



**ENERGIA**  
de Bogotá

**PROYECTO UPME 01-2014  
SUBESTACIÓN LA LOMA 500kV Y LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ASOCIADAS**

**CAPITULO 1. GENERALIDADES**



REFERENCIA EEB

EEB-U114-CT100602-G000-HSE8000-A0

## ÍNDICE

1.	GENERALIDADES.....	8
1.1	INTRODUCCIÓN .....	11
1.1.1	Justificación y tipo de proyecto .....	13
1.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL .....	16
1.2.1	Objetivo general .....	16
1.2.2	Objetivos específicos.....	17
1.3	ANTECEDENTES .....	17
1.3.1	Estudios previos .....	18
1.3.2	Marco normativo vigente considerado para la elaboración del estudio .....	18
1.3.3	Normatividad genérica aplicable a la gestión ambiental.....	24
1.4	ALCANCES.....	26
1.5	METODOLOGÍA .....	27
1.5.1	Descripción del proyecto .....	27
1.5.1.1	Aspectos de ingeniería civil.....	27
1.5.2	Metodologías para la caracterización del medio abiótico .....	28
1.5.2.1	Geología .....	28
1.5.2.2	Geomorfología .....	29
1.5.2.3	Suelos.....	30
1.5.2.4	Hidrología .....	37
1.5.2.5	Calidad del agua .....	39
1.5.2.6	Usos del agua.....	44
1.5.2.7	Hidrogeología.....	46
1.5.2.8	Geotecnia .....	48
1.5.2.9	Clima.....	49
1.5.2.10	Calidad del aire .....	50
1.5.2.11	Ruido.....	56
1.5.2.12	Paisaje .....	64
1.5.3	Metodologías para el medio biótico .....	74
1.5.3.1	Flora.....	74
1.5.3.2	Epífitas vasculares y no vasculares .....	86
1.5.3.3	Análisis de fragmentación .....	91
1.5.3.4	Fauna.....	94
1.5.3.5	Ecosistemas acuáticos.....	108
1.5.4	Metodología medio socioeconómico.....	116
1.5.4.1	Introducción .....	116
1.5.4.2	Objetivo.....	117
1.5.4.3	Alcance .....	117
1.5.4.4	Marco normativo .....	118
1.5.4.5	Desarrollo .....	119
1.5.5	Metodología para arqueología .....	125
1.5.6	Metodología para zonificación ambiental.....	128

1.5.6.1	Aspectos metodológicos .....	128
1.5.6.2	Zonificación del medio abiótico .....	135
1.5.6.3	Zonificación del medio biótico .....	136
1.5.6.4	Zonificación del medio socioeconómico .....	136
1.5.7	Evaluación ambiental y económica .....	138
1.5.7.1	Evaluación ambiental .....	138
1.5.7.2	Evaluación económica .....	147
1.5.8	Componente SIG .....	151
1.5.8.1	Descripción general .....	151
1.5.8.2	Objetivos .....	151
1.5.8.3	Alcance .....	151
1.5.8.4	Desarrollo .....	153
1.5.8.5	Logística .....	157
1.5.9	Equipo profesional .....	157

### ÍNDICE DE ANEXOS

Número del anexo	Descripción
1	Anexo Cartográfico
2	Calidad del Agua
3	Calidad del Aire
4	Estudio de Ruido ambiental
5	Epífitas
6	Fauna
7	Social

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Marco normativo del sector energético considerado .....	19
Tabla 1.2. Marco normativo vigente para la elaboración del estudio .....	19
Tabla 1.3. Normatividad genérica aplicable a la gestión ambiental .....	24
Tabla 1.4. Datos estaciones hidroclimatológicas de referencia .....	38
Tabla 1.5. Hidrografía local del área de estudio .....	39
Tabla 1.6. Preservación de muestras agua superficial .....	41
Tabla 1.7. Límites de detección .....	43
Tabla 1.8. Valoración de los rangos de pendiente para fines de zonificación geotécnica. 48	
Tabla 1.9. Estaciones meteorológicas .....	49
Tabla 1.10. Descripción de los contaminantes monitoreados.....	51
Tabla 1.11 Estación 1 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma. ....	53
Tabla 1.12. Estación 2 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma. ....	54
Tabla 1.13. Estación 3 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma. ....	55
Tabla 1.14. Punto de monitoreo - RA 1 .....	56
Tabla 1.15. Punto de monitoreo - RA 2 .....	57
Tabla 1.16. Punto de monitoreo - RA 3.....	58
Tabla 1.17. Punto de monitoreo - RA 4.....	59
Tabla 1.18. Punto de monitoreo - RA 5.....	60
Tabla 1.19. Equipos e instrumentos de medición.....	62
Tabla 1.20. Valoración de visibilidad.....	67
Tabla 1.21. Criterios de valoración y puntuación de calidad visual.....	69
Tabla 1.22. Clasificación de la calidad visual .....	70
Tabla 1.23. Criterios de valoración y puntuación de capacidad de absorción visual .....	71
Tabla 1.24. Clasificación de la capacidad de absorción visual .....	72
Tabla 1.25. Metodología para caracterización de vegetación por parcelas de Gentry.....	76
Tabla 1.26. Clases diamétricas.....	83
Tabla 1.27 . Rangos de evaluación del índice de fragmentación .....	93
Tabla 1.28. Categorías de fragmentación de bosque.....	94
Tabla 1.29. Información secundaria consultada para la documentación de registros potenciales en el AII .....	95
Tabla 1.30. Esfuerzo de muestreo en transectos de observación de aves.....	101
Tabla 1.31. Redes de niebla instaladas para aves.....	102
Tabla 1.32. Puntos de muestreo de caracterización hidrobiológica.....	108
Tabla 1.33. Escala de diagnóstico del BMWP/Col .....	116
Tabla 1.34. Normatividad vigente para el ámbito socioeconómico y de participación ciudadana .....	118
Tabla 1.35. Actividades desarrolladas antes de salir a campo .....	120
Tabla 1.36. Actividades desarrolladas en la etapa de campo.....	122
Tabla 1.37. Actividades a desarrollar en la etapa de procesamiento de información y resultados .....	124

---

Tabla 1.38. Criterios de calificación de sensibilidad / importancia para obtener la zonificación ambiental.....	128
Tabla 1.39. Componentes y variables del modelo de la zonificación ambiental .....	130
Tabla 1.40. Criterios de calificación del Impacto de acuerdo con la Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Conesa (2010) .....	139
Tabla 1.41. Equivalencia para clasificación de los impactos .....	145
Tabla 1.42. Equipo de trabajo del proyecto.....	159

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Localización de la subestación La Loma – Proyecto UPME-01-2014.....	9
Figura 1.2. Configuración de la Subestación La Loma a 500kV en el municipio de El Paso .....	14
Figura 1.3. Ubicación general del proyecto .....	16
Figura 1.4. Consideraciones generales para interpretar análisis de suelos.....	33
Figura 1.5. Ubicación puntos de monitoreo fisicoquímico .....	40
Figura 1.6. Formato para la captura de información en campo de usos y aprovechamiento del R.H.....	45
Figura 1.7. Rangos de distancia o alcance visual .....	68
Figura 1.8. Esquema dimensiones de las parcelas de muestreo de flora.....	77
Figura 1.9. Esquema de la distribución de estratos arbóreos del forófito .....	87
Figura 1.10. Ejemplo de cálculo del índice de fragmentación para una celda de la grilla .	92
Figura 1.11. Ilustración del interior de bosque y los tipos de borde .....	93
Figura 1.12. Categorías de fragmentación .....	94
Figura 1.13. Transectos y puntos de muestreo de aves .....	100
Figura 1.14. Transectos y puntos de muestreo de mamíferos.....	103
Figura 1.15. Transectos y puntos de muestreo de herpetofauna .....	106
Figura 1.16. Puntos de muestreo de caracterización hidrobiológica.....	109
Figura 1.17. Propuesta metodológica de pozos de sondeo.....	126
Figura 1.18. Retícula metodológica de prospección arqueológica.....	127
Figura 1.19. Superposición de mapas temáticos en el SIG con su peso porcentual, para obtener la zonificación ambiental del Proyecto La Loma.....	137
Figura 1.20. Calificación dada para el escenario CON proyecto en algunas de las actividades.....	144
Figura 1.21. Identificación de las medidas de manejo a implementar de acuerdo con el impacto generado por la actividad .....	146
Figura 1.22. Organigrama de la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. vinculado al proyecto UPME-01-2014 .....	158

## ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1.1. Calicata para identificación de suelos .....	31
Foto 1.2. Método de medir la infiltración del suelo .....	32
Foto 1.3. Materiales de campo usados en la caracterización de las parcelas forestales ..	80
Foto 1.4. Ubicación de la plantilla sobre el tronco del forófito para determinar el área de cobertura de las especies de epífitas no vasculares .....	88
Foto 1.5. Toma de datos en campo para epífitas La Loma .....	89
Foto 1.6. Montaje de redes de niebla para aves .....	102
Foto 1.7. Instalación de trampas Tomahawk.....	104
Foto 1.8. Instalación de trampas Sherman.....	104
Foto 1.9. Muestreo de herpetos, La Loma .....	107
Foto 1.10. Muestreo de macroinvertebrados bentónicos con red Surber Ciénaga La Pachita .....	110
Foto 1.11. Esquema de metodología de muestreo de la comunidad perifítica Arroyo Paraluz 1 Este 1052359 Norte 1553137 .....	111
Foto 1.12. Muestreo con red de plancton. Punto: Jagüey 2 Este 1050998 Norte 1553837	112
Foto 1.13. Muestreo macrófitas acuáticas Ciénaga La Pachita Este 1048780 Norte 1556629.....	112
Foto 1.14. Muestreo ictiofauna.....	113
Foto 1.15. Charla de Inducción al equipo de apoyo en campo Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015 .....	125

## 1. GENERALIDADES

La Unidad de Planeación Minero Energética, UPME<sup>1</sup>, revisa anualmente el Plan de Expansión de Referencia Generación-Transmisión, con el fin de actualizar las obras que requiere el país según los análisis de las proyecciones de demanda de energía a corto y mediano plazo y define en dicho Plan el conjunto de obras de transmisión necesarias para atender el crecimiento esperado de la demanda y en especial aquellas que permitan evacuar con los niveles de calidad, rentabilidad y confiabilidad requeridos, las necesidades energéticas del País. Así, los planes de expansión identifican los proyectos de generación y transmisión que cubrirán la energía firme del país y determinan las obras de mínimo costo que permitan atender dicha demanda.

El “Plan de expansión de Referencia Generación – Transmisión 2013-2027”, adoptado mediante Resolución de Ministerio de Minas y Energía 90772 del 17 de septiembre de 2013, subrogada por la Resolución MME N° 91159 del 26 de diciembre de 2013, en su artículo N°1 determinó las obras del Sistema de Transmisión Nacional, STN, que deben ser ejecutadas a través de convocatoria pública.

