Sociedad Civil, Sistema Nacional de Áreas Protegidas –SINAP, Sistema Regional de Áreas Protegidas –SIRAP, entre otras en el Sistema de Información Ambiental del Colombia²⁶.

A nivel regional se realizó la revisión y validación de la información secundaria proveniente de los documentos de Ordenamiento Territorial, además de la información suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), documentos como los Planes de Manejo y Ordenación de Cuencas, especialmente en uso reglamentado y ecosistemas estratégicos.

²⁶ Universidad Nacional de Colombia: Inicio. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>.

Adicionalmente, se validó la información suministrada por el Decreto 2372 de 2010, “por el cual se reglamenta el Decreto-ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y el Decreto-ley 216 de 2003, en relación con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas, las categorías de manejo que lo conforman y se dictan otras disposiciones”.

Por otro lado, es de mencionar, que mediante oficio con radicado 2017EE45909, la Secretaría Distrital de Ambiente, emite respuesta sobre la confluencia del proyecto con Estructura Ecológica Principal, mencionando que el proyecto no se encuentra afectado por elementos de la Estructura Ecológica Principal del Distrito Capital (ver **Anexo Cap. 1, Oficios y Asp_Legales, SDA, Rta_SDA_Estructura Ecológica**).

1.5.3.1.3 Coberturas de la tierra

La elaboración de las unidades de coberturas de la tierra se desarrolló mediante la interpretación visual de dos (2) insumos de percepción remota; la interpretación visual considera el reconocimiento de formas, texturas y colores, además de los patrones característicos de las coberturas identificadas para agruparlas en áreas homogéneas, cuya unidad mínima cartografiada es de 0,01 ha. La digitalización de las unidades se realizó empleando el software ArcMap correspondiente a la plataforma ArcGis 10.5.

A partir de lo anterior, se desarrolló la interpretación y posterior descripción de las unidades de cobertura con la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia para denominar las coberturas.

Posterior a la identificación y digitalización preliminar de las unidades de cobertura de manera remota, se realizó verificación de las mismas en campo mediante el aseguramiento de puntos de control e incertidumbre, los que son integrados posteriormente en actividades de oficina, actualizando así las unidades de coberturas finales.

1.5.3.1.4 Componente faunístico en el AII

Dada la localización del predio destinado para la construcción de la subestación Terminal en el marco del Distrito Capital se analizó la relación de la fauna en el contexto urbano a partir de información secundaria y se relaciona la fauna asociada a las unidades de cobertura vegetal y uso del suelo, teniendo en cuenta especies representativas, de valor comercial, endémicas o en peligro crítico presentes en el AII del proyecto tal como lo piden los términos de referencia para estudios de impacto ambiental para “tendido de las líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores de 220 kV”.

1.5.3.1.5 Componente faunístico en el AID

Para los grupos de mastofauna y herpetofauna se realizó un recorrido a manera de transecto por el AID, con el fin de registrar rastros o posibles nichos que puedan usar estos grupos. Para el grupo de avifauna se realizó el registro mediante la técnica de punto fijo, durante los días 25, 26 y 27 de enero de 2018 en donde se realizaron seis (6) jornadas de avistamiento de avifauna; tres jornadas en horas de la mañana de 6:00 a.m. a 10:00 a.m. y tres jornadas en horas de la tarde de 3:00 p.m. a 6:00 p.m. con el fin de registrar avifauna durante el mayor periodo de actividad; registrando las especies y número de individuos que hacen presencia en el lote destinado para la Subestación Terminal.

1.5.3.1.6 Composición florística y estructural de las coberturas naturales en el AII

Para el área de influencia indirecta definida en el proyecto, no se identifican coberturas de tipo natural con individuos de tipo arbóreo o arbustivo, por ello no fue posible caracterizar mediante la evaluación de la composición florística y estructural.

1.5.3.1.7 Caracterización florística y estructural de las coberturas naturales en el AID

Para el área de influencia directa definida en el proyecto, no se identifican coberturas de tipo natural con individuos de porte arbóreo o arbustivo, por lo cual no fue posible desarrollar el capítulo de caracterización mediante la evaluación de la composición florística y estructural. Sin embargo, teniendo en cuenta que el área de influencia directa definida para el proyecto tiene presencia de individuos de tipo arbóreo localizados en coberturas no naturales, se presenta el inventario para los individuos que se encuentran en ella, así como la identificación y descripción de zonas de vida y ecosistemas del área de estudio.

Considerando lo anteriormente expuesto y los parámetros para la presentación de estudios ambientales incluidos en los términos de referencia emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente, no es posible el desarrollo de las temáticas de; efectos de la fragmentación, dinámica sucesional para la regeneración natural y tendencias de poblamiento y dispersión de las especies de importancia biológica.

1.5.3.1.8 Aprovechamiento forestal

Según los requerimientos del proyecto para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, se establece que para el aprovechamiento forestal que se debe realizar un inventario para el 100% de las áreas susceptibles a ser intervenidas por el proyecto.

De acuerdo con lo anterior, en los levantamientos de información en campo se determinó que, sobre las áreas susceptibles de intervención, no se requiere tala de individuos forestales, por lo cual el proyecto para su ejecución no requiere aprovechamiento forestal.

- **Estimación del volumen total y comercial**

El volumen se cuantificó a partir de la información recolectada en el inventario forestal, determinando el volumen total y comercial en pie para cada tipo de individuo forestal. Esta información se desarrolló a partir de las áreas constructivas del proyecto que requieren la remoción de los individuos arbóreos que se identificaron.

El tipo de aprovechamiento requerido para el presente estudio corresponde a “Aprovechamiento Forestal Único”, el cual se define como aquel que se realiza por una (1) sola vez, en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés.

Volumen: El volumen se entiende como la capacidad productora del bosque medido en metros cúbicos (m^3), para el cálculo del volumen se debe considerar el DAP, alturas y factor forma para los árboles en pie. Para la caracterización de coberturas el volumen se expresará en términos de área. A partir de esto se tiene la siguiente ecuación para el cálculo:

$$V = \frac{\pi * d^2}{4} * h * f$$

Donde:

- V: Volumen en metros cubico (m³).
d: Diámetro a la altura del pecho (m).
h: Altura del fuste (Comercial o total)
f: Factor forma

1.5.4 Metodología medio socioeconómico

1.5.4.1 Introducción

De acuerdo con los Términos de Referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente, para la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, la caracterización del medio socioeconómico susceptible de recibir los impactos ambientales derivados de la construcción de líneas de transmisión eléctrica y sus respectivos módulos de conexión (subestaciones) se debe realizar garantizando una adecuada identificación y definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto, con referencia específica a la manifestación real y trascendente de los impactos y sus respectivos efectos. Así mismo, se deben observar criterios de garantía de participación de las comunidades directamente involucradas, las autoridades locales de las jurisdicciones territoriales en las cuales se ubicará la infraestructura asociada al proyecto, y otros tipos de actores o partes influenciadas en su desarrollo, tanto en la etapa de estudios y diseños, como en la etapa de su materialización (construcción, operación y mantenimiento).

Por otra parte, se debe propender por una adecuada identificación, verificación y caracterización de aquellos elementos que integran el medio, según las dimensiones establecidas en los Términos de Referencia. Se debe contar con información altamente precisa sobre la población directamente incidida, la infraestructura y los servicios con que cuenta para la satisfacción de sus necesidades básicas, los medios y modos de actividad económica, sus rasgos culturales, sociopolíticos y de desarrollo.

Dado lo anterior, la presente metodología buscó proporcionar una línea base real y objetiva del medio socioeconómico y cultural en el cual se inscribe la ejecución del proyecto de conexión eléctrica, observando estrictamente la debida adhesión y cumplimiento de la normatividad vigente en Colombia que sea aplicable a la elaboración del presente Estudio de Impacto Ambiental, particularmente en las disposiciones que se emanan de la Constitución Política de Colombia, las leyes reglamentarias de aquellos artículos con relación directa a la presente metodología, y los Decretos Únicos Reglamentarios incidentes en este proceso: 1066 de 2015 (sector administrativo del Interior), 1076 de 2015 (sector Ambiente y Desarrollo Sostenible) y 1080 de 2015 (sector cultura).

1.5.4.2 Criterios centrales de la metodología

La presente metodología propendió, además de dar cumplimiento a los Términos de Referencia de la SDA, por integrar conceptos sobre la participación ciudadana, la gestión del relacionamiento con partes interesadas (stakeholder management), y la ejecución de los lineamientos para Programas de Arqueología Preventiva del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH). Se dio pleno cumplimiento a la Política de Sostenibilidad de CODENSA S.A. E.S.P – Grupo Enel, así como su Procedimiento Estratégico de Diálogo con Grupos de Interés. También se tomó como referencia, además de la legislación nacional, elementos

conceptuales de normas como ISO 26000 (Responsabilidad Social) y la Guía Técnica GTC-180 (Responsabilidad Social).

1.5.4.3 Metodología específica para la aplicación de lineamientos de participación y relacionamiento con partes interesadas

De acuerdo con las especificaciones de los Términos de Referencia de la SDA para la aplicación de lineamientos de participación, se informó a autoridades, comunidades y otras partes interesadas sobre el proyecto, y se garantizó la expresión de opiniones, percepciones e inquietudes. También se permitió a las comunidades (étnicas o no) que expresasen libremente cuáles podrían ser los impactos causados por el proyecto y las medidas de manejo a adoptar, y estas percepciones se involucraron en el ejercicio valorativo y evaluativo del impacto ambiental.

Dado lo anterior, durante la ejecución de las actividades que integran la etapa de factibilidad del proyecto (diseños técnicos y estudios ambientales), se siguió una secuencia de procesos de información que además de implicar suministro de información, reflejó actuaciones empresarialmente responsables de cara a la gestión del relacionamiento con actores sociales del territorio, sobre la base conceptual de que los impactos sociales no solo se asocian al desarrollo de obras (en este caso, de construcción de subestaciones eléctricas), sino que comienzan una temprana manifestación durante la etapa de estudios y diseños evidente en generación de expectativas y toma de posición favorable u opositora según la atención a intereses individuales, sectoriales y colectivos. Para ello, se realizó un proceso por fases de la siguiente manera.

1.5.4.3.1 Participación y relacionamiento con autoridades locales

- **Estrategia de convocatoria**

Por lineamiento corporativo, CODENSA S.A. E.S.P. dispuso que la aplicación de lineamientos de participación se realizase con la Alcaldía Local de Fontibón (jurisdicción territorial del proyecto), la Junta Administradora Local (JAL), la Personería Local y la Estación de Policía de Fontibón. Las socializaciones (estrategia de información y participación escogida para dar a conocer el proyecto) fueron convocadas directamente por el equipo social de CODENSA S.A. E.S.P., teniendo en cuenta que la empresa es el operador de red en la ciudad de Bogotá D.C. y su imagen es de dominio público para la ciudadanía en general.

Para la convocatoria, el procedimiento consistió en realizar el acercamiento a las entidades anteriormente mencionadas y concertar, bien fuera directamente con la misma autoridad o con quien estuviese encargado del manejo de su agenda, la fecha para la realización de la socialización inicial. Se procuró que esta fecha se encontrase en la semana siguiente al día en el cual se realizaba el acercamiento, y posteriormente se radicó comunicación escrita presentando el proyecto y formalizando la fecha de socialización previamente concertada.

- **Socialización**

La socialización se llevó a cabo de acuerdo con las fechas, horas y lugares previamente concertados. Para estas reuniones, los integrantes de CODENSA S.A. E.S.P. y del equipo consultor se desplazaron hacia los sitios de reunión de manera que su arribo se produjese como mínimo media hora antes del inicio programado de la reunión, a fin de implementar la logística del procedimiento.

La socialización con autoridades tuvo los siguientes momentos diferenciados:

- **Apertura de la reunión**

- Presentación de los asistentes por parte de CODENSA S.A. E.S.P. y equipo consultor.
- Presentación de los integrantes de la entidad convocada (Alcaldía Local, JAL, Personería Local y Policía Nacional) asistentes a la reunión.
- Objetivo y agenda de la reunión.
- Solicitud de autorización para toma de registros de asistencia, registro fotográfico y registro audiovisual.

- **Presentación del proyecto (aspectos técnicos, etapas de diseño y construcción, justificación y beneficios)**

- Presentación corporativa de CODENSA S.A. E.S.P. y presentación de INGEDISA Ingeniería y Diseño como firma consultora.
- Presentación del proyecto, su justificación y sus beneficios
- Presentación de las actividades a realizar en campo por parte de los profesionales y técnicos adscritos a los estudios técnicos y ambientales.