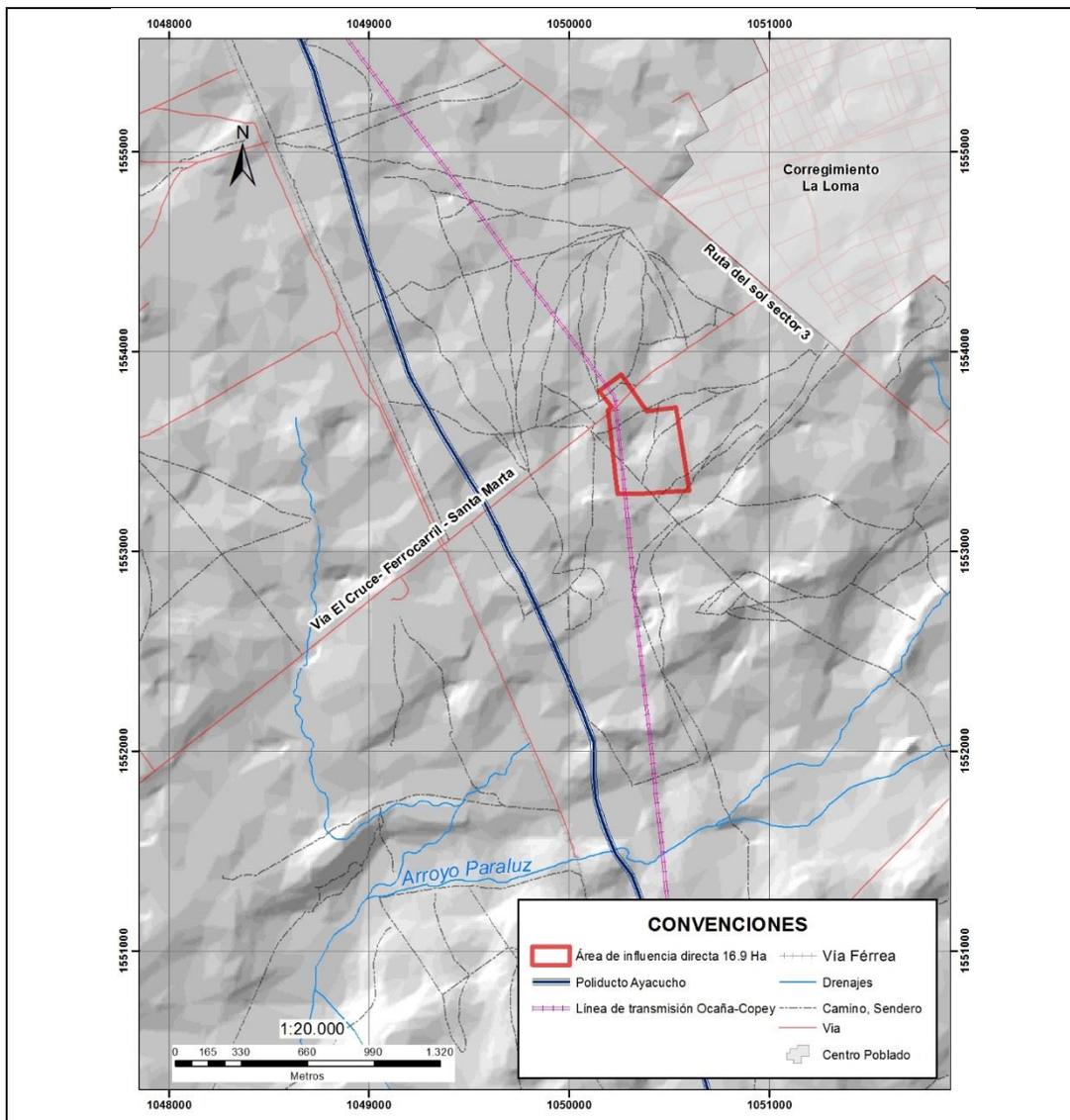
Dicho Plan de Expansión identificó que un único transformador en la subestación Copey puede presentar una falla provocada por la sobrecarga ocasionada por la demanda energética y producir una desatención total de la demanda de las subestaciones El Copey, El Paso y El Banco a 110kV; por lo cual se hace necesario inyectar y reforzar el sistema mediante la construcción de la SE La Loma a 500kV. En consecuencia la zona del Caribe requiere reforzamiento de los sistemas de transmisión regional –STR- y nacional –STN- y por ello la UPME, abrió la Convocatoria Pública UPME 01 de 2014 con el fin de seleccionar el inversionista para ejecutar el Proyecto.

Así el 14 de abril de 2015 la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. – EEB- fue la adjudicataria de dicha convocatoria y por consiguiente de ejecutar el proyecto.

La UPME, en la convocatoria pública UPME-01-2014, consideró ubicar la subestación en inmediaciones del Municipio de El Paso – Cesar, sector centro poblado La Loma, en un área definida por un radio de 1 km a partir de las coordenadas (9° 36' 19,06" N, 73° 37' 02.69" O), como se ilustra en la Figura 1.1.

---

<sup>1</sup> Unidad de carácter administrativo especial, del orden nacional, de tipo técnico, que se encuentra adscrita al Ministerio de Minas y Energía, Min Minas. Se rige por la Ley 143 de 1994 y por el Decreto número 255 de 2004.



**Figura 1.1. Localización de la subestación La Loma – Proyecto UPME-01-2014**  
 Fuente: Ecoforest S.A.S., basado en imágenes de Google Earth

Una vez surtido el proceso, la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. – EEB contrató a Ecoforest S.A.S., para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental y la gestión y trámite para la obtención de la licencia ambiental ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, así como todos los permisos y autorizaciones ambientales ante otras autoridades que sean necesarios para la construcción y operación del Proyecto.

La Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P., en cumplimiento de lo establecido en el Decreto 2041 de 2014, solicitó a la ANLA el pronunciamiento acerca de la necesidad o no de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas, DAA, para el Proyecto “UPME 01 de

2014, Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas”. Dicha consulta fue realizada mediante radicado 2015035269-1-000 del 02 de julio de 2015.

En respuesta a la anterior solicitud, la ANLA mediante comunicación 2015043254-2-000 del 18 de agosto de 2015, comunicó a la EEB que el Proyecto NO requiere DAA y que los términos que aplican para continuar con el proceso de Licenciamiento son los definidos para la realización de Estudio de Impacto Ambiental para tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV, LI-TER-1-01, establecidos mediante Resolución No. 1288 del 30 de junio de 2006 del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, además del cumplimiento de lo requerido en el Concepto Técnico N° 3952 del 05 de agosto de 2015.

En este capítulo, se presentan las generalidades del Proyecto indicando en la introducción los aspectos relacionados con el proyecto, su localización, justificación del mismo, aspectos generales de la construcción y operación; se especifican de igual forma los mecanismos, procedimientos y métodos de recolección, procesamiento y análisis de la información secundaria; se presenta la descripción resumida del contenido de cada uno de los capítulos que forman parte del cuerpo del estudio, con sus respectivos anexos.

Adicional a lo anterior, se señalan los objetivos generales y específicos del Estudio de Impacto Ambiental y se describen las características ambientales y socioeconómicas particulares de la región dentro de la cual se analizaron los posibles impactos que el Proyecto puede generar sobre el medio.

Se presentan también, los antecedentes más relevantes que subyacen al Proyecto hasta la elaboración del presente estudio, haciendo especial énfasis en su justificación, estudios previos, trámites realizados ante autoridades competentes y análisis del marco constitucional, legal y normativo vigente, considerado para la elaboración del proyecto.

Así mismo, se hace referencia específica a los alcances del estudio, tendiente a suministrar la mejor información para que la Autoridad Ambiental pueda evaluar y emitir su concepto sobre la viabilidad socio ambiental del proyecto, lo cual redunde en la emisión de la Licencia Ambiental requerida para su ejecución.

Finalmente, se presenta la metodología aplicada para la realización del estudio, describiendo la estructura de procesos, procedimientos e instrumentos técnicos, tecnológicos y metodológicos utilizados, así como la estructura del equipo de profesionales que participó en el mismo, especificando su dedicación, responsabilidad, disciplina a la que pertenece y la formación y experiencia en este tipo de estudios.

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El estudio de impacto ambiental (EIA) es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que de acuerdo con la ley se requiera<sup>2</sup>. En este contexto el estudio desarrollado en el presente documento, acoge los lineamientos definidos en el marco legal nacional vigente y presenta el EIA para el Proyecto UPME 01 de 2014, Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, de acuerdo con lo establecido en el Decreto 2041 del 15 de octubre de 2014 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales; la resolución 1503 de agosto de 2010, por la cual se adopta la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales; la Resolución N° 1288 del 30 de junio de 2006, por la cual se acogen los términos de referencia LI-TER-1-01 para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 KV y se adoptan otras determinaciones.

Ecoforest S.A.S., por medio de relación contractual firmada entre las partes, adquirió el compromiso con la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. - EEB, de realizar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la obtención de la Licencia Ambiental que permita el desarrollo de las actividades de construcción y operación del proyecto UPME 01 de 2014, Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas.

A continuación, de manera resumida, se presenta la estructuración del documento y una descripción general de cada uno de los capítulos que componen el Estudio.

**Capítulo 1. Generalidades:** En este capítulo se realiza una descripción introductoria del EIA, localización, objetivos generales y específicos, alcance y un resumen de los principales antecedentes en la zona. Así mismo, se presenta una reseña del marco normativo vigente que sustenta el estudio; la metodología desarrollada para su elaboración y un listado con la descripción del perfil de los profesionales que participan en el proyecto.

**Capítulo 2. Descripción del proyecto:** En este capítulo se presenta la localización del proyecto, incluyendo su ubicación político administrativo y geográfico y su área de influencia; así como el sistema general de infraestructura al que el proyecto se integra. A su vez, se presentan las principales características técnicas del proyecto, incluyendo las etapas de construcción y operación del mismo, especificando los objetivos de su ejecución y las necesidades que éste va a satisfacer.

**Capítulo 3. Caracterización del área de influencia del proyecto:** En el desarrollo de este capítulo se identifican las áreas de influencia directa e indirecta de cada uno de los

---

<sup>2</sup>Decreto 2041 del 15 de Octubre de 2014

medios o componentes socio ambientales, lo cual permite realizar la descripción detallada de línea base que define a su vez la oferta ambiental del área de estudio.

En la descripción del medio abiótico se realiza un análisis de los aspectos geológicos, geomorfológicos, uso del suelo, hidrología, hidrogeología, geotecnia, atmosférico y paisaje. Por su parte, en la descripción del medio biótico se identifican los ecosistemas sensibles y se describe la flora y fauna local y su papel en la dinámica ecosistémica local y regional. Finalmente, en la descripción del medio socioeconómico se consideran aspectos de vital importancia como los lineamientos de participación, las dimensiones demográfica, espacial, económica y cultural, y los aspectos arqueológicos.

**Capítulo 4. Demanda de recursos naturales:** En este capítulo se analiza la demanda de recursos naturales requeridos en la ejecución del proyecto, resaltando especialmente cuáles usos requieren permiso, concesión o autorización; considerando aspectos de necesidad, afectación o aprovechamiento para ocupación de cauces, aprovechamiento forestal, materiales de construcción y manejo de residuos sólidos.