- **Información sobre la elaboración del estudio de impacto ambiental**

- Definición de estudio de impacto ambiental como requisito para la ejecución del proyecto.
- Normatividad ambiental vigente que regula el licenciamiento ambiental, la presentación y la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental.
- Etapas y actividades de campo para la elaboración del estudio de impacto ambiental por medio (físico, biótico y socioeconómico)
- Estructura del Estudio de Impacto Ambiental de acuerdo con los Términos de Referencia de la SDA.

- **Atención de inquietudes por parte de los asistentes**

Espacio para la resolución de dudas e inquietudes relacionadas con el proyecto.

- **Retroalimentación**

Espacio para que los miembros de la entidad convocada a socialización expresen información sobre zonas de interés ambiental, zonas de restricción, tendencias y/o proyectos de desarrollo en las áreas de influencia del proyecto, recomendaciones de seguridad y otros ítems de información que constituyan base de referencia para la elaboración de los diseños y los estudios ambientales.

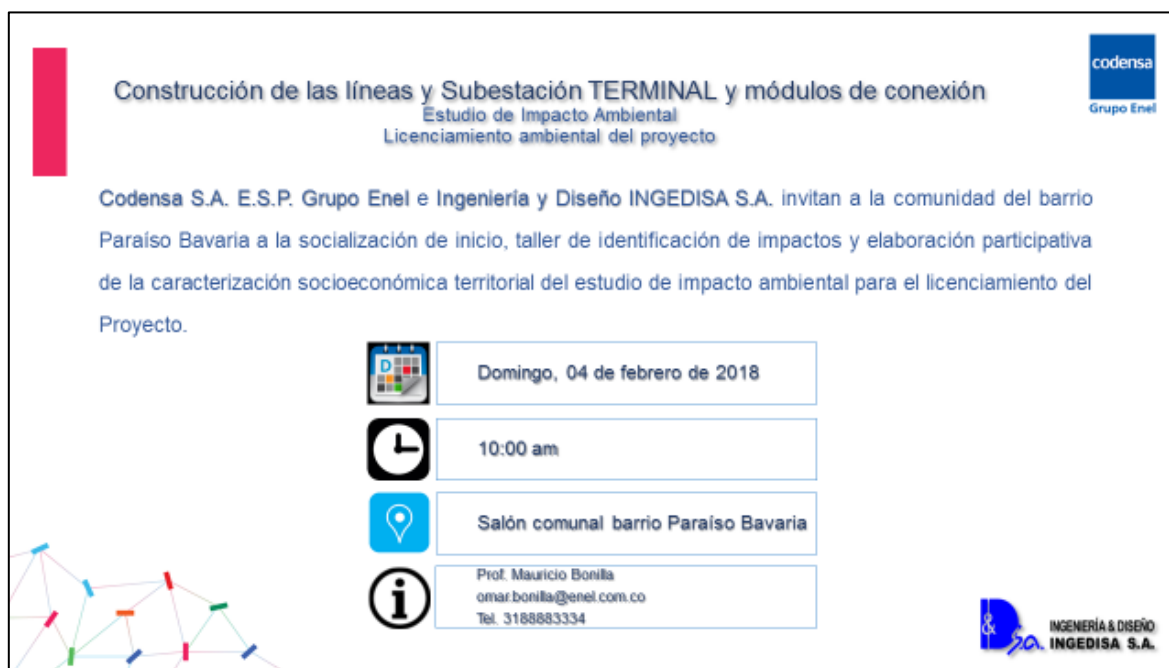
1.5.4.3.2 Participación y relacionamiento inicial con comunidades

- **Estrategia de convocatoria**

Una vez identificada detalladamente la organización comunal presente en el área de influencia directa, CODENSA S.A. E.S.P. procedió a establecer los acercamientos con los miembros de la Directiva de la Junta de Acción Comunal, a fin de realizar la convocatoria de la socialización de inicio en las cual se dio a conocer el proyecto. De manera similar al procedimiento efectuado con las Autoridades Locales, se radicó un oficio de

confirmación de la fecha, hora y lugar de la socialización. Así mismo, se realizó la fijación de cartelera informativas de la convocatoria a la reunión (ver Figura 1-11) tanto en el acceso al barrio como en la cartelera del salón comunal, como refuerzo visual a la convocatoria.

Figura 1-11 Modelo propuesto de cartelera para convocatorias a reuniones de socialización



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

1.5.5 Metodología zonificación ambiental

La zonificación ambiental consiste en la definición de unidades homogéneas que se conforman a partir de la integración de diferentes criterios, que van desde las características físicas y bióticas que conforman el sistema hasta las interacciones socioeconómicas del entorno (Balaguer *et al.*, 2008; Varghesea *et al.*, 2008).

En la zonificación se involucró la consulta e interpretación de la sensibilidad (S) e importancia (I) de los determinantes ambientales y sociales a nivel: normativo nacional y nivel regional, estableciendo la aptitud del medio hacia el proyecto, teniendo en cuenta que una zona que presente mayor oferta ambiental (mayores áreas homogéneas con sensibilidad e importancia), tendrá menor aptitud hacia el proyecto.

1.5.5.1.1 Marco conceptual de la zonificación ambiental

Las diferentes unidades homogéneas que conforman la zonificación comparten elementos comunes a su interior, pero en su síntesis marcan diferencias, lo que hace que sean susceptibles de ser interpretadas para diferentes niveles de toma de decisiones.

Algunos autores como Delgado definen la zonificación ambiental como un resultado²⁷, y define la sensibilidad ambiental como la susceptibilidad de las unidades ambientales dentro del área de estudio a ser afectadas por las actividades antrópicas²⁸.

El análisis de sensibilidad ambiental es la evaluación de la susceptibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas por la localización y desarrollo de un proyecto, lo cual está relacionado con la vulnerabilidad ambiental de éste, dado que indica el grado de resiliencia ante posibles afectaciones por factores externos.

Para el estudio se definió la sensibilidad (S) e importancia (I) de las unidades del medio abiótico, biótico, socioeconómico y cultural, como a continuación se expresa:

- *Sensibilidad Ambiental*: capacidad intrínseca de recuperación de un elemento natural, comunidad o ecosistema que lo hace susceptible de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él. Se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada por una acción externa a su medio natural o social²⁹.
- *Importancia Ambiental*: capacidad de ofrecer o prestar bienes o servicios sociales, económicos, culturales y/o ambientales al entorno en el que se encuentre, de un elemento natural, comunidad o ecosistema, ya sean estos bienes o servicios sociales de soporte, regulación o provisión.

1.5.5.1.2 Secuencia metodológica

Para la zonificación ambiental se tuvo como referencia la metodología General para la presentación de Estudios Ambientales³⁰, los requerimientos solicitados en los términos de referencia del Sector Eléctrico emitidos por la Secretaría Distrital de Ambiente SDA en 2017, y las características propias del entorno urbano que definen el área de influencia del proyecto.

La metodología empleada para la zonificación ambiental se abordó en cinco fases como se presenta en la siguiente figura.

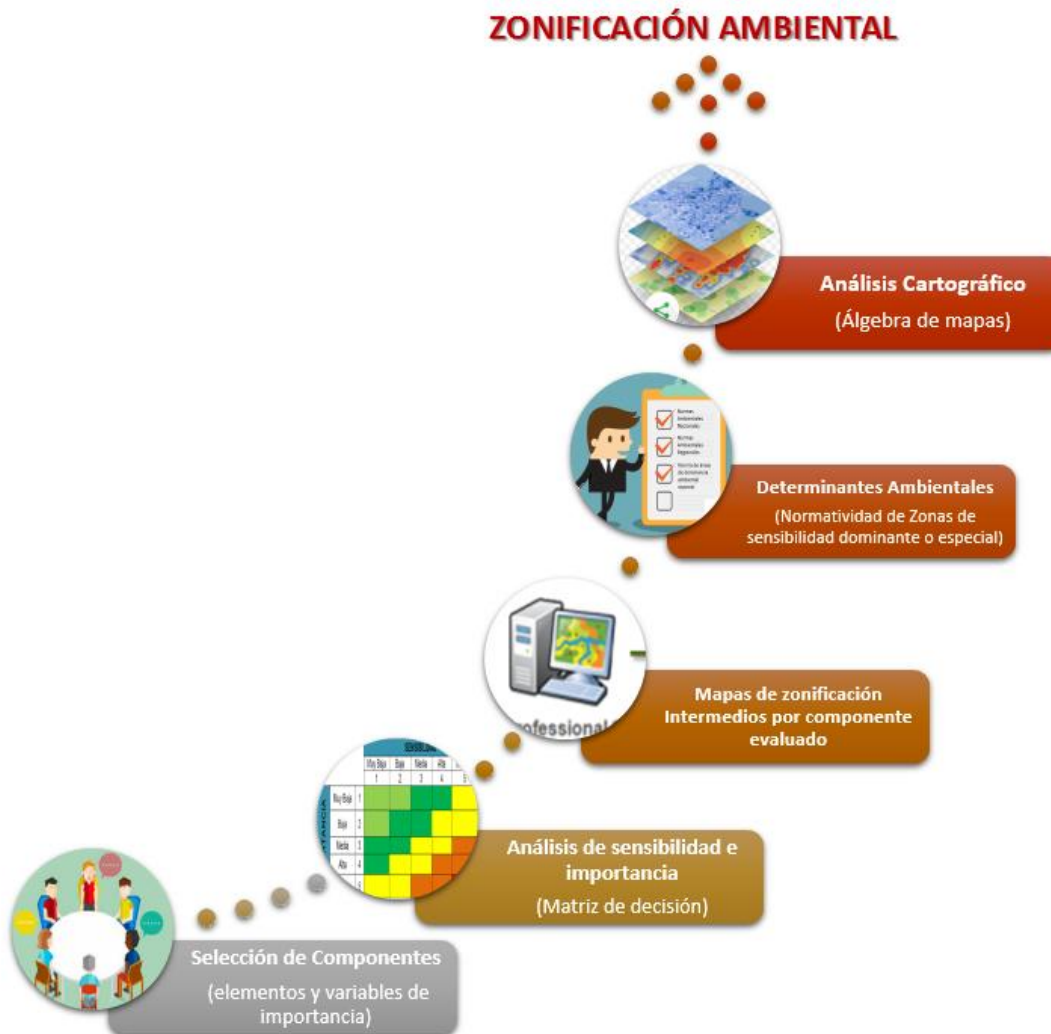
²⁷ ECOPETROL 2013. DELGADO R., Félix A. Resultado de la caracterización ambiental de un área determinada, a través de la cual se obtiene una síntesis integrada del diagnóstico de los diferentes componentes analizados en la línea base del estudio. Esta zonificación determina el grado de sensibilidad ambiental que presentan cada uno de ellos dentro de un área determinada frente a los impactos que se generan durante la ejecución de un proyecto.

²⁸ Ibíd. 2. p.

²⁹ Resiliencia: Medida por la magnitud de las perturbaciones que pueden ser absorbidas por el sistema antes de que sea reorganizado con diferentes variables y procesos (Crawford Holling 1973). “dominios de estabilidad” (Scheffer y Jackson 2011)

³⁰ Autoridad Nacional de Licencias Ambientales de Colombia 2018.

Figura 1-12 Secuencia metodológica para definir zonificación ambiental



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

• Análisis de Sensibilidad e Importancia

Para el análisis de sensibilidad e importancia se formularon matrices de doble entrada para la toma de decisiones, estableciendo valores para la calificación de sensibilidad (S) e importancia (I) a partir de los rangos de calificación establecidos a continuación.

○ Sensibilidad

De acuerdo con la metodología de zonificación empleada, la valoración de la sensibilidad se define en cinco (5) categorías según la capacidad de asimilación o no de una intervención, así como la manifestación que tenga el medio para recuperarse o volver a su estado original. Ver Tabla 1-22.

Tabla 1-22 Rangos de Sensibilidad ambiental

Nivel de sensibilidad	Valor	Descripción
MUY ALTA	5	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son muy intolerantes a la perturbación con muy baja o ninguna capacidad de recuperación en el largo plazo.
ALTA	4	Elemento natural, comunidad o ecosistema susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son intolerantes a la perturbación con baja capacidad de recuperación en el largo plazo, en las que se deben adoptar medidas de manejo.
MEDIA O MODERADA	3	Elemento natural, comunidad o ecosistema moderadamente susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente leves. Son moderadamente tolerantes a la perturbación con capacidad de recuperación en el mediano plazo, mediante la adopción de medidas de manejo.
BAJA	2	Elemento natural, comunidad o ecosistema poco susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente fuertes. Son tolerantes a la perturbación con buena capacidad de recuperación en el mediano plazo de forma natural.
MUY BAJA	1	Elemento natural, comunidad o ecosistema muy poco susceptible a ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas relativamente fuertes.

Fuente: Ajustado de la Guía para la zonificación ambiental de áreas de interés petrolero, Ecopetrol S.A., 2013.

○ Importancia

La importancia se define de igual manera que la sensibilidad, en cinco (5) categorías, según la capacidad de ofrecer o prestar bienes o servicios ambientales, sociales, económicos o culturales al territorio. Ver Tabla 1-23.

Tabla 1-23 Rangos de importancia ambiental

Nivel de importancia	Valor	Descripción
MUY ALTA	5	Muy alta importancia (5): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pierden su capacidad de oferta en el corto plazo, poniendo en muy alto riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema.
ALTA	4	Alta importancia (4): Elemento natural, comunidad o ecosistema con alta capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema en el corto plazo.
MEDIA O MODERADA	3	Moderada importancia (3): Elemento natural, comunidad o ecosistema con moderada capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración puede poner en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que se altera ligeramente su capacidad de oferta en el corto plazo, reflejando una disminución en tal capacidad.
BAJA	2	Baja importancia (2): Elemento natural, comunidad o ecosistema con baja capacidad de generar y ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo

Nivel de importancia	Valor	Descripción
		que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema, dado que no se ve alterada su capacidad de oferta en el corto plazo
MUY BAJA	1	Muy baja importancia (1): Elemento natural, comunidad o ecosistema con muy baja capacidad de generar u ofrecer bienes o servicios sociales y/o ambientales al medio que lo rodea, por lo que ante cualquier alteración no pone en riesgo el suministro o equilibrio del ecosistema puesto no presentan variación en su potencial.

Fuente: Ajustado de la Guía para la zonificación ambiental de áreas de interés petrolero, Ecopetrol S.A., 2013.

○ Criterios para valoración cualitativa y cuantitativa

De acuerdo con la secuencia metodológica y operativa de la zonificación, una vez realizadas las calificaciones de los niveles de sensibilidad e importancia ambiental, se determinaron los grados de interrelación sensibilidad/importancia (S/I). La relación sensibilidad/importancia ambiental (S/I) estaría dada con base en la interacción de niveles que se presentan en la Tabla 1-24.

Tabla 1-24 Categorías de interacción entre sensibilidad e importancia (S/I)

			NIVEL DE SENSIBILIDAD				
			MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		Valor	5	4	3	2	1
NIVEL DE IMPORTANCIA	MUY ALTA	5					
	ALTA	4					
	MEDIA	3					
	BAJA	2					
	MUY BAJA	1					

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

• Determinantes socioambientales

En esta categoría se incluyen las áreas de manejo especial, definidas en el POT de Bogotá, la norma urbana del distrito, los lineamientos ambientales de operación estratégica del corredor ecológico del río Fucha, amenazas por inundación, valle aluvial del río Bogotá y sus afluentes, y demás áreas ambientales y/o socioculturales de manejo especial establecidas en la normatividad nacional y distrital.

• Análisis cartográfico

A partir de la definición de áreas homogéneas de cada uno de los componentes evaluados en cada medio, se superponen o integran utilizando el álgebra de mapas, apoyados en el sistema de información geográfica y las herramientas de geo procesamiento, dando como resultado las zonificaciones intermedias, que reflejan los niveles de sensibilidad/importancia (S/I) desde la perspectiva física, biótica y socioeconómica cultural. A partir de las zonificaciones intermedias se repite el mismo procedimiento de superposición para obtener la zonificación final al incorporarle el marco legal y normativo (determinantes socioambientales) que rige el entorno del proyecto.

1.5.6 Metodología demanda, uso, aprovechamiento y/o afectación de recursos naturales

Inicialmente se procedió a definir los alcances del proyecto, determinando las estrategias de uso de los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto, encontrándose que no se requiere concesión de aguas superficiales, aguas subterráneas, ni permiso de vertimientos, ya que se solicitarán los servicios de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAAB (en la etapa de construcción se utilizarán baños portátiles, que recibirán mantenimiento por una empresa certificada, que recolectará, tratará y dispondrá éstos); no se requiere permiso de ocupación de cauces, ya que dentro del AID no se encuentra ningún cuerpo de agua ni el proyecto prevé la intervención de cuerpos hídricos.

Mediante verificación en campo del área de influencia del proyecto, se identificaron las áreas susceptibles de intervención, realizando el inventario forestal con el fin de estimar el aprovechamiento forestal requerido por el proyecto. Los individuos arbóreos identificados dentro del área de influencia del proyecto no requieren aprovechamiento forestal en la etapa de construcción, de acuerdo con las actividades constructivas necesarias para el proyecto.

No se requiere permiso de emisiones atmosféricas, ya que las actividades a ejecutar por el proyecto no se contemplan dentro de los factores a partir de los cuales se requiere permiso de emisión atmosférica para fuentes fijas, según lo establecido en el Artículo 73 del Decreto 948 de 1995, contenido en el Decreto 1076 Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, Artículo 2.2.5.1.7.2. *Casos que requieren permiso de emisión atmosférica.*

Por último, es de anotar, que la adquisición de materiales de construcción, disposición de los sobrantes de excavación y residuos sólidos serán manejados a través de terceros autorizados, motivo por el cual no se requiere realizar ninguna solicitud para explotación de materiales de construcción.

1.5.7 Metodología evaluación ambiental

La metodología seleccionada para la evaluación de impactos ambientales corresponde al método simplificado formulado por Vicente Conesa Fernández³¹ y ajustado, no obstante, con el fin de adaptar la metodología a la realidad del proyecto, se realizaron ajustes, es así que en letra cursiva y negrita se identifican los ajustes realizados a la metodología, que utiliza una matriz de causa-efecto y analiza diez parámetros y a su vez dentro de los mismos establece una serie de atributos como se aprecia en la Tabla 1-25, que al plasmarlos en la ecuación propuesta por el autor, arrojan un resultado numérico, que corresponde a la importancia del impacto, posteriormente establece un rango de 13-66 y a los cuatro rangos propuestos le asigna la clase de efecto que hace referencia a si es compatible, moderado, crítico o severo y a su vez establece un color para cada uno. A continuación, se relacionan los parámetros de evaluación.

Dadas las condiciones que anteceden, cabe agregar, que se realizaron ajustes a los criterios de Intensidad (se seleccionaron tres calificaciones, debido al grado de intervención que ya presenta el área de influencia y el porcentaje de ocupación del predio donde se ejecutarán las labores en comparación con el AID), Extensión (se seleccionaron solo tres calificaciones, ya que el proyecto es puntual y las actividades asociadas al proyecto se desarrollarán en el área de influencia directa del proyecto), Recuperabilidad (se ajustaron los criterios, teniendo en cuenta el tipo de medidas ambientales <prevenir, mitigar, corregir y compensar> que se pueden implementar en la ejecución del plan de manejo ambiental), Sinergia (se seleccionaron dos calificaciones, ya que dentro del

³¹ KAPESIC. ARBOLEDA. Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades [2008] [en línea], https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf [citado en 16 de marzo de 2018].

análisis preliminar, no se identificó una actividad que fuera muy sinérgica), Periodicidad se denominó como Posibilidad de Ocurrencia para asociarlo lo establecido dentro de los términos de referencia de estudios de impacto ambiental para el sector eléctrico de 2017 de la Secretaría Distrital de Ambiente. Finalmente, es de mencionar, que algunas descripciones de los criterios varían en su denominación, sin embargo, sigue conservando la misma calificación.

Tabla 1-25 Criterios y valoración de parámetros de evaluación ambiental

Parámetro	Criterio	Valor
Naturaleza	Positivo	1
	Negativo	-1
Efecto	Efecto directo	4
	Efecto indirecto	1
Intensidad	Baja	1
	Media	4
	Alta	8
Extensión	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	4
Momento	Inmediato o corto plazo (menos de un año)	4
	Mediano plazo (1 a 5 años)	2
	Largo plazo (más de 5 años)	1
Persistencia	Fugaz	1
	Temporal (entre 1 y 10 años)	2
	Permanente (más de 10 años)	4
Reversibilidad	Alta (menos de un año)	1
	Media (1 a 10 años)	2
	Baja (más de 10 años)	4
Recuperabilidad	Prevenible	1
	Mitigable	2
	Corregible	4
	Compensable	8
Sinergia	Sinérgico	2
	No sinérgico	1
Acumulación	Acumulativo	4
	No acumulativo	1
Posibilidad de ocurrencia	Alta	4
	Media	2
	Baja	1

Fuente: V. CONESA FDEZ - VÍTORA, 1997, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

A continuación, se presentan las definiciones de los criterios teniendo en cuenta los ajustes realizados a la metodología, para que los calificadores cuenten con el mismo concepto, teniendo en cuenta el medio que estén evaluando (abiótico, biótico y/o socioeconómico).

- **Naturaleza o tipo de impacto (N).** Indica si la afectación de la acción va a tener consecuencias positivas o negativas. Positivo cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes. Negativo cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes.

- **Efecto (EF).** Si el impacto de la acción sobre el medio es directo o indirecto. Directo cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio. Indirecto cuando su manifestación se presenta a partir de un efecto directo.
- **Intensidad/Magnitud (IN).** Representa el grado de afectación de una acción sobre el componente modificando sus condiciones iniciales. Alta cuando se da un grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio. Media se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio. Baja por un grado de incidencia leve del efecto sobre el medio.
- **Extensión o área de influencia (EX).** Se refiere a la extensión espacial de la afectación. Puntual cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto. Parcial cuando se afecta una proporción exterior al área puntual donde se está ejecutando la actividad. Extenso cuando la afectación se manifiesta en el AID y en el All del proyecto.
- **Momento o duración (MO).** Se refiere al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto que actúa sobre el componente. Inmediato o corto plazo cuando se presenta en un tiempo menor de 1 año. Mediano plazo cuando se presenta entre 1 a 5 años. Cuando se presenta en un tiempo mayor de 5 años. Largo plazo cuando se presenta en un tiempo mayor de 5 años.
- **Persistencia o permanencia (PE).** Se refiere al tiempo que permanece el impacto sobre el medio a lo largo del tiempo. Fugaz cuando dura menos de 1 año. Temporal cuando dura entre 1 y 10 años. Permanente cuando dura más de 10 años.
- **Reversibilidad (RV).** Se refiere al tiempo de recuperación de manera natural (sin intervención antrópica) a las condiciones iniciales del componente por una determinada acción. Alta cuando la recuperación del medio se da en un periodo inferior a 1 año. Media cuando la recuperación del medio se da en un intervalo de 1 a 10 años. Baja cuando la recuperación del medio se da en un tiempo mayor de 10 años.
- **Recuperabilidad (RC).** Se refiere a la posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado como consecuencia de la ejecución del proyecto. Esta recuperación es por medio de intervención humana, es decir utilizando medidas de manejo. Prevenible cuando se pueden implementar medidas para prevenir/evitar que ocurra el impacto. Mitigable cuando se deben implementar acciones dirigidas a minimizar los impactos y efectos negativos de un proyecto, obra o actividad sobre el medio ambiente. Corregible cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por el proyecto, obra o actividad. Compensable cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.
- **Sinergia (S).** Se refiere al reforzamiento de dos o más efectos simples provocados por acciones que actúan simultáneamente. Sinérgico cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto. No sinérgico cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.
- **Acumulación o tendencia (AC).** Se refiere al incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada la acción que lo genera. Acumulativo cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa. No acumulativo cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.

- **Posibilidad de ocurrencia (PO).** Se refiere a la oportunidad de aparición de un impacto. Alta cuando se presenta continuamente con un nivel elevado de certeza. Media cuando se presenta con cierta regularidad o frecuencia. Baja cuando se presenta de manera esporádica con menor frecuencia y certeza.

- **Importancia del impacto (I).**

Conesa Fernández Vítora expresan la “importancia del impacto” a través de:

$$I = N (3 \text{ IN} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PE} + \text{RV} + \text{S} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PO} + \text{RC})$$

A partir de los ajustes realizados a la metodología, a continuación, se presentan el valor mínimo y el máximo con que se ajustaron los rangos para clasificar los impactos, teniendo en cuenta los resultados de importancia.

$$\text{Valor mínimo } I = (+/-) ((3*1) + (2*1) + 1+1+1+1+1+1+1) = +13 \text{ o } -13$$

$$\text{Valor máximo } I = (+/-) ((3*8) + (2*4) + 4+4+4+2+4+4+4+8) = +66 \text{ o } -66$$

Se los clasifica como se aprecia en la Tabla 1-26.