**Capítulo 5. Evaluación ambiental:** La evaluación ambiental se realizó para el escenario *Sin proyecto*, en el cual se calificó cualitativamente el estado actual de los recursos naturales del área de influencia del proyecto tomando como referencia la línea base desarrollada en la caracterización socio-ambiental del Capítulo 3.

En cuanto a la evaluación de impactos para el escenario *Con proyecto*, a través de una matriz de impactos cualitativos y cuantitativos que combina los criterios de magnitud, extensión, duración, reversibilidad, recuperabilidad y acumulación, entre otros; se realizó la valoración de los impactos generados por actividad y etapa del proyecto, en los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

Para la evaluación económica se presenta la estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales, considerados relevantes sobre los flujos de bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto, en el escenario de línea base y desde una perspectiva ex ante.

**Capítulo 6. Zonificación de manejo ambiental del proyecto:** En este capítulo se definieron las áreas de exclusión, intervención con restricciones e intervención sin restricciones, con base en los resultados de la línea base, la evaluación de impactos, la fotointerpretación del Ortofotomosaico de la zona y la superposición de mapas temáticos.

**Capítulo 7. Plan de manejo ambiental:** Se establecieron los programas y medidas de prevención, mitigación, corrección o compensación de impactos potenciales para cada uno de los componentes abiótico, biótico y socioeconómico.

**Capítulo 8. Plan de seguimiento y monitoreo:** En este Capítulo se formulan las medidas de seguimiento que garanticen el cumplimiento de las medidas de manejo ambiental establecidas en el Capítulo 7, así como la eficiencia de la implementación de dichas medidas sobre la protección, conservación o restauración de los ecosistemas.

**Capítulo 9. Plan de contingencia:** En este capítulo se contempla el análisis de riesgos y la identificación de amenazas o siniestros (exógenos y endógenos) de posible ocurrencia en las etapas de construcción y operación del proyecto, para el área de influencia del Proyecto, con el fin de estructurar el manejo de las contingencias.

**Capítulo 10. Plan de Abandono y Restauración Final:** Define las medidas que serán adoptadas para la recuperación socio-ambiental del área intervenida en la etapa de construcción del proyecto, analizando el uso de suelo actual, el restablecimiento de la cobertura y paisajismo y la estrategia de información a las comunidades y autoridades del área de influencia acerca de la finalización del proyecto.

**Capítulo 11. Programa de Inversión del 1%:** Se analiza el proyecto desde el punto de vista de utilización del recurso hídrico necesario para el desarrollo de las actividades de construcción y operación, el cual sea captado de fuentes de agua superficial.

Adicional a los capítulos descritos anteriormente, el documento de Estudio de Impacto Ambiental complementa con la siguiente información:

- Anexos de las diferentes temáticas desarrolladas en el documento para los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos.
- Cartografía base y temática de acuerdo con los términos de referencia LI-TER-1-01.
- Geodatabase de acuerdo con la Resolución 1415 de agosto de 2012.

### 1.1.1 Justificación y tipo de proyecto<sup>3</sup>

Teniendo en cuenta que en el marco del Plan de expansión 2013 - 2027, la UPME identificó que un único transformador en la subestación Copey puede presentar una falla provocada por la sobrecarga ocasionada por la demanda energética y generar una desatención total de la demanda de las subestaciones El Copey, El Paso y El Banco a 110kV, por lo cual se hace necesario inyectar y reforzar el sistema mediante la construcción de la SE La Loma a 500kV, mediante el reforzamiento de los sistemas de transmisión regional –STR- y nacional –STN, como se observa en la Figura 1.2

---

<sup>3</sup> Descripción del proyecto tomada del PLAN DE EXPANSIÓN DE REFERENCIA Generación – Transmisión 2013-2027. UPME 2013.

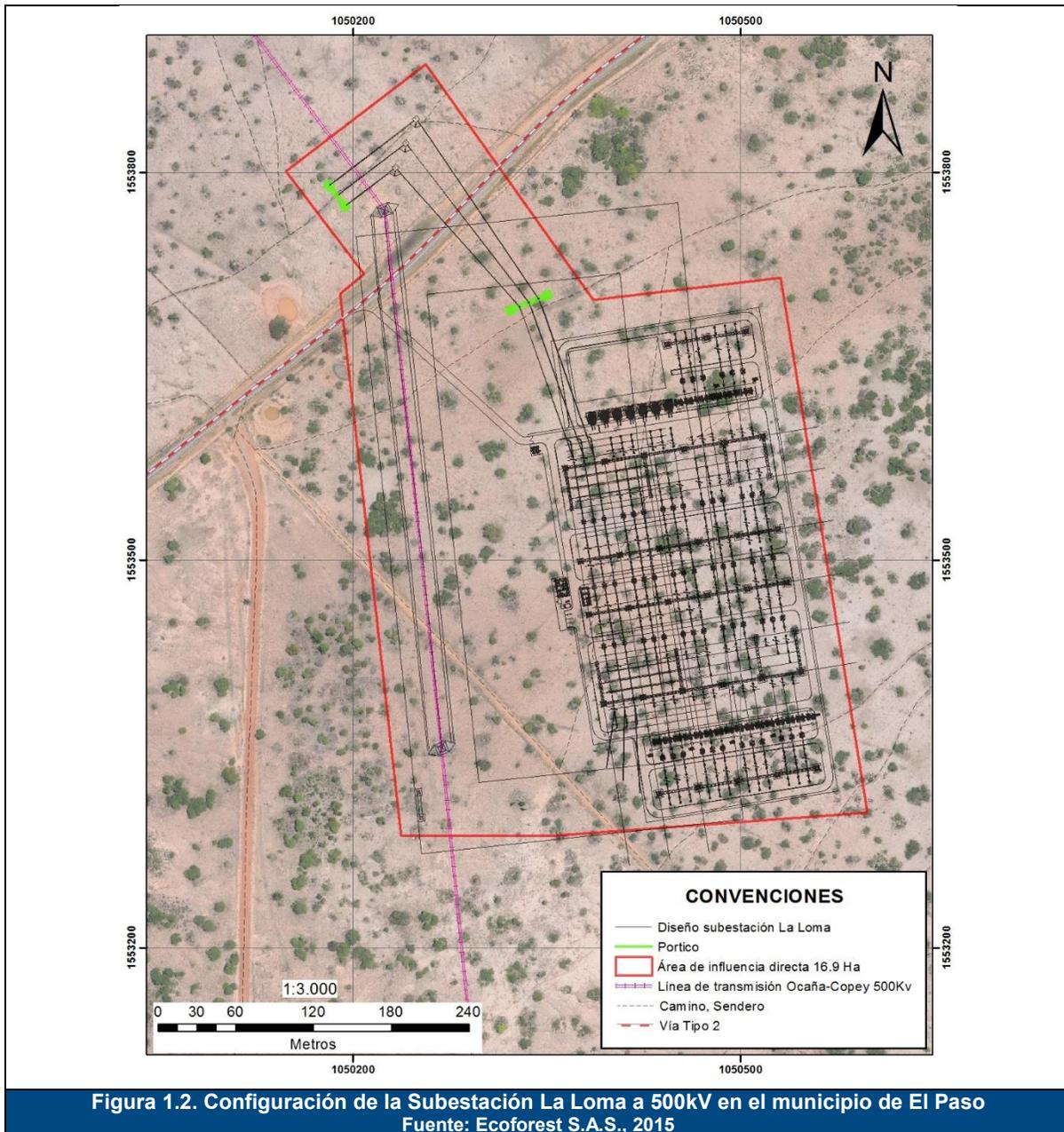


Figura 1.2. Configuración de la Subestación La Loma a 500kV en el municipio de El Paso  
 Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

El objetivo del proyecto UPME-01-2014, es la ejecución de los diseños, adquisición de suministros, construcción, operación y mantenimiento de la Subestación La Loma 500 kV y las Líneas de Transmisión Asociadas, mediante el desarrollo de:

- Construcción de la nueva Subestación la Loma 500 kV, con dos bahías de línea.

- Reemplazar el reactor inductivo de la línea de 120 MVAR, existente en el extremo de Copey de la actual línea Copey-Ocaña 500 kV por uno de 84 MVAR el cual debe contar con sus equipos de maniobra bajo carga.
- Instalación de los equipos de control y maniobra bajo carga para el reactor inductivo de 120 MVAR, existente en el extremo de la Subestación Ocaña, que hace parte de la actual Línea Copey-Ocaña 500 kV.
- Adecuar los espacios de reserva establecidos para futuras ampliaciones.
- Construcción de dos (2) líneas en circuito sencillo 500 kV desde la nueva subestación la Loma 500 kV hasta el punto de interceptación de la línea existente Copey-Ocaña 500 kV, cada tramo de línea tendrá una longitud aproximada de 400 m y reconfigurar la línea Copey – Ocaña 500 kV

De acuerdo con la división político-administrativa, el proyecto se localiza en el departamento del Cesar, municipio de El Paso, en el Centro Poblado de La Loma de Calenturas

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto se encuentra en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional del Cesar – CORPOCESAR. En la Figura 1.3, se observa la localización general del proyecto.