Tabla 1-26 Criterios y valoración considerada

CLASIFICACIÓN	RANGO	
POSITIVOS	13	66
IRRELEVANTES	-13	-26
MODERADOS	-27	-40
SEVEROS	-41	-53
CRÍTICOS	-54	-66

Fuente: V. CONESA FDEZ - VÍTORA, 1997, modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Impacto irrelevante: Son generalmente puntuales, de baja intensidad reversibles en el corto plazo. ***El manejo recomendado es prevención y/o control.***

Impacto moderado: Son impactos generalmente de intensidad media o alta, reversibles en el mediano plazo y recuperable en el mismo plazo. ***El manejo recomendado es prevención y/o control.***

Impacto severo: Son generalmente de intensidad muy alta o total, extensión local e irreversibles (>10 años). ***Para su manejo se requieren medidas de mitigación o compensación.***

Impacto crítico: Son generalmente de intensidad alta o muy alta, persistentes, reversibles en el mediano plazo. ***Para su manejo se requieren medidas de mitigación o compensación.***

Es de anotar, que la metodología de Conesa de 1997 sugiere que los impactos con valores ≤ -54 , son altamente significativos y si no se buscan alternativas que eliminen las causas o las cambien por otras de efectos menos dañinas, pueden hacer inviable un proyecto. No obstante, como se mencionó anteriormente, el presente estudio ha realizado una adaptación de la metodología, por lo que los rangos de valoración considerados para el proyecto no son los mismos que utiliza Conesa, ya que se plantean para los impactos severos y críticos, la implementación de ***medidas de mitigación o compensación*** (ver capítulo 7 del presente estudio).

1.5.8 Metodología zonificación de manejo ambiental

La Zonificación de Manejo Ambiental - ZMA, es el resultado de la aplicación del modelo conceptual empleado en la zonificación ambiental (ver Figura 1-12), a través de la interacción de actividades del proyecto con las condiciones particulares del entorno, ya que como se indica en la guía para la zonificación ambiental desarrollada por Ecopetrol (2013), “(...) los diferentes niveles de sensibilidad e importancia ambiental, socioeconómica y cultural indican también el nivel de control y manejo requerido para contrarrestar los efectos potenciales de la intervención. Así, el nivel establecido para la sensibilidad/importancia de una unidad territorial o área, supone que determina la capacidad que tiene o no, el medio para asimilar y/o recuperarse de una posible alteración, ya sea por mecanismos naturales (resiliencia) en el corto plazo o en periodos más largos para volver a su estado inicial (...)”.

De esta manera, la Zonificación de Manejo Ambiental - ZMA se elaboró a partir de los resultados de la zonificación ambiental (la cual se presenta en el Capítulo 3, numeral 3.5 del presente EIA), y de la georreferenciación de los impactos evaluados más relevantes, asociados al desarrollo de actividades de construcción y operación del Proyecto (Capítulo 5), los cuales fueron relacionados por medio de una matriz para la toma de decisiones, el análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados de unidades de manejo.

En la Tabla 1-27 se presenta la matriz de decisión empleada, en ella se relacionan las categorías de sensibilidad ambiental identificadas en la zonificación ambiental del proyecto, y los impactos relevantes identificados en la evaluación ambiental del proyecto.

Tabla 1-27 Categorías de interacción entre zonificación ambiental e impactos relevantes

		CATEGORIZACIÓN DE IMPACTOS RELEVANTES (CRÍTICOS Y SEVEROS)			
		MUY ALTO	ALTO	MEDIO	BAJO
ZONIFICACIÓN AMBIENTAL	MUY ALTA				
	ALTA				
	MEDIA				
	BAJA				
	MUY BAJA				

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Cabe aclarar, que la zonificación de manejo, en las áreas en donde no se identifican impactos ambientales relevantes, corresponderá a la homologación realizada con la zonificación ambiental establecida. (Ver capítulo 3.5 del presente EIA donde se presenta en detalle los resultados de la zonificación ambiental).

En la Tabla 1-28, se presenta la correspondencia de cada una de las categorías de zonificación de manejo con respecto a las unidades de sensibilidad ambiental determinadas durante la zonificación ambiental.

Tabla 1-28 Relación de la zonificación ambiental y las categorías de zonificación de manejo

SENSIBILIDAD AMBIENTAL	MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
ZONIFICACIÓN DE MANEJO	Área de exclusión	Área de intervención con restricciones altas	Área de intervención con restricciones medias	Área de intervención	

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Con base en las características físico-bióticas, socioeconómicas y culturales, los lineamientos estipulados en la zonificación ambiental (Ver Capítulo 3, Numeral 3.5 del presente EIA), las actividades que se proyectan desarrollar en el área (Ver Capítulo 2 descripción del proyecto), y los impactos que generarán las diversas actividades a realizar en el transcurso del proyecto, en la Tabla 1-29 se describen las categorías de manejo establecidas para el área de influencia del proyecto.

Tabla 1-29 Descripción de las categorías de zonificación de manejo empleadas

CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN DE MANEJO		DESCRIPCIÓN
ÁREA DE EXCLUSIÓN	Área de Exclusión	<p>Son aquellas áreas que se restringen o excluyen de las intervenciones directas del proyecto (ubicación de Infraestructura eléctrica), debido a que presentan un alto grado de vulnerabilidad, sensibilidad e importancia.</p> <p>La exclusión en el área de influencia directa está relacionada con la prohibición legal de ubicación de infraestructuras en el área de Zona de reserva vial del corredor de la Intersección Avenida Centenario con la Avenida Agoberto Mejía Cifuentes.</p> <p>Es de importancia mencionar que, en la intersección de la reserva vial con el área de intervención del proyecto, se ubicará la vía de acceso a la subestación Terminal; actividad que presenta un uso compatible con la restricción, por lo que se identificó como un área de intervención con restricciones altas y no como un área de exclusión.</p>
	Área de Intervención con Restricciones Altas	<p>Las áreas bajo esta condición presentan niveles de sensibilidad ambiental alta; con limitantes ambientales o legales pero que no son excluyentes para la realización del proyecto, obra o actividad. Estas áreas requieren de medidas de manejo ambiental y social particulares, en función de las necesidades de prevención, corrección, mitigación o compensación de los impactos generados por el proyecto.</p> <p>En esta categoría se incluye el área de ubicación de la vía de acceso a la subestación terminal, la cual se localizará sobre parte del área de reserva vial del corredor vial Avenida Centenario.</p>
ÁREA DE INTERVENCIÓN CON RESTRICCIONES	Área de Intervención con Restricciones Medias	<p>Son áreas que presentan condiciones de sensibilidad media y no limitan el desarrollo de las actividades del proyecto. Para el desarrollo de las actividades del proyecto se tendrán controles, medidas preventivas y de corrección, acordes con su sensibilidad.</p>
ÁREA DE INTERVENCIÓN	Área de Intervención	<p>Son áreas que presentarán una sensibilidad ambiental, Baja o Muy Baja; en esta categoría se encuentran las áreas que pueden ser intervenidas por cualquier actividad del proyecto, teniendo en cuenta, que las actividades estén dentro del marco de manejo ambiental legal, así como las medidas socioambientales generales establecidas en el plan de manejo ambiental del proyecto.</p>

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.5.9 Metodología plan de manejo ambiental

De acuerdo con lo establecido en los Términos de Referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente “para la elaboración de estudios de impacto ambiental para el tendido de líneas de transmisión del sistema regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV”, el Plan de Manejo

Ambiental corresponde al conjunto de programas, proyectos y actividades tendientes a prevenir, controlar, mitigar, corregir y compensar los impactos negativos que pueda generar el proyecto sobre el entorno. Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta la identificación y análisis de impactos realizados previamente en el capítulo de evaluación ambiental del Estudio de Impacto Ambiental se conciben los programas y estrategias de manejo ambiental plasmados en fichas con sus respectivas actividades.

Las fichas se estructuran incluyendo: objetivos, impactos a controlar, cobertura espacial, diseños, población beneficiada, descripción de actividades, mecanismos y estrategias participativas, instrumentos e indicadores de seguimiento y monitoreo (Capítulo 7 del presente EIA incluye las fichas del PMA), responsable de la ejecución, cronograma y costos.

1.5.10 Metodología programa de seguimiento y monitoreo

El programa de seguimiento y monitoreo se estructura a partir de cada uno de los programas de manejo establecidos en el capítulo del Plan de Manejo Ambiental del EIA. Este programa tiene como objetivo medir la validez, confiabilidad y cumplimiento de las medidas de manejo propuestas, mediante los porcentajes de éxito alcanzados.

Las fichas del programa de seguimiento se estructuran considerando: programa del PMA al cual se va a realizar el seguimiento, ficha de manejo, objetivos, impactos a controlar, componentes ambientales a monitorear, localización, tipo de medida de control, descripción de la medida, periodicidad, duración, análisis e interpretación de resultados, tipo y periodo de reportes y costos.

1.5.11 Metodología plan de contingencia

Con el propósito de desarrollar de manera segura las diferentes actividades del proyecto, en cada una de sus etapas (pre-construcción, construcción, operación y mantenimiento, y desmantelamiento y abandono) y dar una adecuada respuesta ante un suceso no deseado o contingencia, se desarrolla la siguiente metodología, dando cumplimiento a lo establecido en los términos de referencia de *“Estudios de Impacto Ambiental para el tendido de las líneas de transmisión regional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones mayores a 50 kV y menores a 220 kV”* de la Secretaría Distrital de Ambiente, 2017.

El Plan de Contingencia (en adelante PDC) se elaboró como instrumento para la identificación y evaluación de escenarios de riesgo, en donde se estableció la metodología por medio de un análisis cualitativo, se describe el nivel de riesgo asociado y las acciones a tomar en caso de que se presente un evento de tipo natural o antrópico, teniendo en cuenta las actividades a desarrollar en el proyecto y su área de influencia.

El proyecto se desarrollará en la localidad de Fontibón en la ciudad de Bogotá D.C., y la descripción del área de influencia directa e indirecta del proyecto se detalla en el capítulo 3, sección 3.1 del presente EIA, por tanto, el capítulo busca constituir la organización y los medios necesarios para enfrentar los eventos que puedan suponer una situación de riesgo contra la vida, el medio ambiente y/o la propiedad, integrando recursos económicos, humanos, técnicos, normas y procedimientos enfocados en prevenir, atender, controlar y mitigar los posibles desastres, eventos o accidentes que puedan materializarse por la ejecución del proyecto.

La metodología utilizada para el análisis de riesgo tiene en cuenta 2 momentos: El primero estimando la probabilidad y el segundo realizando el análisis y evaluación del riesgo ambiental. Lo anterior, se fundamenta en la definición de afectación en el entorno natural, humano y socioeconómico.

Dicha metodología está compuesta por tres fases:

- Fase 1: Identificación y determinación amenazas endógenas y exógenas del proyecto.
- Fase 2: Identificación y análisis de vulnerabilidad para estimar la gravedad de las consecuencias de las amenazas identificadas en el entorno natural, humano y socioeconómico.
- Fase 3: Valoración del riesgo para cada una de las amenazas identificadas.

Durante el desarrollo del proyecto “Construcción de la Subestación Terminal y línea asociada a 115 kV”, el responsable de la ejecución de las obras deberá considerar la necesidad de actualizar el presente plan de contingencia si se llegarán a presentar los siguientes casos:

- Cuando se identifiquen cambios en las condiciones del área de influencia en relación con las amenazas y los elementos expuestos.
- Cuando se presenten cambios significativos en la estructura organizacional y los procesos de notificación internos o externos, los niveles de emergencia y/o los procedimientos de respuesta.
- Cuando se presente una emergencia, justo después del resultado de su investigación, si así se indica.

1.5.11.1 Análisis de riesgos

En el análisis de riesgos para el proyecto se identifican las amenazas o posibles siniestros que pueden ocurrir, la probabilidad de que estos acontezcan, la permanencia de los mismos durante la ejecución del proyecto y el grado de afectación o consecuencia que pueden llegar a tener ya sea en las personas, el medio ambiente o la continuidad del negocio.

1.5.11.2 Análisis de amenazas

La identificación de amenazas se asocia al nivel del riesgo derivado de la posibilidad de inducir consecuencias adversas sobre elementos vulnerables (hombre, bienes materiales y medio ambiente), como resultado de los efectos nocivos que puedan llegar a originarse por sucesos incontrolados en las actividades de cada una de las etapas del proyecto.

La identificación de las amenazas para el proyecto, se clasificaron en:

Exógenas: Cuando provienen del exterior del proyecto, obra o actividad que se esté evaluando, éstas pueden ser:

- Naturales: Originadas por fenómenos naturales como: sismos, remoción en masa, inundaciones, incendios forestales, tormentas eléctricas, volcanes, entre otros.
- Antrópicas: Provocadas por actos humanos, ya sea, de origen socio natural o antrópicas no intencionales (tala de bosques, uso de agroquímicos, entre otros), antrópicas intencionales (asalto, terrorismo, bloqueos, asonadas) y de origen tecnológico (incendios industriales, explosiones, derrames).