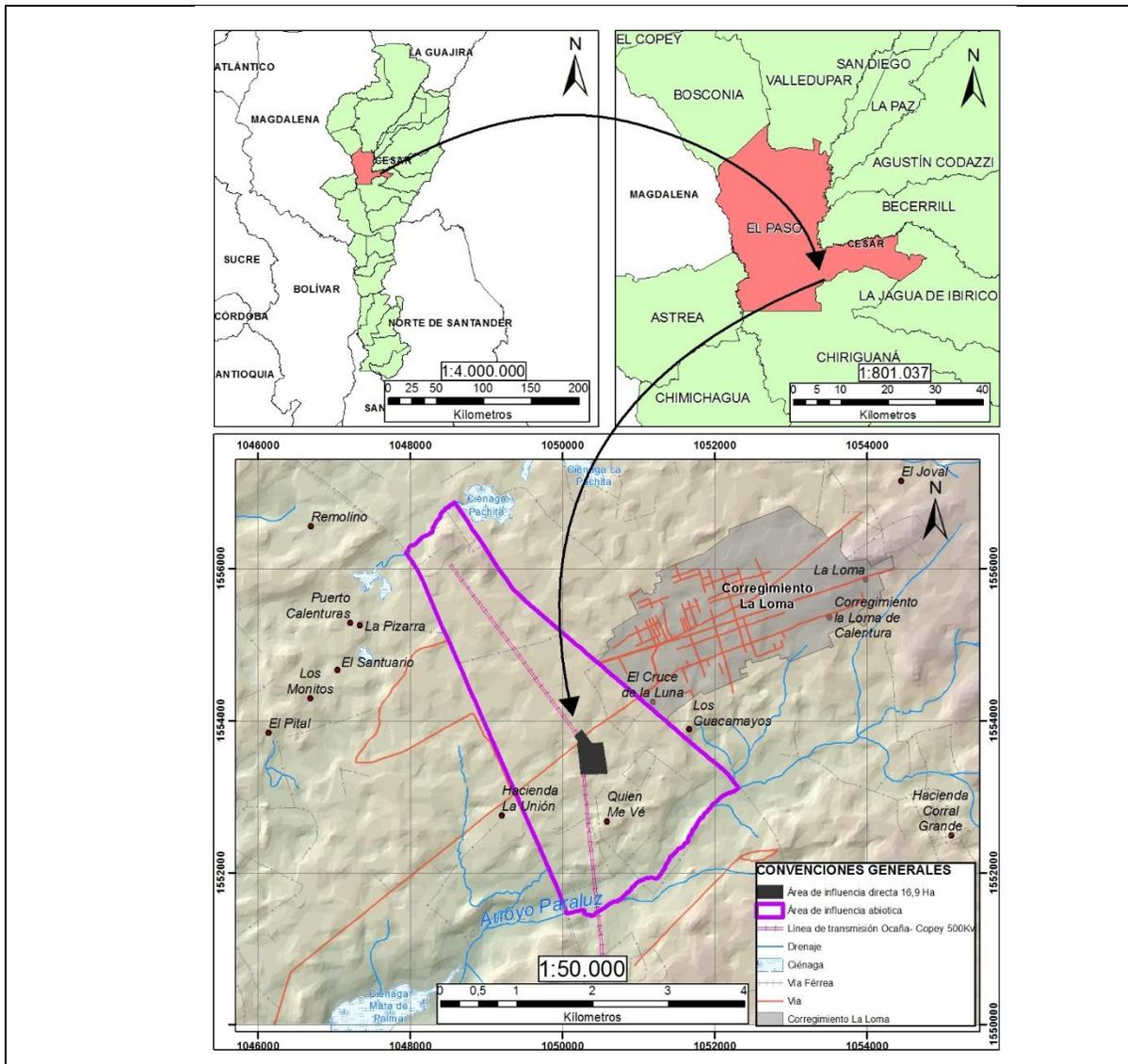


Figura 1.3. Ubicación general del proyecto  
 Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

## 1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### 1.2.1 Objetivo general

Elaborar el Estudio de Impacto Ambiental como soporte técnico para la solicitud de licencia ambiental para el proyecto UPME-01-2014, Subestación La Loma 500 kV y las Líneas de Transmisión Asociadas, que permita conocer el estado actual del área desde los componentes físico, biótico y socioeconómico y a su vez definir las medidas de manejo ambiental que garanticen la prevención, protección, control, mitigación,

restauración, recuperación o compensación de los efectos sobre el medio generados por la ejecución de las actividades que contempla la construcción y operación de la subestación y las líneas de transmisión asociadas.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Hacer una descripción detallada de cada una de las actividades propuestas para la construcción y operación de la nueva Subestación La Loma 500 kV, las líneas en doble circuito 500 kV y demás infraestructura asociada.

Caracterizar el área de influencia del Proyecto, a partir de la descripción del medio abiótico, biótico y socioeconómico y analizar la sensibilidad ambiental de los diferentes elementos que hacen parte de cada componente.

Determinar las condiciones de los recursos naturales y definir los permisos que demandará el Proyecto y que serán utilizados, aprovechados o afectados durante las diferentes etapas del mismo.

Realizar un análisis de la valoración y significancia de los impactos ambientales positivos y negativos que se presentan por las actividades antrópicas en la zona y la dinámica de las actividades y de los componentes ambientales del área; así como los que potencialmente generará el proyecto, considerando todas las actividades que se darán con su desarrollo.

Determinar la zonificación de manejo ambiental para las diferentes actividades del proyecto, especificando las áreas de exclusión, áreas de intervención con restricciones mayores, medias y menores, de acuerdo con la metodología implementada.

Plantear medidas de manejo a partir de programas, proyectos y actividades, necesarios para prevenir, controlar, corregir, mitigar o compensar los impactos generados por el proyecto durante las diferentes etapas.

Plantear un programa de seguimiento y monitoreo para las medidas de manejo propuestas.

Analizar los posibles riesgos que se pueden presentar con la ejecución del proyecto y estructurar un plan de contingencia para los mismos.

Trazar medidas para el abandono y restauración final de las áreas e infraestructura intervenida directamente por el proyecto.

### 1.3 ANTECEDENTES

Este numeral relaciona los estudios e investigaciones sobre el área de influencia, realizados de manera previa al presente EIA, así como la normatividad ambiental que rige

tanto el presente estudio como el manejo, uso y afectación de los recursos naturales involucrados.

### 1.3.1 Estudios previos

Para el desarrollo de la Convocatoria UPME 01-2014 y buscando proporcionar, a los inversionistas interesados en el proyecto, información preliminar de la zona de interés, la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME desarrolló un estudio basado en información secundaria, denominado “*Análisis Área de Estudio Preliminar y Alertas Tempranas Proyecto Subestación La Loma 500 kV y las Líneas de Transmisión Asociadas*”, el cual contiene la caracterización preliminar ambiental del área de estudio, enmarcado por un área definida por un radio de 1 km a partir de las coordenadas 9° 36’ 19,06” N, 73° 37’ 02.69” O para el proyecto UPME 01– 2014 La Loma 500 kV. Dentro de este mismo documento se describen las posibles restricciones como herramienta preliminar de identificación de áreas ambiental, social y culturalmente sensibles para el desarrollo del Proyecto.

De la misma manera en la zona donde se planea desarrollar el proyecto se cuenta con la información proporcionada por los siguientes documentos de ordenamiento territorial:

- Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de El Paso, Cesar 2012-2015.

Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del río Cesar. No obstante aún no se cuenta con algún estudio específico relacionado.

### 1.3.2 Marco normativo vigente considerado para la elaboración del estudio

El marco normativo considerado para la elaboración del presente estudio, parte de la Constitución Política de Colombia de 1991, el Decreto Ley 2811 de 1974, la Ley 99 de 1993 y el Decreto 2041 de octubre 15 de 2014, que establecen obligaciones, procedimientos y mecanismos para el uso de los recursos naturales, ejecución de proyectos de desarrollo y licenciamiento ambiental. Igualmente se consideró la Resolución 1415 de agosto de 2012, Por la cual se modifica y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase), contenido en la Metodología para la Presentación de Estudios Ambientales, adoptado mediante la Resolución 1503 del 4 de agosto de 2010; el Decreto 1376 del 27 de junio de 2013, Por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial y la Resolución 1517 del 31 de agosto de 2012, por la cual se adopta el Manual para la Asignación de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad.

A nivel particular, la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental se ciñe a los términos de referencia para tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV, LI-TER-1-01, establecidos mediante Resolución N° 1288 del 30 de junio de 2006 del MAVDT.

En cuanto a las normas en materia energética, en la Tabla 1.1, se señalan los principales lineamientos legales considerados en la realización del estudio.

**Tabla 1.1. Marco normativo del sector energético considerado**

<b>NORMAS EN MATERIA ENERGÉTICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 56 de 1981 por la cual se dictan normas sobre obras públicas de generación eléctrica, y acueductos, sistemas de regadío y otras y se regulan las expropiaciones y servidumbres de los bienes afectados por tales obras</li> <li>➤ Ley 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones</li> <li>➤ La Ley 143 de 1994 por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética</li> <li>➤ Decreto 2024 de 1982 por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 56 de 1981</li> <li>➤ Resolución 90708 de 2013, por la cual se expide el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas –RETIE.</li> </ul>
-------------------------------------	---

En la Tabla 1.2 se señalan las normas ambientales vigentes y aplicables al proyecto:

**Tabla 1.2. Marco normativo vigente para la elaboración del estudio**

<b>NORMAS GENERALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Constitución Política de Colombia, norma superior en la que se asume el compromiso de preservar el ambiente y se establece el derecho de todos los colombianos a gozar de un medio ambiente sano.</li> <li>➤ Ley 99 de 1993: ley crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y reglamenta lo referente a sus competencias y funciones definiendo la estructura del Ministerio y las corporaciones, así como las fuentes y recursos económicos para el manejo y la recuperación del medio ambiente.</li> <li>➤ Decreto Ley 2811 de 1974: También denominado “Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”.</li> </ul>
<b>LICENCIAS AMBIENTALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 2150 de 1995. Artículo 34. Reglamentación de los Planes de Manejo Ambiental.</li> <li>➤ Decreto 2353 de 23 de Noviembre de 1999 (MAVDT): Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1753 de 1994 (Artículo 8) en cuanto a la competencia para otorgar licencias ambientales por parte de las Corporaciones Ambientales y los grandes Centros Urbanos.</li> <li>➤ Decreto 1180 de mayo 10 de 2003: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales y establece disposiciones sobre la exigibilidad de la licencia ambiental, el diagnóstico ambiental de alternativas, medidas de control y seguimiento y participación ciudadana, entre otros aspectos.</li> <li>➤ Resolución 1023 de julio de 2005, por medio de la cual se adoptan las guías ambientales como instrumento de autogestión y autorregulación.</li> <li>➤ Decreto 1220 de 2005. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.</li> <li>➤ Decreto 500 de 2006. (MAVDT). Por el cual se modifica el Decreto 1220 del 21 de abril de 2005, reglamentario del Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.</li> <li>➤ Decreto 2820 de 2010. Por medio del cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales (vigente hasta diciembre 31 de 2014).</li> <li>➤ Resolución 1503 de agosto 4 de 2010, por la cual se adopta la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales</li> <li>➤ Ley 1444 de 2011. Por medio de la cual se escinden unos Ministerios, se</li> </ul>

	<p>otorgan precisas facultades extraordinarias al Presidente de la República para modificar la estructura de la Administración Pública y la planta de personal de la Fiscalía General de la Nación y se dictan otras disposiciones. Artículo 12. Reorganización del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reorganícese el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial el cual se denominará Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y continuará cumpliendo los objetivos y funciones señalados en las normas vigentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 3553 de septiembre de 2011, por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA- y se dictan otras disposiciones.</li> <li>➤ Resolución 1415 de agosto 17 de 2012 por el cual se reglamenta y actualiza el modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase) contenido en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales</li> <li>➤ Decreto 2041 de 2014 por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales (El cual deroga el Decreto 2820 de 2010 y rige a partir del 1 de enero de 2015).</li> </ul>
<p><b>USO Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resolución 2202 de 2006 (MAVDT). Por la cual se adoptan los Formularios Únicos Nacionales para la obtención de permisos, concesiones y autorizaciones para el uso o aprovechamiento de los recursos naturales renovables y de control del medio ambiente.</li> <li>➤ Decreto 1900 de 2006. Establece la inversión del 1% correspondiente a la captación de agua superficial o subterránea.</li> <li>➤ Resolución 974 de 2007. Establece el porcentaje de qué trata el Literal a) del Artículo 5 del Decreto 1900/06.</li> <li>➤ Decreto 1791 del 4 de octubre de 1996 (MAVDT): Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.</li> <li>➤ Resolución No. 1602 del 21 de diciembre de 1995, y se dictan otras disposiciones</li> </ul>
<p><b>USO Y PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 1449 de 1977: Por el cual se reglamentan parcialmente el inciso 1 del Numeral 5 del Artículo 56 de la Ley 135 de 1961 y el Decreto Ley 2811 de 1974. Establece lo relativo a la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas otorgando obligaciones a los propietarios de predios.</li> <li>➤ Decreto 1541 de 1978: Ordena el recurso agua con el fin de evitar al máximo su deterioro y evitar conflictos sociales por la presión creciente sobre este recurso y sus cauces.</li> <li>➤ Ley 9 de 1979. (MINISTERIO DE SALUD): El Código Sanitario Nacional establece normas sobre el saneamiento en edificaciones, mataderos, establecimientos educativos y a las condiciones en que deben ser utilizados los recursos para no producir efectos sanitarios negativos.</li> <li>➤ 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.</li> <li>➤ Decreto 1594 de 1984: Establece los criterios de calidad del agua para consumo humano, uso agrícola e industrial entre otros.</li> <li>➤ Ley 373 de 1997: Con el objeto de proteger el recurso hídrico y garantizar su uso racional, impone obligaciones a quienes administran el recurso y a quienes lo usan.</li> <li>➤ Decreto 475 DE 1998 (MINISTERIO DE SALUD): Establece normas técnicas de calidad del agua potable.</li> <li>➤ Resolución 372 de 1998 (MAVDT): Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan otras disposiciones.</li> <li>➤ Decreto 302 DE 2000 (MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO): Señala requerimientos específicos sobre los sistemas de redes de alcantarillado, señalando cuando se debe contar con redes separadas de aguas lluvias y aguas servidas.</li> <li>➤ Decreto 3100 de 2003: Por medio del cual se reglamentan las tasas</li> </ul>

	<p>retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resolución 0240 de 2004 (MAVDT): Por la cual se definen las bases para el cálculo de la depreciación y se establece la tarifa mínima de la tasa por utilización de aguas.</li> <li>➤ Decreto 3440 de 2004 (MAVDT): Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 que reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se adoptan otras disposiciones.</li> </ul>
<p><b>MANEJO DE FLORA Y FAUNA</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 1715 del 4 de agosto de 1978. (MINAGRICULTURA): Por el cual se reglamenta parcialmente el Decreto – Ley 2811 de 1974, la Ley 23 de 1973 y el Decreto - Ley 154 de 1976, en cuanto a protección del paisaje.</li> <li>➤ Resolución 0192 de 2014. Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones.</li> </ul>
<p><b>MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS, COMBUSTIBLES, ACEITES Y SUSTANCIAS PELIGROSAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 1594 del 26 de junio de 1984 (PRESIDENCIA): Por el cual se reglamenta parcialmente el título I de la Ley 9 de 1979, así como el capítulo II del título VI -parte III- libro II y el título III de la parte III -libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.</li> <li>➤ Decreto 3930 de 2010 (PRESIDENCIA): 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.</li> <li>➤ Ley 55 de 1993: Regula el tema de sustancias químicas en lo relacionado a su clasificación, manipulación almacenamiento responsabilidad de empleados y empleadores. Reglamenta las fichas de seguridad para el manejo de sustancias químicas.</li> <li>➤ Resolución 415 de 1999 (MAVDT): Estable los casos en los cuales se permite la combustión de los aceites de desecho y las condiciones técnicas para ello.</li> <li>➤ Resolución 1609 de 2002 (MINTRANSPORTE): Por la cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.</li> </ul>
<p><b>MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 2811 de 1974. Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente.</li> <li>➤ Ley 9 de 1979: Establece restricciones para el almacenamiento, manipulación, transporte y disposición final de residuos sólidos y residuos peligrosos.</li> <li>➤ Decreto 2104 de 1983. Artículo 92 hasta artículo 106. Establece las normas para el manejo y disposición de los residuos sólidos especiales.</li> <li>➤ Resolución 2309 de 1986 (MINISTERIO DE SALUD): Reglamenta la ley 9 de 1979 y el Decreto 2811 de 1974 sobre el tema de residuos especiales.</li> <li>➤ Decreto 1713 de 2002 (MAVDT) "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".</li> <li>➤ Decreto 4741 de 2005 (MAVDT): por la cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.</li> <li>➤ Decreto 838 de 2005 (MAVDT). Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.</li> </ul>
<p><b>MANEJO DE ESCOMBROS, MATERIAL REUTILIZABLE, MATERIAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resolución 541 de 1994 (MAVDT): Por medio de la cual se regula el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, de demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.</li> <li>➤ Resolución 0601 de 2006 Por la cual se establece la Norma de Calidad</li> </ul>

<p><b>RECICLABLE Y BASURAS</b></p>	<p>del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.</p>
<p><b>MANEJO Y CONTROL DE EMISIONES ATMOSFÉRICAS</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 02 de 1982 (MINISTERIO DE SALUD): Contiene la legislación de calidad de aire y los niveles permisibles de emisión de partículas.</li> <li>➤ Resolución 8321 de 1983 (MINISTERIO DE SALUD): Establece normas sobre protección y conservación de la audición de la salud y el bienestar de las personas por la emisión de ruido.</li> <li>➤ Resolución 1962 de 1985 (MINISTERIO DE SALUD): Establece el procedimiento para el análisis de calidad del aire que se debe seguir durante los monitoreos de aire que exigen las licencias ambientales.</li> <li>➤ Decreto 948 de 1995. (MAVDT): Contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.</li> <li>➤ Decreto 2107 de 1995 (MAVDT): Modifica el artículo 25 del Decreto 948 de 1995, extendiendo el plazo para el uso de crudos pesados en hornos y calderas hasta el año 2001.</li> <li>➤ Resolución 898 de 1995 (MAVDT): Regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna de vehículos automotores.</li> <li>➤ Resolución 1351 de 1995 (MAVDT): Acoge la declaración denominada Informe de Estado de Emisiones (IE1) como requisito indispensable para el trámite del permiso de emisiones atmosféricas.</li> <li>➤ Resolución 05 de 1996 (MAVDT Y MINTRANSPORTE): Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, define los equipos y procedimientos de medición de dichas emisiones y adopta otras disposiciones.</li> <li>➤ Resolución 909 de 1996 (MAVDT Y MINTRANSPORTE): Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 005 de 1996 que reglamenta los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel.</li> <li>➤ Decreto 619 de 1997 (MAVDT): Reglamenta el artículo 73 del Decreto 948 de 1995, estableciendo los parámetros a partir de los cuales se requiere permiso de emisiones atmosféricas en los casos de quemas abiertas, chimeneas, descarga de humos, gases y vapores, incineradores de residuos sólidos, etc.</li> <li>➤ Decreto 1697 de 1997: Por medio del cual se modifica parcialmente el Decreto 948 de 1995, que contiene el Reglamento de Protección y Control de la Calidad del Aire.</li> <li>➤ Resolución 623 de 1998 (MAVDT): Modifica parcialmente la Resolución 898 de 1995 que regula los criterios ambientales de calidad de los combustibles líquidos y sólidos utilizados en hornos y calderas de uso comercial e industrial y en motores de combustión interna.</li> <li>➤ Resolución 1048 de 1999 (MAVDT): Fija los niveles permisibles de emisión de contaminantes producidos por fuentes móviles terrestres a gasolina o diesel, en condición de prueba dinámica, a partir del año modelo 2001.</li> <li>➤ Resolución 068 de 2001 (MAVDT): Modifica la resolución 898 y 623 sobre combustibles.</li> <li>➤ Resolución 0058 de 2002 (MAVDT): Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para hornos incineradores y crematorios de residuos sólidos y líquidos, con el fin de mitigar y eliminar el impacto de actividades contaminantes del medio ambiente.</li> <li>➤ Resolución 0886 de 2004 (MAVDT). Por la cual se modifican los artículos 2, 3, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 18 y 22 y deroga los artículos 4, 5, 9, y 27 de la Resolución 0058 del 21 de enero de 2002 y se dictan otras disposiciones.</li> <li>➤ Resolución 601 de 2006 (MAVDT). Por la cual se establece la norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 979 de 2006 (MAVDT). Por el cual se modifican los artículos 7,10, 93, 94 y 108 del Decreto 948 de 1995.</li> <li>➤ Resolución 0627 de 2006 (MAVDT). Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.</li> </ul>
<p><b>LEGISLACIÓN SOCIAL</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 99 de 1993. Establece y reglamente la política ambiental y el Decreto 1320 de 1989 que reglamenta la consulta previa con pueblos indígenas y comunidades negras de licenciamiento ambiental.</li> <li>➤ Ley 70 de 1993 (Congreso de Colombia). Por la cual reglamenta la relación entre el estado y las comunidades negras.</li> <li>➤ Ley 21 de 1991. Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes, adoptado por la 76a. reunión de la Conferencia General de la O.I.T., Ginebra 1989</li> <li>➤ Ley 134 de 1994 (Congreso de Colombia). Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana y de veedurías comunitarias.</li> <li>➤ Ley 136 de 1994. Establece el régimen de la gestión municipal y de los planes de desarrollo local.</li> <li>➤ Decreto 1320 de 1998. Consulta previa con comunidades indígenas y negras para la explotación de recursos naturales en sus territorios.</li> <li>Decreto 1686 de 2000. Reglamenta los Planes de Ordenamiento Territorial (POT's).</li> </ul>
<p><b>NORMAS SOBRE EMERGENCIAS Y CONTINGENCIAS</b></p>	<p>Estas normas tienen aplicación sobre la planificación para emergencias en general, y de la misma manera exigen la elaboración de planes de contingencia y la coordinación de operaciones de respuesta.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 09 de 1979. Código Sanitario Nacional - Título VIII, Artículos 492, 493, 501, 505.</li> <li>➤ Ley 46 de 1988. Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres</li> <li>➤ Ley 55 de 1989. Por medio de la cual se aprueba el Convenio Internacional sobre Responsabilidad Civil por Daños Causados por la Contaminación de las Aguas del Mar por Hidrocarburos de 1969 y su Protocolo de 1976.</li> <li>➤ Decreto 919 de 1989. Reglamentación del Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres.</li> <li>➤ Ley 99 del 22 de diciembre 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, especialmente en los siguientes artículos:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art. 1 N° 6. Aspecto de Prevención.</li> <li>• Art. 1 N° 9: "La prevención y atención de desastres es materia de interés colectivo, y las medidas tomadas para evitar o mitigar los efectos de su ocurrencia serán de obligatorio cumplimiento."</li> <li>• Art. 5 N° 25. Prohibición descargas de sustancias de degradación ambiental.</li> <li>• Art. 5 N° 26. Distribución, uso de sustancias químicas o biológicas para la agricultura.</li> </ul> </li> <li>➤ Decreto 948 de 1995 sobre emisiones atmosféricas establece, en su artículo 95, la necesidad de contar con sistemas de seguridad, prevención, organización de respuesta, equipos, personal dedicado y presupuesto.</li> <li>➤ Decreto 2190 de Diciembre 14 de 1995, mediante el cual el Gobierno ordena la elaboración y desarrollo del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres, ya que en el mismo se establecen las bases para la coordinación entre el sector industrial y el Estado en materia de atención de emergencias tecnológicas.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 321 de 1999, que establece de manera concreta el Plan Nacional de Contingencia Contra Derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en Aguas Marinas, Fluviales y Lacustres. En él se marcan las directrices para la elaboración de los planes locales de contingencia y la integralidad que éstos tendrán con el Plan Nacional.</li> </ul>
--	--

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Adicionalmente se tuvieron en cuenta los procedimientos definidos en las Guías Ambientales elaboradas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS y la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, como instrumentos de autogestión y autorregulación, adoptadas mediante la Resolución 1023 de 2005.