Endógenas: Se presentan al interior del proyecto y están directamente relacionadas con el desarrollo propio de los procesos o técnicas utilizadas. Dentro de éstas están las amenazas por incendios, derrames de productos químicos, entre otros.

Para la caracterización de las amenazas tanto endógenas como exógenas que pueden llegar a generarse en el proyecto, se consideraron antecedentes en proyectos similares, tanto en la región, como en otras zonas de Colombia y el mundo, documentación de las actividades y de la industria en general, bibliografía a nivel nacional, departamental y regional, registrando, asimismo, su relación con las operaciones, instalaciones y contexto ambiental, físico y social.

1.5.11.2.1 Identificación de amenazas exógenas

Para la definición de amenazas exógenas se realiza una revisión de información secundaria y primaria donde se identifican las posibles amenazas naturales o antrópicas a las que podría estar expuesto el proyecto; las metodologías utilizadas para determinar las amenazas exógenas en el área de influencia del proyecto se relacionan a continuación.

- **Amenaza por movimientos sísmicos**

Se utilizó el mapa de amenaza sísmica nacional del Servicio Geológico Colombiano -SGC- y con base en éste se identificaron las amenazas por movimientos sísmicos en el área de estudio.

- **Amenaza por tormentas eléctricas**

Para identificar la amenaza por tormentas eléctricas en el área de estudio, se determinó la densidad de relámpagos mediante información obtenida del modelo digital 0.1 de ratio de relámpago climatológico o lis 0.1 degree very high resolution gridded lightning full climatology (VHRFC) de la NASA.

- **Amenaza por inundación**

Para determinar la exposición del área de estudio a amenazas por inundación, se utilizó la cartografía geológica detallada del sistema de información para la gestión del riesgo y cambio climático -SIRE- del Instituto Distrital de Gestión de Riesgo y Cambio Climático -IDIGER-.

- **Incidentes con la comunidad**

Se analiza bajo la ocurrencia de antecedentes de inconformidad de la comunidad durante las actividades informativas y/o la reacción que podrían llegar a tener los habitantes del sector al momento de ejecutar el proyecto con base en antecedentes a oposición a proyectos de infraestructura.

- **Delincuencia común**

Para identificar el grado de amenaza social en el área de influencia del proyecto se consultó el Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial -SIG-OT- del Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC-.

- **Amenaza por presencia de estación de servicio**

Al lado del predio donde se prevé la construcción del proyecto, se encuentra la estación de servicio ESSO operada por la empresa Milenium Gas S.A.S, por lo que se consideraron varias amenazas relacionadas con respecto a la presencia de dicha estación de servicio -EDS-; a continuación, se relacionan los análisis de valoración de la amenaza.

Inicialmente se realizó la revisión de información secundaria acerca de las amenazas en estaciones de servicios relacionadas con incendios y explosiones, esto teniendo en cuenta las inquietudes de la comunidad acerca de ubicar la Subestación Terminal contigua a la EDS.

Se realizó un estudio de riesgos de ignición o explosión con respecto a la Subestación Terminal a cargo del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales – LABE de la Universidad Nacional de Colombia, quien utilizó como base las normas nacionales e internacionales que se relacionan a continuación: NTC 2050, NFPA 70, NFPA 30, NFPA 30A, NFPA 52, NFPA 55, Resolución 90708 de 2013 del Ministerio de Minas y Energía, Decreto 1073 de 2015 del Ministerio de Minas y Energía (Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía), Decreto 1521 de 1998 del Ministerio de Minas y Energía y Decreto 40278 de 2017 del Ministerio de Minas y Energía (Ver **Anexo Cap. 9, Estudio riesgo EDS_UNAL**).

Se llevó una simulación para encontrar los niveles de campos electromagnéticos alrededor de la subestación e identificar la capacidad de ignición por la coexistencia de la EDS y la Subestación Terminal por parte del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales – LABE de la Universidad Nacional de Colombia, el cálculo de la distribución de intensidad de campo eléctrico al interior de la Subestación se realizó a través del método de elementos finitos a una tensión de 115 Kv_{RMS} y unos circuitos de distribución de 4MVA a una tensión de 11,4 Kv_{RMS}. La simulación fue distribuida en diferentes secciones para analizar al detalle cada parte crítica del sistema y así determinar la influencia del campo eléctrico en los lugares pertenecientes a la subestación y sus alrededores (ver **Anexo Cap. 9, Estudio ignición_UNAL**).

Finalmente se realizó un estudio de calidad del suelo con el propósito de identificar si se encontraba algún residuo contaminante proveniente de la EDS que pudiera representar alguna amenaza para la ejecución del proyecto; a continuación, se relacionan los parámetros analizados y las normas utilizadas para su análisis.

PARÁMETRO	NORMA
Capacidad de intercambio catiónico	NTC 5268
Carbono orgánico total	NTC 5403
BTEX	EPA 5035A/EPA 8260D- B
Compuestos orgánicos volátiles - p&t - gc/ms	EPA 5035A/EPA 8260D- 0.01061 mg/Kg - A /Compuestos Acreditados: Benceno, Etilbenceno, Tolueno, m+p Xileno
Conductividad eléctrica	NTC 5596:2008
Estabilidad estructural	N.A.
Fenoles totales	NTC 5596/SM 2580 B,D
Grasas y aceites	EPA9071B / SM 5520 F
Hidrocarburos aromáticos policíclicos	EPA 3550C/EPA 8100
Hidrocarburos totales	NMX-AA-145-SCFI-2008, NTC 3362:2005-06-29, Numeral 7. Método F
pH	EPA 9045 D
Retención de humedad	LBC388

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2019

1.5.11.2.2 Identificación de amenazas endógenas

Teniendo en cuenta el tipo de trabajos que se desarrollarán durante las diferentes etapas del proyecto, se identificaron las amenazas endógenas que podrían incurrir en el normal desarrollo de la Subestación Terminal y Línea Asociada a 115 kV: Accidentes laborales, afectaciones a infraestructura y/o servicios intersectados por el proyecto, ausencia de mantenimiento, riesgo eléctrico, derrames de combustibles, aceites y otras sustancias químicas, explosiones e incendios.

1.5.11.3 Estimación de la vulnerabilidad

Para efectos del análisis de riesgo durante las actividades, se consideran en el siguiente orden los elementos vulnerables.

- Víctimas (entorno humano): Número y clase de afectados, tales como empleados, contratistas, visitantes, brigadistas y comunidad, y el tipo y la gravedad de las lesiones a las que pueda tener lugar.
- Daño ambiental (entorno natural): Evalúa los impactos sobre el agua, aire, flora, fauna y suelos, como consecuencia de la emergencia.
- Pérdidas materiales (entorno socioeconómico): Representadas en equipos, productos, costo de las operaciones de control de la emergencia, multas, indemnizaciones, y atención médica, entre otros.

La vulnerabilidad de los elementos expuestos se establece a partir de la gravedad de las consecuencias sobre éstos, de la materialización u ocurrencia de los eventos peligrosos que generan las amenazas, de acuerdo con los valores cualitativos (cantidad, peligrosidad, extensión, etc.) de los criterios establecidos en la Tabla 1-30 a Tabla 1-32, a los que se les asigna el valor de la calificación correspondiente, para luego ser reemplazados en las fórmulas de gravedad entorno natural, gravedad entorno humano y gravedad entorno socioeconómico.

Tabla 1-30 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno humano

CALIF.	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	POBLACIÓN AFECTADA		EXTENSIÓN
5	Muy alta	Muerte o efectos irreversibles	>100 personas	Lesión con muerte y/o lesiones irreversibles de más de una persona	Muy extenso (Afectación manifestada de manera generalizada en el entorno del área de influencia directa al proyecto y parte del área de influencia indirecta del mismo)
4	Alta	Daños muy graves	Entre 50 y 100	Lesión con muerte y/o lesiones irreversibles de una persona	Extenso (Afectación manifestada en el entorno del área de influencia directa del proyecto)
3	Media	Daños graves	Entre 25 y 50	Lesión con incapacidad	Poco extenso (Afectación manifestada aproximadamente entre el 21% y el 50% del entorno de la zona del proyecto)
2	Baja	Daños leves	Entre 5 y 25	Lesión temporal (sin incapacidad)	Puntual (Afectación manifestada aproximadamente entre el 0% y 20% del entorno de la zona del proyecto)
1	Muy baja	Daños muy leves	<5 personas	Sin lesiones	

Fuente: COEPA (2007), modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Tabla 1-31 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno socioeconómico

CALIF.	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	PATRIMONIO Y CAPITAL	EXTENSIÓN
5	Muy alta	Muy peligrosa	Muy Alta afectación del patrimonio y capital productivo	Muy extenso (Afectación manifestada de manera generalizada en el entorno del área de influencia directa al proyecto y parte del área de influencia indirecta del mismo)
4	Alta	Altamente peligrosa	Alta afectación del patrimonio y capital productivo	Extenso (Afectación manifestada en el entorno del área de influencia directa del proyecto)
3	Media	Medianamente peligrosa	Media afectación del patrimonio y capital productivo	Poco extenso (Afectación manifestada aproximadamente entre el 21% y el 50% del entorno de la zona del proyecto)
2	Baja	Poco peligrosa	Afectación por responsabilidad de Contratistas y/o consultores externos	Puntual (Afectación manifestada aproximadamente entre el 0% y 20% del entorno de la zona del proyecto)
1	Muy baja	No peligrosa	Sin afectación económica o social	

Fuente: COEPA (2007), modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

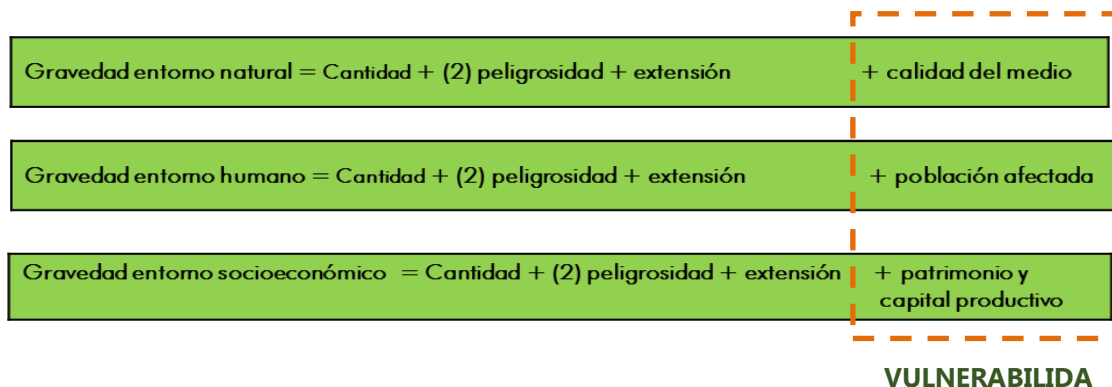
Tabla 1-32 Criterios de calificación según la gravedad de las consecuencias sobre el entorno natural

CALIF.	CANTIDAD	PELIGROSIDAD	CALIDAD MEDIO	EXTENSIÓN
5	Muy alta	Muy peligrosa	Daño permanente	Muy extenso (Afectación manifestada de manera generalizada en el entorno del área de influencia directa al proyecto y parte del área de influencia indirecta del mismo)
4	Alta	Altamente peligrosa	Impactos dispersos no remediabiles	Extenso (Afectación manifestada en el entorno del área de influencia directa del proyecto)
3	Media	Medianamente peligrosa	Impactos dispersos con limitada remediación	Poco extenso (Afectación manifestada aproximadamente entre el 21% y el 50% del entorno de la zona del proyecto)
2	Baja	Poco peligrosa	Impactos localizados, remediabiles	Puntual (Afectación manifestada aproximadamente entre el 0% y 20% del entorno de la zona del proyecto)
1	Muy baja	No peligrosa	Sin afectación al medio ambiente	

Fuente: COEPA (2007), modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Una vez se definen los criterios y escala de valores se efectúa la calificación de la vulnerabilidad, determinando el potencial de daño de cada evento en los criterios definidos. De esta manera, la vulnerabilidad estará determinada por la gravedad de las consecuencias, tal como se presenta en la Figura 1-13.

Figura 1-13 Gravedad de las consecuencias



Fuente: COEPA (2007). Norma UNE 150008 EX

En la Tabla 1-33 se presenta la clasificación de la vulnerabilidad, la cual se valora como **5** si el rango de gravedad es ≥ 18 ; **4** si su rango de gravedad es ≥ 15 ; **3** si su rango de gravedad es ≥ 11 ; **2** si su rango de gravedad es ≥ 8 ; y **1** si su rango de gravedad es ≥ 5 .