### 1.3.3 Normatividad genérica aplicable a la gestión ambiental.

En la Tabla 1.3 se describen algunas leyes, decretos y resoluciones que regulan la gestión ambiental.

**Tabla 1.3. Normatividad genérica aplicable a la gestión ambiental**

<b>LEYES Y DECRETOS QUE REGULA EN PATRIMONIO NATURAL Y MONUMENTOS NACIONALES</b>	<p>El patrimonio arqueológico Colombia ha estado amparado por diferentes normatividades para su protección y conservación desde 1931: Posteriormente, a partir de la Constitución de 1991 y la Ley General de Cultura de 1997 se han introducido o modificado leyes y decretos sobre el patrimonio arqueológico y cultural de la Nación, así:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto – Ley 2811 de 1974 Parte XII, respecto a los recursos del paisaje y protección.</li> <li>➤ Decreto 1715 de 1978, protección del paisaje.</li> <li>➤ Ley General de cultura 397 de 1997</li> <li>➤ Decreto 833 de 2002 que reglamenta la Ley 397 de 1997</li> <li>➤ Ley 1185 de 2008, la cual Modifica la Ley de 397 de 1997</li> <li>➤ Decreto 763 de 2009 que reglamenta la Ley 1185 de 2008</li> </ul>
<b>LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES QUE REGULAN LA FLORA SILVESTRE Y BOSQUES Y SUS VEDAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 2 de 1959: Reserva forestal, protección de suelos y agua.</li> <li>➤ Decreto 2811 de 1974. Libro II. Parte VII: De los bosques, de las áreas de reserva forestal, aprovechamientos forestales y de la reforestación.</li> <li>➤ Decreto 622 de 1977, sobre Parque Nacionales Naturales.</li> <li>➤ Resolución 0316 de 1974. Veda indefinida de las especies vegetales: pino colombiano, hojarasco, molinillo, caparrapí y roble.</li> <li>➤ Resolución 213 de 1977. Por la cual se establece veda para algunas especies y productos de la flora silvestre.</li> </ul>
<b>LEYES Y DECRETOS QUE REGULAN EL RECURSO HÍDRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 2811 de 1974, Libro II, Parte III: De las aguas no marítimas, de los recursos hidrobiológicos, sobre cuencas hidrográficas y áreas de manejo especial.</li> <li>➤ Decreto 1449 de 1977, Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna silvestre y acuática.</li> <li>➤ Decreto 1681 de 1978, sobre recursos hidrobiológicos.</li> <li>➤ Ley 373 de 1997, Uso eficiente y ahorro del agua.</li> <li>➤ Decreto 475 de 1998, Normas técnicas de calidad de agua.</li> </ul>
<b>RESOLUCIONES QUE REGULAN EL AIRE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 0948 de 1995, por el cual se reglamenta parcialmente, la Ley 23 de 1973, los artículos 33, 73, 74, 75 y 76 del Decreto ley 2811 de 1974, en relación a la prevención y control de la contaminación atmosférica y protección de la calidad del aire.</li> <li>➤ Resolución 610 de 2010, por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006.</li> <li>➤ Resolución 760 de 2010, por la cual se adopta el protocolo para el control y vigilancia de la contaminación atmosférica generada por fuentes fijas.</li> </ul>

<b>DECRETOS Y RESOLUCIONES QUE REGULAN EL RUIDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 948 de 1995, regula lo relacionado con aire y ruido.</li> <li>➤ Resolución 627 de 2006, regula lo relacionado con emisión de ruido y ruido ambiental. Esta resolución determina los parámetros para medición del ruido ambiental estableciendo zonificación y horarios respectivos.</li> </ul>
<b>LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES QUE REGULAN LOS RESIDUOS SÓLIDOS Y PELIGROSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Resolución 2309 de 1986, indica los residuos especiales, criterios, identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento, vigilancia y seguridad.</li> <li>➤ Resolución 541 de 1994, reglamenta el cargue, descargue, tratamiento, almacenamiento y disposición final de escombros y materiales de construcción.</li> <li>➤ Decreto 605 de 1996, reglamenta la Ley 142 de 1994. En cuanto al manejo, transporte y disposición final de los residuos sólidos.</li> <li>➤ 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.</li> </ul>
<b>LEYES Y DECRETOS QUE REGULAN EL SUELO Y RECURSOS MINERALES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 2811 de 1974 parte VII, del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra.</li> <li>➤ Ley 685 de 2001, por la cual se expide el código de minas y se dictan otras disposiciones.</li> </ul>
<b>LEGISLACIÓN EN RELACIÓN CON ÁREAS PROTEGIDAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 2 de 1959, se refiere a economía forestal de la nación y conservación de los recursos naturales renovables, y entre otras se establecen “Zonas Forestales Protectoras” y “Bosques de Interés General”.</li> <li>➤ Decreto 2811 de 1974, Código de Recursos Naturales.</li> <li>➤ Decreto 1608 de 1978, por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y la Protección al Medio Ambiente y la ley 23/73 en manejo de fauna silvestre.</li> <li>➤ Decreto 2372 de julio 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.</li> <li>➤ Decreto 1996 de octubre 15 de 1999, Por el cual se reglamentan los artículos 109 y 110 de la Ley 99 de 1993 sobre Reservas Naturales de la Sociedad Civil.</li> </ul>
<b>NORMAS GENERALES DE CARÁCTER CIVIL, NORMAS LEGALES Y REGLAMENTARIAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Artículos 63 y 64 de la Constitución Política de Colombia. Ley General de la Cultura 397 de 1997 y su decreto reglamentario 833 de 2002. Ley 1185 de 2008 que modifica parcialmente la Ley 397 y señala los criterios para los programas de arqueología preventiva. Decreto 763 de 2009 que reglamenta los programas de arqueología preventiva. Documento del ICANH “Régimen legal y lineamientos técnicos para los programas de arqueología preventiva en Colombia” de 2010 que establece los criterios para una zonificación arqueológica preliminar.</li> </ul>
<b>LEYES, DECRETOS Y RESOLUCIONES QUE REGULAN LA GESTIÓN AMBIENTAL INTEGRAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto Ley 2811 de 1974, por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.</li> <li>➤ Decreto 2150 de 1995, suprime la licencia ambiental ordinaria</li> </ul>
<b>LEYES Y DECRETOS QUE REGULAN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RIESGO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Ley 46 de 1988, por la cual se crea y organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres, se otorgan facultades extraordinarias al presidente de la República y se dictan otras disposiciones.</li> <li>➤ Decreto 919 de 1989, por la cual se organiza el sistema nacional para la prevención y atención de desastres y se dictan otras disposiciones.</li> </ul>
<b>LEYES Y DECRETOS QUE REGULAN LA PARTICIPACIÓN COMUNITARIA Y PATRIMONIO CULTURAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Decreto 1088 de 1993, por el cual se regula la creación de las asociaciones de Cabildos o Autoridades Tradicionales Indígenas.</li> <li>➤ Ley 134 de 1994, por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.</li> <li>➤ Decreto 2001 de 1998, Constitución de Resguardos Indígenas.</li> <li>➤ Decreto 150 de 1999, con respecto a la vigencia de los Planes de ordenamiento territorial.</li> <li>➤ Decreto 330 de 2007, por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y de deroga el Decreto 2762 de 2005.</li> </ul>

## 1.4 ALCANCES

Las directrices y parámetros que se tuvieron en cuenta para la elaboración del presente EIA, se basaron en los términos de referencia para Estudio de Impacto Ambiental para tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (Subestaciones) que se proyecten y operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV, LITER-1-01 y en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales, emitida por ese mismo ministerio en el año 2010.

El EIA constituye un instrumento para la toma de decisiones sobre el proyecto que requiere la Licencia Ambiental ya que, entre otros aspectos, en él se definen las medidas de prevención, corrección, compensación y mitigación de los impactos ambientales que se prevén. Por lo anterior y en cumplimiento de los Términos de Referencia correspondientes, el estudio deberá cumplir con los siguientes alcances:

- La racionalización en el uso de los recursos naturales y culturales, minimizando los riesgos e impactos ambientales negativos, que pueda ocasionar el futuro proyecto y potenciando los impactos positivos.
- Las características de las obras, tendrán los alcances propios de estudios de factibilidad, en los cuales se deben definir e indicar los diferentes programas, obras o actividades del proyecto.
- Con base en información primaria, recopilar a partir de los diferentes métodos y técnicas de muestreo propias de cada una de las disciplinas que intervienen en el estudio, y complementarla con la información secundaria requerida según sea el caso.
- Dimensionar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos producidos por el proyecto, de tal manera que se establezca el grado de afectación y vulnerabilidad de los ecosistemas y los contextos sociales.
- La valoración de impactos, se debe sustentar en metodologías que garanticen la menor subjetividad y el carácter interdisciplinario. Se deberán expresar claramente, los impactos sobre los cuales aún existe un nivel de incertidumbre.
- Proponer soluciones para todos y cada uno de los impactos identificados, estableciendo el conjunto de estrategias, planes y programas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA). Este último, debe formularse a nivel de diseño, y por lo tanto incluirá justificación, objetivos, alcances, tecnologías a utilizar, resultados a lograr, costos y cronogramas de inversión y ejecución.
- Incluir la participación de las comunidades afectadas, desarrollando procesos de información, discusión y concertación -si es el caso- de los impactos generados por el proyecto y medidas propuestas. Los resultados de este proceso, se consignarán en las respectivas actas, que permitan certificar el trabajo realizado con las comunidades.

## **1.5 METODOLOGÍA**

### **1.5.1 Descripción del proyecto**

#### **1.5.1.1 Aspectos de ingeniería civil**

La metodología y procedimientos utilizados se resumen de la siguiente manera:

##### **1.5.1.1.1 Consulta de Información secundaria**

Antes de iniciar las actividades de campo, se realizó la revisión de información secundaria disponible correspondiente principalmente al Ortofomosaico (GSD o tamaño de pixel 0.09 metros, 2015) y a la Imagen satelital (Worldview-2, multiespectral 4 bandas, resolución espacial 50 cm, precisión de localización 5 metros, 2013) adquiridos para el proyecto, así como información de la página web del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) e información de cartografía base generada para el proyecto. Con esta información se pudieron verificar longitudes, áreas y topografía del terreno, entre otros aspectos relevantes para el trabajo de campo.

##### **1.5.1.1.2 Trabajo de campo**

En esta etapa se llevó a cabo la recopilación de información primaria sobre las posibles vías de acceso al proyecto, el estado actual de las vías existentes, las obras de adecuación requeridas, las obras a ejecutar para la construcción de las vías nuevas de acceso, para la construcción de la subestación, la infraestructura existente en el área del proyecto, tales como líneas de transmisión, poliductos y líneas de flujo, centros socialmente sensibles como cruces con otras vías, puntos críticos de las vías, etc., búsqueda de alternativas de fuentes de materiales para construcción, planteamiento de procedimientos constructivos de acuerdo a la topografía, a los impactos ambientales y a los costos de construcción.