Tabla 1-33 Clasificación de la vulnerabilidad

VULNERABILIDAD	VALOR
No Relevante	1
Leve	2
Moderado	3
Grave	4
Crítico	5

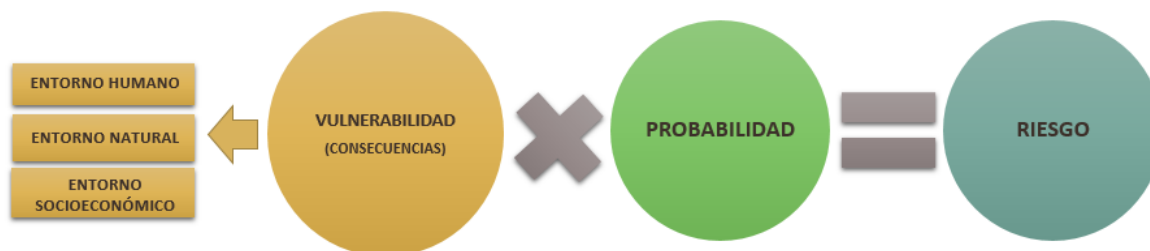
Fuente: A partir de COEPA (2007), modificado por INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.5.11.4 Estimación del riesgo

De acuerdo con la metodología propuesta, se asignan valores de amenaza y vulnerabilidad para cada uno de los escenarios de probable ocurrencia, y una vez definidos, se procede a valorar dicha probabilidad teniendo en cuenta la vulnerabilidad presente, permitiendo calificar la gravedad de los eventos y establecer procedimientos de actuación de respuesta para cada uno de ellos.

Para cada uno de los escenarios identificados se asigna una puntuación de 1 a 5, dependiendo de la gravedad de las consecuencias en cada entorno (vulnerabilidad). La valoración del riesgo para cada uno de los tres factores a evaluar (humano, natural y socioeconómico), resulta de multiplicar el valor asignado a la probabilidad de ocurrencia por el valor asignado a las consecuencias de cada factor, como muestra la Figura 1-14.

Figura 1-14 Determinación del riesgo



Fuente: COEPA, Identificación y Evaluación de Riesgos Ambientales, 2017

Una vez obtenido el valor del riesgo por cada uno de los factores de forma separada, se procede a categorizarlo por colores siguiendo la escala que se presenta en la Tabla 1-34.

Tabla 1-34 Categorización del riesgo

RIESGO	INTERPRETACIÓN
Muy Alto 21 a 25	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la gerencia. Eventos que requieren el desarrollo de acciones prioritarias e inmediatas de protección, control y atención debido al alto impacto que tendrían sobre el entorno.
Alto 16 a 20	Los escenarios ubicados en esta área requieren el desarrollo de acciones prioritarias e inmediatas de protección y prevención debido al alto impacto que tendrían sobre el entorno. Se requiere una estrategia y un procedimiento para atender las emergencias ocasionadas para estos eventos, efectuar simulacros, jornadas de capacitación de las brigadas y dotación de elementos necesarios para su atención.
Medio 11 a 15	Los eventos agrupados en esta área implican el desarrollo de actividades que disminuyen el riesgo, aunque tiene un nivel de prioridad de segundo orden. Se requiere definir una estrategia y procedimiento para atender emergencias ocasionados por estos eventos. Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.
Moderado 6 a 10	Se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. (Permisos, ATS, lista de chequeo, responsabilidades, competencias, EPP.).
Muy Bajo 1 a 5	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: COEPA, Identificación y Evaluación de Riesgos Ambientales, 2017

1.5.12 Metodología componente cartográfico

De acuerdo con la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) del año 2018 en lo relacionado a la producción cartográfica (mapas y salidas gráficas), a continuación se relacionan cada uno de los procesos, procedimientos y técnicas empleadas, teniendo en cuenta que el programa de manipulación de datos cartográficos utilizado fue el Software ArcGIS V-10.5.1 del Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI, por sus siglas en inglés).

Todas las operaciones de este proceso se encuentran estrecha y directamente relacionadas a la conformación y generación de la cartografía de cada temática que comprende el Estudio de Impacto Ambiental (EIA), las cuales caracterizan los medios físico-biótico, socioeconómico y de amenazas presentes en la región del territorio evaluado.

Es por esto que, en aras de conocer dicha zona de estudio, se contempló el área de interés definida y delimitada en las áreas de influencia directa e indirecta (abreviadas usualmente como AID y AIi respectivamente), con sus correspondientes límites político – administrativos y territoriales, en pro de obtener la espacialización formal de cada uno de los resultados procedentes de los componentes anteriormente relacionados, de una manera coherente, certera y veraz respecto a la localización de los mismos. En este sentido, se obtuvo que el área de estudio estaría enmarcada geográficamente en el noroeste según las coordenadas 4°39'20,64"N y 74°08'07,63"W y por el sureste según las coordenadas 4°39'04,77"N y 74°07'42,20"W (correspondiente al barrio S.C. Interindustrial³²); y que el proyecto interviene a la comunidad del barrio Paraíso Bavaria en la localidad de Fontibón del Distrito Capital Bogotá de la República de Colombia.

Habiendo demarcado espacialmente el estudio, se capturó toda información geométrica (punto, línea y polígono) asociada a la cartografía básica y temática presente. Este procedimiento se ejecutó en dos (2) fases:

- **Fase preliminar**

Se realizó la consulta de información secundaria disponible en entidades gubernamentales, públicas y privadas del orden nacional, departamental y local como alcaldías, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), La Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH), la Secretaría Distrital de Ambiente, así como la página del Servicio de Información Ambiental de Colombia – SIAC, entre otras entidades, así como y la fotografía aérea N° 110010002513092015-713 del Servicio de Información Geográfica del IGAC (SIGAC). Con el fin de obtener información oficial cualitativa y cuantitativa relevante para la realización del estudio y conocer las condiciones físicas existentes el área de influencia del proyecto como un referente del estado inicial antes de la ejecución.

- **Fase procesamiento de información**

Una vez se obtuvo la información requerida para cada una de temáticas ambientales y sociales del área de estudio del proyecto, se elaboró la cartografía básica, recurriendo a la información geométrica escala 1:25.000 que proporciona el Instituto Geográfico Agustín Codazzi para todo el territorio nacional. Adicional a esto se complementó la información con datos del mapa de referencia versión 0917 de la IDE (Entorno de Desarrollo Integrado, en español) de Bogotá o IDECA, y otras fuentes como Open Streep Map, Google Earth, Google Map, El mapa base del software ArcGIS e imágenes satelitales y aéreas; para conseguir la digitalización de elementos apreciables a gran escala (mayor a 1:5.000); Aunado a esto se utilizó información primaria tomada en campo. Se procuró durante todo el proceso mejorar la exactitud posicional y descriptiva de los elementos geométricos presentes, haciendo énfasis en el Área de Influencia Directa del proyecto.

En lo referente a la cartografía temática, habiendo obtenido los datos de campo pertinentes, se incluyeron a la información secundaria ya recolectada de entidades gubernamentales, públicas y privadas del orden nacional, departamental y local y posteriormente, se ajustó este nuevo conjunto de información según los requerimientos del Modelo de Datos establecido por la Resolución 2182 de 2016 de la ANLA; y los términos de referencia establecidos por la Secretaría Distrital de Ambiente los cuales fueron acatados para la elaboración del Estudio.

A continuación, en la Tabla 1-35 se lista la información secundaria empleada y requerida por la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS 2018, para complementar la construcción de cada uno de los componentes ambientales caracterizados en el proyecto.

³² Esta información se puede consultar en el sitio web <http://mapas.bogota.gov.co/>

Tabla 1-35 Fuentes de información secundaria

DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA	FUENTE DE INFORMACIÓN / PROCESAMIENTO
GENERAL		
Cartografía Base	Planchas digitalizadas en formato GDB, escala 1:25.000 Mapa de referencia de Bogotá	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). IDE de Bogotá (IDECA)
Áreas de Influencia (AID-All)	Información restricciones ambientales, cuencas, infraestructura, sitios de importancia. Cartografía temática de Bogotá.	Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT).
MEDIO ABIÓTICO		
Geología y geomorfología	Unidades Geológicas, fallamientos estructurales, edades geológicas. Escala 1:100.000. Planchas digitalizadas en formato GDB.	Servicio Geológico Colombiano.
Hidrogeología	Unidades hidrogeológicas.	Servicio Geológico Colombiano.
Uso Actual del Suelo, Uso Potencial del Suelo y Conflicto del Uso del Suelo	Coberturas Vegetales.	Información procesada a partir de las coberturas de la tierra de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover.
Pendientes	Modelo Digital de Terreno (MDT)	Geoproceso del modelo de terreno de Alaska Satellite Facility (ALOS PALSAR), en contraste con los datos de elevación de IDECA.
Isotermas, Isoyetas	Datos de temperatura y precipitación en el área de estudio.	Interpolación de los datos obtenidos de cada estación climatológica del IDEAM
Geotécnica	Coberturas Vegetales, geología, geomorfología, hidrogeología, amenazas y pendientes	Procesamiento por pesos de cada una de las capas.
Amenazas	Mapa de amenazas por inundación de Colombia (2014), Mapa Nacional de amenaza sísmica (2010), Mapa Nacional relativa por movimientos en masa (2010).	IDEAM, Servicio Geológico Colombiano.
MEDIO BIÓTICO		
Coberturas Vegetales	Aerofotografía a color e información obtenida de campo.	Fotointerpretación de las coberturas a través de la visualización de la aerofotografía contrastada con la ortofoto 2014 de IDECA consultado en el servicio web de mapas y verificación con información primaria.
Ecosistemas	Coberturas vegetales, biomas, pendientes, geomorfología, zonificación climática a partir isoyetas e isotermas, Mapa de Ecosistemas de Colombia escala 1:100.000.	Procesamiento de las coberturas vegetales y los biomas que se encuentran en el área de estudio.
Biomas	Cartografía temática para Colombia	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT).

DESCRIPCIÓN	INFORMACIÓN REQUERIDA	FUENTE DE INFORMACIÓN / PROCESAMIENTO
Zonas de Vida	Cartografía temática para Colombia, siguiendo descrito en la metodología del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marítimos de Colombia	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT).
Paisaje	Coberturas vegetales, geomorfología.	Procesamiento de las coberturas vegetales y la geomorfología que se encuentran en el área de estudio identificando las unidades de paisaje.
MEDIO SOCIOECONÓMICO		
Medio Socioeconómico	División Político-Administrativa	Sistema de Información Geográfica para la Planeación y el Ordenamiento Territorial (SIGOT). Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Según lo dispuesto en la Resolución 2182 de 2016 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) se ha de adoptar un origen de coordenadas de los cinco (5) oficiales para Colombia, a saber, Origen Oeste, Origen Oeste, Origen Bogotá, Origen Este, Origen Este Este. Por lo tanto, se adoptó en Origen Bogotá, ya que el proyecto tiene como longitud mínima 74°08'07,63"W, y 74°07'42,20"W como longitud máxima; que están dentro del área que define las longitudes extremas de este sistema de coordenadas (75° 34' 39,03"W a 72° 34' 39,03"W). Los parámetros bajo los cuales se define el sistema de coordenadas utilizado pueden ser observados en la Tabla 1-36.

Tabla 1-36 Parámetros para el sistema de referencia magna Colombia Bogotá

Sistema de Coordenadas	Magna Colombia
Origen	Bogotá
Código	3116
Proyección	Transversa Mercator
Falso Este	1.000.000
Falso Norte	1.000.000
Meridiano Central	-74°04' 39.03"
Latitud de Origen	4° 35' 46.32"
Factor de escala	1

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Como parte de la información recolectada, se adquirió una fotografía aérea tomada por parte del Instituto Geográfico Agustín Codazzi N° 110010002513092015-713, y posteriormente fue georreferenciada utilizando como referencia la ortofoto de Bogotá 2014 de IDECA y proyectada al origen de coordenadas Magna SIRGAS Colombia Bogotá; esta fotografía cubre el largo y ancho del área de influencia como insumo raster. También se obtuvo un modelo digital de elevación en formato raster, procedente del proyecto "Corrección radiométrica del terreno" (RTC, en sus siglas en inglés) que es llevado a cabo por el Instituto de geofísica de la Universidad de Alaska. Se descargó una imagen, con las características descritas en la Tabla 1-37. Esta imagen se reproyectó al sistema de coordenadas Magna SIRGAS Colombia Bogotá.

Tabla 1-37 Datos del modelo digital de elevación utilizado

DESCRIPCIÓN	ESPECIFICACIÓN ³³
Tipo Imagen	Hi-Res Terrain Corrected
Resolución Espacial	12,5 m
Formato de presentación	.tif
Proyección	UTM (Universal transversa de Mercator), 18N
Cubrimiento Temporal	2011/02-2011/03
Referencia Vertical del Modelo	WGS-84

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

En cuanto a la obtención de información primaria, se utilizaron equipos GPS, configurados con el sistema de coordenadas Magna SIRGAS Colombia Bogotá, los cuales sirvieron para captar la información espacial que acompaña a los formatos de campo utilizados durante el levantamiento de los datos.

A fin de verificar las relaciones espaciales naturales entre las entidades geométricas definidas a través de la información primaria y secundaria, se procedió a definir una serie de condiciones y/o restricciones desde el punto de vista espacial y racional, para comprobar la congruencia topológica de los puntos, líneas y polígonos que describen los datos obtenidos. Estos supuestos a cumplir fueron en general los siguientes:

Para la entidad espacial puntual se definió como error que dos o más puntos compartieran un mismo par coordenado, para comprobar esto se utilizó la herramienta DISSOLVE del Software ArcGIS, de manera que dichos puntos fueron depurados de la cartografía.

Para la entidad lineal, se estableció como errores topológicos la no conexión entre líneas, discontinuidades en nodos, y el solapamiento e intersección entre ellas, se empleó en este caso la herramienta TOPOLOGY del Software ArcGIS para lograr el chequeo y corrección cuando fue necesario.

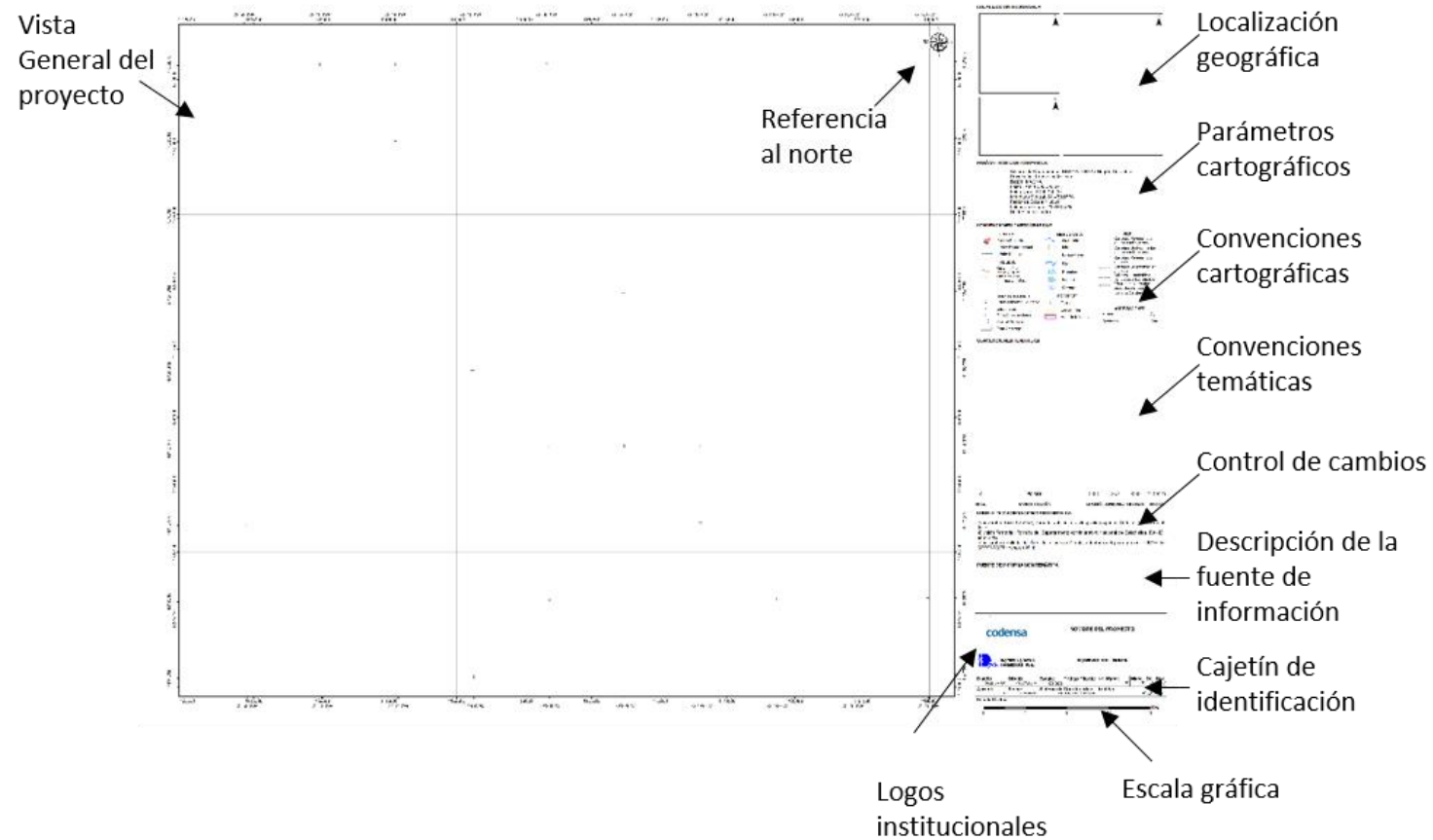
Para la entidad de área, se concibieron bajo los estándares del no solapamiento entre polígonos, y la no existencia de espacios entre ellos cuando se tratan de polígonos contiguos en una misma capa. En este caso, nuevamente se utilizó la herramienta TOPOLOGY del Software ArcGIS, para su verificación y corrección.

Dada la necesidad de explicar el significado de los datos, su cómo, su cuándo y por qué, a fin de que sean operables por otros usuarios, se crearon metadatos siguiendo la plantilla de metadatos de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) en su versión 3.0.

Por otra parte, para lograr una presentación adecuada y formal de cada uno de los productos cartográficos que hacen parte de este estudio, y siguiendo todas y cada una de las consideraciones básicas y elementos que debe contener un mapa, según lo requerido en la Metodología General para la presentación Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, dirección de Licencias, Permisos y trámites Ambientales ANLA 2018; se diseñó una (1) plantilla para mostrar una vista general donde se exhibe completamente el proyecto. Este formato de mapa y sus elementos son apreciables en la Figura 1-15.

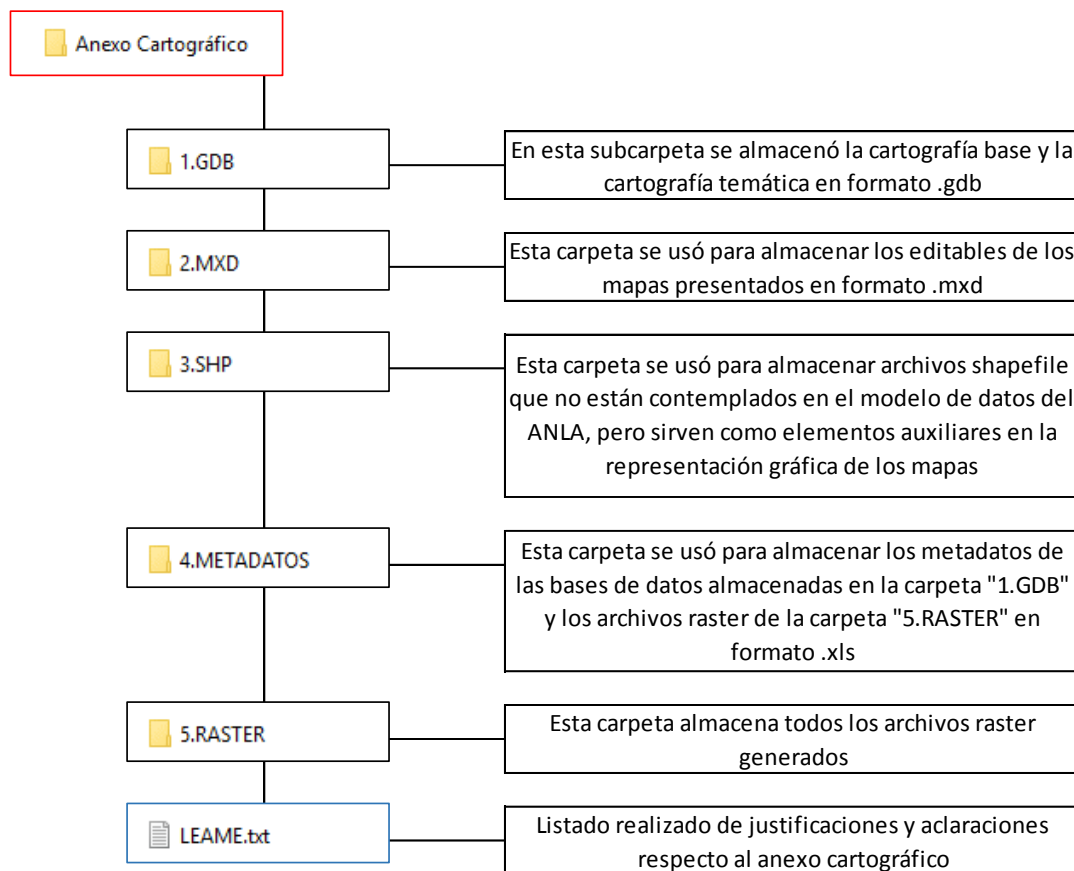
33 Tomado de: <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/> visitado el 12 de diciembre de 2017

Figura 1-15 Plantilla de mapa para vista general del proyecto



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Figura 1-16 Estructura del anexo cartográfico en formato digital



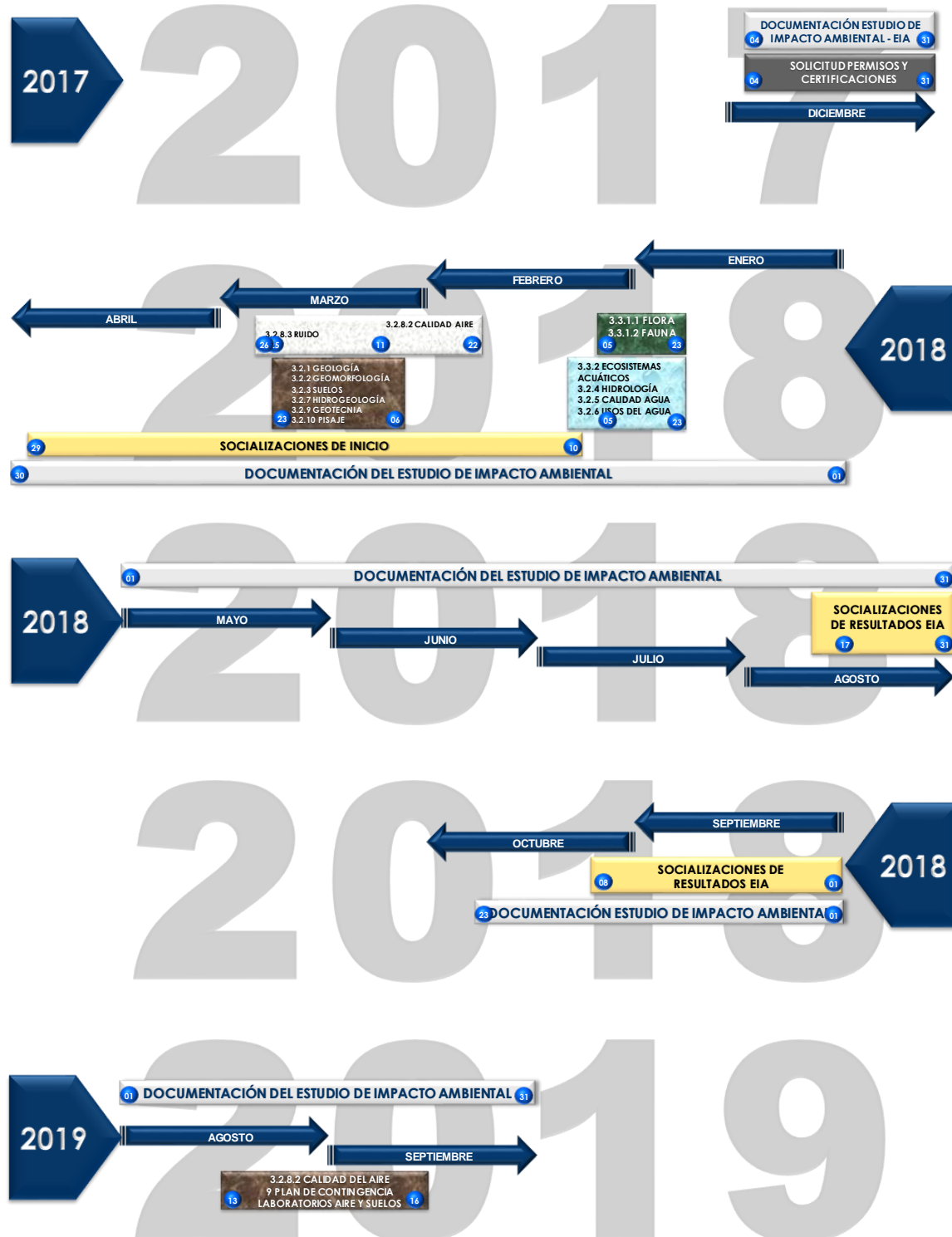
Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

Finalmente se almacenó toda la información pertinente en una carpeta llamada “Anexo Cartográfico”, seguidamente se creó un archivo de texto llamado “LEAME.txt” donde se hicieron las aclaraciones y justificaciones a las que hubo lugar respecto a este anexo; y cinco (5) subcarpetas llamadas “1.GDB”, “2.MXD”, “3.SHP”, “4. METADATOS” y “5. RASTER”. Una visualización más clara de esta estructura puede verse en la Figura 1-16.