En las actividades de campo además, se verificaron las longitudes de las vías existentes con odómetro de GPS y se realizó el recorrido e inspección de los posibles sitios donde se ubicará la subestación y la posible franja donde se construirá la vía de acceso a la misma, además de verificar la existencia de cuerpos de agua en el área del proyecto, con el fin de determinar la magnitud de las obras a construir y demás detalles que se consideraron relevantes de acuerdo al alcance del estudio.

##### **1.5.1.1.3 Procesamiento de información y resultados**

Con base en la información primaria recopilada en campo, y la información secundaria disponible, se elaboró el documento de informe final, donde se incluyó la descripción de los accesos existentes, la descripción del trazado de la vía nueva de acceso a la subestación, las obras civiles a desarrollar para estas vías, los procedimientos constructivos, localización de campamentos e instalaciones de apoyo, cuantificación de

mano de obra y equipos, cronogramas de obra y cuantificación de las obras y de los recursos naturales a utilizar para las obras civiles.

## **1.5.2 Metodologías para la caracterización del medio abiótico**

### **1.5.2.1 Geología**

Los aspectos metodológicos y procedimentales adaptados para desarrollar el análisis del componente geológico del proyecto, se describen a continuación:

Inicialmente se parte de la cartografía e información del Servicio Geológico Colombiano (antes Ingeominas), correspondiente al Atlas Geológico de Colombia 2015 (Escala 1:500.000) Plancha 5-04 de los Departamentos de Magdalena, Atlántico, Cesar, Bolívar, Sucre, Córdoba, Norte de Santander y La Guajira; plancha geológica 47 Chiriguaná, Ingeominas 2001 (Escala 1:100.000) y su memoria explicativa, mapa geológico de Colombia 2015 (Escala 1:1.000.000), mapa geológico del departamento de Cesar 1999 (Escala 1:250.000) y otros estudios realizados en el área del proyecto como el informe de PROSPECTIVIDAD CUENCA CESAR – RANCHERIA 2007 de la ANH.

Adicionalmente se realizó fotointerpretación de la zona, para definir las estructuras y rasgos geológicos más representativos del área de influencia del proyecto. Como resultado de esta fase se obtuvo un mapa geológico preliminar a escala 1:5.000, donde se identificaron y analizaron las unidades litológicas y las principales estructuras. Luego se realizó la visita al área de influencia del proyecto con el fin de verificar los puntos de control previamente definidos. Posteriormente con la información obtenida en campo, se adelantó el análisis geológico a nivel de detalle a escala 1:5.000. Esta información geológica conforma la base para obtener la caracterización de los aspectos Geomorfológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos. Finalmente, el análisis y los resultados de este componente son soportados con la cartografía desarrollada de manera específica dentro del contexto del documento que conforma el EIA.

Las etapas de trabajo para la caracterización geológica del área de estudio fueron:

#### **1.5.2.1.1 Consulta de información secundaria**

Los documentos consultados en INGEOMINAS, (hoy Servicio Geológico Colombiano) correspondieron a el Atlas Geológico de Colombia (Escala 1:500.000), plancha geológica 47 Chiriguaná Escala 1:100.000 y su memoria explicativa y otros estudios existentes en la zona (Informe Cartografía Geológica Cuenca Cesar – Ranchería, Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH 2006), Geología Colombiana N° 32 y 34 de la Universidad Nacional Diciembre 2007. Adicionalmente se realizó fotointerpretación del Ortofotomosaico Georreferenciado del área. Como resultado de esta fase se obtuvo un mapa geológico preliminar a escala 1:5.000 el cual se verificó y complementó durante la fase de campo.

### **1.5.2.1.2 Trabajo de campo**

En esta etapa se realizaron recorridos en el área de ubicación de la subestación, así como en el eje de la línea de transmisión y las áreas de influencia que se definieron para el componente físico. Las tareas que se llevaron a cabo fueron, entre otras, toma de información litológica, datos estructurales en afloramientos, verificación de información secundaria, mejoramiento de detalle del mapa geológico preliminar y se realizó registro fotográfico dentro del área de estudio.

### **1.5.2.1.3 Procesamiento de información y resultados**

Para el aspecto geológico, se realizó un cruce entre la información secundaria y primaria, generando la caracterización litológica de las áreas de influencia directa e indirecta de acuerdo con los lineamientos establecidos por la Autoridad Ambiental. Como producto final se obtuvo el Plano Geológico definitivo a escala 1:5.000 contenido en el Anexo 1. Anexo Cartográfico y la correspondiente GDB.

### **1.5.2.2 Geomorfología**

Para el análisis geomorfológico del área de estudio también se realizó un trabajo de tres (3) fases que se describen a continuación:

#### **1.5.2.2.1 Consulta de información secundaria**

Para el análisis geomorfológico se consultó información del INVEMAR como el Diagnóstico de la erosión en la Zona Costera del Caribe Colombiano (2010), Estudios geológicos y geomorfológicos de la región Caribe – Geología de la plancha geológica 47 Chiriguana a escala 1: 100.000 (2001) y su memoria explicativa, igualmente se consultaron los reportes de diagnóstico del documento de ordenamiento territorial del Municipio de El Paso.

Como resultado de esta revisión se generó un mapa geomorfológico preliminar general a Escala 1:5.000 el cual se complementó con la interpretación del Ortofotomosaico.

#### **1.5.2.2.2 Trabajo de campo**

Durante los recorridos realizados en las áreas de influencia directa e indirecta se llevaron a cabo las siguientes tareas específicas:

- Identificación y caracterización de procesos erosivos.
- Delimitación y ajuste de unidades geomorfológicas definidas en la fase de oficina.
- Reconocimiento de nuevos rasgos geomorfológicos que no se hayan observado en el Ortofotomosaico.
- Espacialización de dominios de pendientes dentro del área de estudio.
- Registro fotográfico del área de subestación y corredor de línea de transmisión.

### **1.5.2.2.3 Procesamiento de información y resultados**

En oficina se consolidó la información de acuerdo a los lineamientos de los Términos de Referencia. Como base del análisis geomorfológico se utilizó la metodología de Zinck (1980) empleada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), empleando la jerarquización geomorfológica propuesta por Villota (1997) y correlacionada con la información del documento “Propuesta de Estandarización de la Cartografía en Colombia” del SGC (2011), obteniendo el Mapa Geomorfológico a escala 1:5000 y su correspondiente GDB, incluidos en el Anexo 1. Anexo Cartográfico.

### **1.5.2.3 Suelos**

#### **1.5.2.3.1 Consulta de información secundaria**

Para la caracterización del suelo en el área se realizó una revisión de información secundaria obtenida del estudio general de suelos del Departamento del Cesar (IGAC, 1992), información que se corroboró con observaciones de campo.

#### **1.5.2.3.2 Trabajo de campo**

El trabajo de campo se realizó identificando, describiendo y muestreando los suelos presente en el área del proyecto con el fin establecer el estado actual de estos.

#### **1.5.2.3.3 Descripción y muestreo de suelos**

La caracterización de suelos se desarrolló en las dos (2) unidades de geomorfología identificadas para el proyecto, se llevaron a cabo barrenadas y calicatas como muestreo para identificar los suelos presentes. Se ubicó una calicata en cada una de las unidades identificadas. Dentro de las características que se determinaron en campo en cada sitio de descripción para el componente suelos, se encuentran: Pendiente del terreno, profundidad efectiva, textura del suelo, drenaje del suelo, color del suelo, estructura, erosión del suelo y pedregosidad. En la Foto 1.1 se puede observar, de manera general, una de las calicatas realizada.



Foto 1.1. Calicata para identificación de suelos  
Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015

#### 1.5.2.3.3.1 Capacidad de infiltración de suelos

La infiltración cuantifica la velocidad de descenso del agua en las primeras capas del suelo, esencialmente bajo la acción de la gravedad (Montenegro & Malagón, 1990), la determinación de esta característica puede llevarse a cabo de acuerdo con diferentes metodologías.

#### 1.5.2.3.3.2 Método para medir la infiltración

El método realizado para la prueba de infiltración es conocido como el de los anillos infiltrómetros (Forero, 1986) o cilindros concéntricos y el equipo empleado consta de un anillo concéntrico y formato de registro de los datos de campo. El procedimiento es el siguiente:

- Selección del sitio, ubicación del anillo el cual se entierra hasta una profundidad de 5 a 10 cm nivelándolo de acuerdo con las condiciones de la superficie.
- Llenar con agua el anillo hasta una altura aproximada de 15 a 25 cm manteniendo constante este nivel durante toda la prueba.
- Realizar lecturas de tiempo acumulado en intervalos de 1, 2, 3, 4, 5, 10, 15, 20, 30, 45, 60, 80, 100 y 120 minutos.

Para la determinación de la infiltración o entrada de agua en el suelo existen muchas ecuaciones sobre el análisis de los datos de campo, una de ellas y la que se emplea en este estudio es el modelo de Kostiaikov (1932), quien propuso una ecuación empírica para el cálculo de la velocidad de infiltración, la cual determina el movimiento del agua en el

suelo, relacionado con características como la textura del suelo, el contenido de materia orgánica, estructura entre otras. En la Foto 1.2 se puede observar la realización de la prueba de infiltración en el área del proyecto.



#### 1.5.2.3.4 Procesamiento de información y resultados

En la fase de procesamiento de información y resultados, se generó el informe de suelos con la caracterización física y química de cada una de las unidades, así como con la determinación taxonómica de dichos suelos. Esta información se interpretó siguiendo los criterios del laboratorio del IGAC que se presentan en la Figura 1.4.

pH (H <sub>2</sub> O) 1:1	APRECIACIÓN	P ppm (BRAY II)	K mg/100g	%M.O CLIMA			%N.Total CLIMA			CIC mg/100g	SATURACIÓN DE BASES (SB) %
				FRÍO	MEDIO	CÁLIDO	FRÍO	MEDIO	CÁLIDO		
				<5	<3	<2	<0.25	<0.15	<0.1		
<4,5	BAJO	<15	<0.2	<5	<3	<2	<0.25	<0.15	<0.1	<10	<35
EXTREMADAMENTE ÁCIDO 4.6 - 5.0	MEDIO	15 - 40	0.2 - 0.4	5 - 10	3 - 5	2 - 4	0.26 - 0.5	0.16 - 0.3	0.1 - 0.2	10 - 20	35 - 50
	ALTO	>40	>0.4	>10	>5	>4	>0.5	>0.3	>0.2	>20	>50
MUY FUERTEMENTE ÁCIDO 5.1 - 5.5	RELACIONES										
FUERTEMENTE ÁCIDO 5.6 - 6.0	APRECIACIÓN	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON SALES Y SODIO			(SATURACIÓN DE ALUMINIO)	APRECIACIÓN	
MEDIANAMENTE ÁCIDO 6.1 - 6.5	RELACIÓN IDEAL	2 - 4	3	6	10	ce mmohs/cm (dS/m)	PSI	CLASE	<15	SIN PROBLEMAS EN GENERAL	
LIGERAMENTE ÁCIDO 6.6 - 7.3	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	0 - 2	INFERIOR A	NORMAL	15 A 30	LIMITANTE PARA CULTIVOS SUSCEPTIBLES	
NEUTRO 7.4 - 7.8	Mg DEFICIENTE	>10	<1			2 - 4		LIMITE			LIMITANTE PARA CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES
LIGERAMENTE ALCALINO 7.9 - 8.4	CONTENIDO OPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (ppm)				>16		SUPERIOR A		S2	30 A 60
MEDIANAMENTE ALCALINO 8.5 - 9.0	SUELO	Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4	Na				
FUERTEMENTE ALCALINO >9.0	PLANTA	3 - 6	1.5 - 3	15 - 30	20 - 30	4 - 8	NaS1				
EXTREMADAMENTE ALCALINO		30 - 100	5 - 25	30 - 200	60 - 500	8 - 16	15%	NaS2	>60	NIVELES TÓXICOS PARA LA MAYORÍA DE CULTIVOS	
*Extractables con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal. Boro en suelos ( extractable en agua caliente ): 0.6 - 1.0 ppm. Boro en tejido vegetal : 30-80 ppm.						INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS ÁREA DE QUÍMICA					