1.6 Cronograma de ejecución del estudio de impacto ambiental

A continuación, se muestra la línea de tiempo de ejecución del presente estudio de impacto ambiental – EIA, incluyendo levantamiento de información topográfica, selección de ruta, levantamiento de información primaria abiótica, biótica y socioeconómica (ver Figura 1-17).

Figura 1-17 Línea de tiempo de ejecución del EIA



Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2019

1.7 Organización del estudio

En la Tabla 1-38, se lista el equipo de trabajo que participó en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental por parte de INGEDISA Ingeniería y Diseño (ver **Anexo Cap. 1, Hojas de vida**).

Tabla 1-38 Equipo de profesionales, EIA proyecto construcción de la subestación terminal y línea asociada a 115 kV

PROFESIONAL	FORMACIÓN	ACTIVIDAD DESARROLLADA
Alonso Galindo Caballero	Ingeniero civil	Gerente
Andrés Ceferino Gutiérrez	Biólogo	Gestor ambiental
Adriana Franco Perea	Ingeniera forestal	Gestor ambiental
Juan Carlos Velasco	Antropólogo	Líder social
Alexandra Miranda Rodríguez	Ingeniera ambiental	Líder física
Julián Yopasa Cardona	Ingeniero forestal	Líder de flora
Eli Fuenmayor	Ingeniero geodesta	Líder SIG
Cristian López Pire	Ingeniero forestal	Profesional forestal
Diana Ulloa Castellanos	Ingeniera ambiental	Profesional ambiental
Oswaldo Otálora Muñoz	Comunicador social	Profesional social
Rosa Eliana del Pilar Ortiz Castro	Antropóloga	Arqueología
Juan David Ávila	Ingeniero civil	Apoyo caracterización ambiental
Braian Buitrago Parra	Ingeniero civil	Apoyo descripción del proyecto
Diego Duitama Cárdenas	Especialista en SST	Plan de contingencia
Yulibey Caleño Ruíz	Ecóloga	Paisaje
Jean Carlos Mejía	Biólogo	Ornitólogo
Alexandra Cerón Núñez	Agróloga	Suelos

Fuente: INGEDISA Ingeniería y Diseño, 2018

1.8 Limitaciones y deficiencias en la información

Para el medio socioeconómico, la principal limitación consistió en la oposición al proyecto manifestada por la presidenta de la Asociación Democrática y Popular barrio Paraíso Bavaria, lo que no permitió completar el levantamiento de información primaria (incluido registro fotográfico) en la totalidad de la ficha de caracterización territorial, según los términos de referencia de la Secretaría Distrital de Ambiente que aplican para el presente estudio. Por esta razón, y para dar cumplimiento a las solicitudes de información de los respectivos TDR, se reforzó la búsqueda de información secundaria en entidades como:

1.8.1 Lineamientos de participación

Se efectuaron radicaciones de oficios con solicitud de agenda y espacio para socializar el proyecto. Solamente de Milenium Gas EDS Calle 17 no se obtuvo respuesta. Durante las socializaciones programadas con actores del área de influencia directa, se realizaron recorridos en campo para validar u obtener información sobre las restantes dimensiones del medio socioeconómico (ver Cap. 3.4 numeral 3.4.1 Lineamientos de participación del presente EIA en el cual se presenta el desarrollo de este capítulo).

1.8.2 Dimensión demográfica

Se consultó información de la Secretaría Distrital de Planeación, DANE, la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD), Secretaría Distrital de Salud, Observatorio Social de Fontibón (Alcaldía Local de Fontibón), Ministerio del Interior e investigaciones/tesis/artículos académicos.

1.8.3 Dimensión espacial

Se consultó información de los informes de gestión y sostenibilidad de las empresas prestadoras de servicios públicos de la ciudad de Bogotá y operadores de aseo, así como información alojada en sus respectivos sitios web. Se consultó información de la Secretaría Distrital de Educación, la Secretaría Distrital de Salud, la Secretaría Distrital de Hábitat, la Secretaría Distrital de Ambiente, Secretaría Distrital de Cultura, Recreación y Deporte, Ministerio de las Tecnologías de la Información y la Comunicación y el Ministerio de Educación Nacional.

1.8.4 Dimensión económica

Se consultó información de la Cámara de Comercio de Bogotá y Secretaría Distrital de Desarrollo Económico.

1.8.5 Dimensión cultural

Información recopilada en campo e investigaciones académicas.

1.8.6 Aspectos arqueológicos

Bibliografía académica de referencia en el capítulo 3.4 del presente EIA el cual contiene el desarrollo de esta dimensión y Autorización de Intervención Arqueológica (ver **Anexos Cap. 3, 3.4 Socioeconómico 2. Aspectos arqueológicos**).

1.8.7 Dimensión político-organizativa

Sitio web Alcaldía Mayor de Bogotá e Instituto Distrital para la Participación Comunitaria (IDPAC).

1.8.8 Tendencias de desarrollo

Recorridos en campo y Plan de Desarrollo Local 2016-2019 Fontibón.

1.8.9 Información sobre población a reasentar

No aplica.

Toda la bibliografía consultada se puede visualizar en el capítulo 3.4 Medio socioeconómico del presente EIA.

1.8.10 Climatología

Para el análisis climatológico se utilizaron datos desde 1993 hasta 2016, no obstante, los datos presentan inconformidades, ya que los registros suministrados por el IDEAM identifican algunos valores como incompletos, en razón a la ausencia de observador o instrumentación, o cálculo del valor a través de otra metodología, asimismo, es de mencionar, que algunas de las estaciones no cuentan con información de todos los parámetros, de tal manera, que el análisis de cada parámetro se realizó con la información disponible (Ver **Anexo Cap.3, 3.2 Abiótico, Atmosfera, Clima, Estaciones IDEAM (1 al 6)**).

1.8.11 Plan de contingencia

Se realizaron diferentes solicitudes telefónicas y escritas a la estación de servicio EDS CALLE 13 o Milenium Gas (ver **Anexo Cap. 1, Comunicaciones PDC, Correo EDScll13, Rdo_MILLENIUM**), con el propósito de adquirir información de las características técnicas de la estación y/o plan de manejo o plan de contingencia, para contemplar dicha información dentro del capítulo 9. No obstante, no se obtuvo respuesta por parte de dicha entidad, por lo que se procedió a realizar solicitud de copia del plan de contingencia y/o plan de manejo ambiental de la estación de servicio – EDS Calle 13 a la Secretaría Distrital de Ambiente – SDA, a través del radicado 2018ER219782 (Ver **Anexo Cap. 1, Comunicaciones PDC, Rdo_SDA_EDSCLL13**); solicitud con respuesta 2018EE286745 (Ver **Anexo Cap. 1, ComunicacionesPDC, Rta_SDA_EDSCLL13**). Es de anotar, que a fin de tener en cuenta las amenazas y/o riesgos asociados a la Estación de Servicio en el capítulo 9 “Plan de contingencia” del presente estudio de impacto ambiental, se solicitaron estudios al departamento de ingeniería eléctrica y electrónica de la Universidad Nacional de Colombia (ver **Anexo Cap. 2, UNAL_Modelamiento_ruido** y **Anexo Cap. 9_Estudio ignición_UNAL y Estudio riesgo EDS_UNAL**).

BIBLIOGRAFÍA

AMBALAGAN R. (1992) "Terrain evaluation and landslide hazard zonation for environmental regeneration and land use planning in mountainous terrain". Proceedings of the sixth International Symposium on Landslides, Christchurch, pp. 861-871.

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ. Decreto Distrital 396 de 2017. Por medio del cual se adopta la actualización de la estratificación de Centros Poblados en Bogotá D.C. Bogotá: 2017. Disponible en <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=70332>. [Citado el 11 de marzo de 2019]

AUTORIDAD NACIONAL DE LICENCIAS AMBIENTALES. RESOLUCIÓN 0431 DEL 22 DE ABRIL DE 2016 [en línea], [2016]. [Consulta: 10 enero de 2018]. Disponible en: <http://www.anla.gov.co/gaceta/resolucion-0431-del-22-abril-2016>.

BVSDE. La dispersión de las plumas y el modelado de la calidad del aire [en línea], http://www.bvsde.paho.org/cursoa_meteoro/lecc6/lecc6_4.html [citado en 01 de enero de 2018].

CODENSA S.A. E.S.P Especificaciones Técnicas del Proyecto. 2017.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS, servicio de conservación de recursos naturales- USDA-NRCS (por sus siglas en inglés)

Deslizamientos y Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Ing. Jaime Suárez Díaz, 1998.

ECOPETROL 2013. DELGADO R., Félix A. Guía para la zonificación ambiental de áreas de interés petrolero. Bogotá, 2013

HYPERPHYSICS. La Fórmula Barométrica [en línea], <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/Kinetic/barfor.html#c1> [citado en 07 de diciembre de 2017].

HOLDRIDGE, L.R. Life zone ecology. Tropical Science Center. San José, Costa Rica. 1967

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p.

IDEAM, UPME, 2017. Atlas del Viento de Colombia [en línea] <http://www.andi.com.co/Uploads/VIENTO.compressed.pdf> [citado: 25 de enero de 2019].

IGAC, CORPOICA. Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país, Capítulo IV [en línea]. < [http://observatorio.unillanos.edu.co/portal/archivos/99Zon_conf_uso_tierra_\(cap.4%20Uso_conflic\).pdf](http://observatorio.unillanos.edu.co/portal/archivos/99Zon_conf_uso_tierra_(cap.4%20Uso_conflic).pdf) > [citado en 2 de enero de 2017]

IGAC, IDEAM, IAvH, Invemar, I. Sinchi, IIAP. Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia. Bogotá: IGAC. (2007)

KAPESIC. ARBOLEDA. Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades [2008] [en línea], https://www.kpesic.com/sites/default/files/Manual_EIA_Jorge%20Arboleda.pdf [citado en 16 de marzo de 2018].

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Propuesta metodológica para la evaluación de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación [en línea] < <https://correo.ingedis.com/service/home/~/?auth=co&loc=es&id=374&part=3> > [citado en 2 de enero de 2018]

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Metodología General para la Elaboración y Presentación de Estudios Ambientales. Aprobada mediante Resolución 1402 del 25 de julio de 2018. Bogotá, 2018.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. Unidad de Planeación Minero Energética –UPME. Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión 2016-2030

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE -SDA. Términos de Referencia Estudio de Impacto Ambiental. 2017.

SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE -SDA. Informe Anual de Calidad de Aire en Bogotá. 2017, [en línea], <http://oab2.ambientebogota.gov.co/es/documentacion-e-investigaciones/resultado-busqueda/informe-anual-de-calidad-del-aire-de-bogota-ano-2017> [citado: 25 de enero de 2019].

TREJO Rodolfo, VILLAGÓMEZ Leticia. Método Propuesto para Estimar la Altura de Capa de Mezcla en la Atmósfera, con ayuda de la Aviación [en línea], <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4181615.pdf> [citado en 17 de enero de 2018].

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA. Medición de la radiación solar [en línea], http://www.upme.gov.co/docs/atlas_radiacion_solar/9-apendice_c.pdf [citado en 01 de enero de 2018].

Universidad Nacional de Colombia: Inicio [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 10 de enero de 2018]. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/es/>.

VARGAS C. Y GÓMEZ N: (1999). Estudio Geoambiental y zonificación de amenazas por remoción en masa en la cuenca del Río Teusacá. CIC - EAAB. Revista Asociación Colombiana de Ciencias Hídricas. Bogotá, Colombia.

V. CONESA FDEZ – VÍTORA. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental 3ª edición. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000. 412 p. ISBN 84-7114-647-9.