NC(Nivel Crítico): 25 ppm NO<sub>3</sub>; 20 ppm NH<sub>4</sub> NC: 0.2 ppm B(Fosfato de Calcio); NC: 12 ppm P (Olsen modificado); NC: 20 ppm S disponible (Fosfato de calcio)

CONCENTRACION NORMAL EN TEJIDO VEGETAL (Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 1998):

N (%): 2,5-4,5; P (%): 0,2-0,75; K (%): 1,5-5,5; Ca (%): 1,0-4,0; Mg (%): 0,25-1,0; S (%): 0,25-1,0

B (ppm): 10-200; Cu (ppm): 5-30; Fe (ppm): 100-500; Mn (ppm): 20-300; Zn (ppm): 27-100; Mo(ppm): 0.1-0.2; Cl (ppm): 100-500

**Figura 1.4. Consideraciones generales para interpretar análisis de suelos**  
Fuente: IGAC 2001

### 1.5.2.3.4.1 Clasificación taxonómica de los suelos

Para la clasificación taxonómica de los suelos identificados en el levantamiento, se utilizó el Sistema Taxonómico Americano (USDA, versión 2010).

La estructura funcional del Sistema Taxonómico (Soil Taxonomy, 2010) está integrada por las categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie. Para el caso del presente estudio, el nivel de clasificación de los suelos se desarrolló a nivel de familia, considerando que se ajusta perfectamente a los propósitos del levantamiento de suelos, solicitados por los términos de referencia.

La familia está definida por una serie de criterios orientados a aportar la información necesaria para el establecimiento de programas de uso y manejo de los suelos en el área trabajada.

Los criterios utilizados fueron: la distribución de partículas por tamaño (Textura); el régimen de humedad edáfico y el régimen de temperatura edáfico.

El régimen de humedad edáfico se definió con base en las características morfológicas, las propiedades físicas y químicas relacionadas con el drenaje natural, la presencia del nivel freático y el régimen o patrón de lluvias y su distribución a través del mismo período de tiempo.

#### 1.5.2.3.4.2 Mapa de suelos

El mapa de suelos está integrado por las Unidades Cartográficas de Suelos (UCS), que se definen como “el conjunto de todas las delineaciones o polígonos de suelos que están identificadas por un mismo símbolo, cuya nomenclatura ha sido previamente establecida”. (USDA, 1985).

Se utilizaron las clases de Unidades Cartográficas de Suelos (UCS) como:

**Consociación:** es una unidad integrada por un suelo dominante (75% o más) y suelos similares y, una o más inclusiones de suelos disímiles que sumadas no deben representar más del 25%.

**Complejo:** unidad compuesta por dos o más suelos diferentes, distribuidos en un patrón intrincado, en forma tal que a la escala 1:25.000, o mayor no se pueden separar individualmente.

Un suelo es similar a otro cuando la mayor parte de sus propiedades, usadas como criterios para distinguirlo al nivel categórico en que se está haciendo el levantamiento (familia) y los niveles categóricos superiores (subgrupo, gran grupo, suborden, orden), son semejantes. Tanto el suelo dominante, como su similar comparten los límites de las propiedades diagnósticas en las que las diferencias son muy ligeras; es decir, son escasas tanto en número como en intensidad.

En una unidad, además del suelo o suelos dominantes que caracterizan la unidad cartográfica de suelo (UCS), pueden existir, en menor proporción, uno o más suelos que caen fuera de los límites de la definición taxonómica de los dominantes; estos suelos se denominan inclusiones o impurezas de una UCS.

Es importante tener en cuenta que las inclusiones aparecen en la mayor parte de las UCS de los levantamientos edafológicos, en menor o mayor proporción; esto es normal y se debe, entre otras causas, a la variación natural de los suelos en el paisaje.

La fase de suelos es una subdivisión de una unidad cartográfica; se diferencia con base en criterios seleccionados para crear unidades útiles para el uso y el manejo de los suelos estudiados.

Para definir los porcentajes (%) de cada unidad cartográfica de suelos se tuvo en cuenta el número de observaciones realizadas en campo; con estas observaciones se estableció el porcentaje (%) en que cada suelo aparece en la unidad y dicho porcentaje asignó y definió el tipo de unidades cartográficas a utilizar.

#### 1.5.2.3.4.3 Clasificación agrológica de los suelos

La capacidad de uso de las tierras es el potencial que tienen las tierras para ser utilizadas bajo cierto tipo general de uso, con prácticas de manejo específicas, (IGAC, 2002).

En el presente trabajo la clasificación de las tierras por su Capacidad de Uso se inició con la agrupación de las unidades cartográficas de suelos (UCS) según las clases agrológicas establecidas, así como la observación de los limitantes de uso en el trabajo de campo. Luego mediante la interpretación de las características morfológicas, físicas, químicas y mineralógicas de los suelos y el examen de las características externas como relieve, pendientes, erosión, inundaciones, pedregosidad y clima, se establecieron los criterios para cada unidad de tierras por su Capacidad de Uso.

Una vez analizadas e interpretadas las características de los componentes edáficos de las diferentes unidades cartográficas y analizados los factores climáticos y de pendientes se procedió a agruparlas en Clases, Subclases y Grupos de manejo, tomando como base la estructura (categorías) y parámetros contenidos en la metodología de Clasificación de las Tierras por su Capacidad de Uso adaptada y modificada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2002) del manual 210 de Clasificación por Capacidad de Uso de las Tierras, del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (1965).

Durante el procedimiento para agrupar los suelos objeto de estudio se desarrollaron los siguientes pasos:

- Selección de los perfiles de suelo modales de los componentes taxonómicos de cada una de las unidades cartográficas de la carta temática correspondiente.
- Aplicación de la tabla de la metodología IGAC, con las características de evaluación: erosión, grado de pendiente, textura, profundidad efectiva, pedregosidad superficial y, dentro del suelo, rocosidad, inundabilidad, fertilidad, saturación de aluminio, acidez y alcalinidad, drenaje, y clima, de cada uno de los diferentes perfiles modales.
- Confrontación de las características seleccionadas en cada perfil modal con los de la tabla de evaluación y determinación de las clases de capacidad de uso de acuerdo con el grado de las limitaciones generales dominantes.
- Establecimiento de las subclases según los grados y el número de limitaciones.
- Determinación del Grupo de Manejo con base en las limitaciones específicas, sus respectivos grados, y las características particulares de los suelos: material parental, grupo textural, permeabilidad, retención de humedad, pedregosidad, profundidad efectiva, tipo de contraste textural, fertilidad, contenido y saturación de aluminio, grados de las pendientes; clases de drenaje natural, frecuencia y duración de las inundaciones y/o encharcamientos, profundidad del nivel freático; grados de erosión y susceptibilidad a la erosión; clima en lo relacionado con disponibilidad de agua y temperatura.
- Elaboración de la leyenda de Clasificación por Capacidad de Uso de las tierras, con información relacionada a los símbolos de los Grupos de Manejo, y de las unidades cartográficas de suelos (UCS), que los conforman, los factores limitantes, los usos potenciales y las recomendaciones generales de manejo.
- Para designar las unidades de Clasificación por Capacidad de Uso se utilizaron símbolos formados por números arábigos y letras minúsculas. El primer número arábigo indica la Clase por capacidad; la o las letras minúsculas representan la Subclase.
- Los símbolos que se emplearon son los siguientes:

**Clases:** números arábigos del 1 al 8.

**Subclases:** (p) pendiente, (s) suelo, (e) erosión; así como combinaciones entre estos.

Ejemplo: 4s, en el cual:

4: Clase por capacidad 4

s: subclase por limitación de suelo

#### 1.5.2.3.4.4 Capacidad o aptitud de uso de los suelos (uso potencial)

El Uso Potencial se define como el máximo nivel de utilización que se pueda dar al suelo sin afectar su capacidad, estabilidad, ni sustentabilidad intrínseca, como tampoco la del medio natural a que pertenece.

Se estableció el uso potencial o aptitud de uso o uso recomendado, como fundamento para orientar la incorporación de acciones específicas que propicien su preservación y conservación dentro de claros criterios de sostenibilidad.

En síntesis el uso potencial se estableció en función de las limitaciones de los suelos que se expresan con las unidades de clasificación agrológica que agrupa los suelos bajo limitaciones similares, lo que estableció un área definida cartografiable donde se pueden desarrollar los usos potenciales estimados.

#### 1.5.2.3.4.5 Uso actual del suelo

El término uso del suelo se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de coberturas, cíclica o permanentemente, para satisfacer sus necesidades materiales o espirituales (IGAC, 1992).

Por consiguiente hace referencia a la forma como las comunidades hacen el aprovechamiento del territorio, principalmente de las coberturas de la tierra. El uso del suelo puede evidenciarse a través de métodos indirectos utilizando información proveniente de los sensores remotos como aerofotografías e imágenes satelitales, que sirven para determinar los tipos de coberturas de la tierra. A partir de la información de coberturas y de la observación o registro de las formas de usos del suelo en el trabajo de campo (ciclo de cultivos y tecnologías entre otros), se puede inferir el tipo de uso que se está realizando en una determinada región.

El mapa de uso de la tierra se realizó en varios pasos; inicialmente se realizó la interpretación del ortofotomosaico, con el cual se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra, clasificando las unidades por el sistema Corine Land Cover adaptada para Colombia (IDEAM, 2010). El segundo paso fue clasificar cada una de las coberturas, con los diferentes tipos formas y usos actuales que fueron observados durante la visita de campo en el AID del estudio.

#### 1.5.2.3.4.6 Conflictos de uso del suelo

Un conflicto de uso se presenta cuando en una determinada zona se hacen actividades productivas o extractivas con métodos que generan deterioro ambiental, o que se implementan usos agropecuarios o forestales con tecnologías inapropiadas o con intensidades que sobrepasan la capacidad de carga del territorio. En este contexto se generan diferentes tipos de conflictos de uso de las tierras. En síntesis, el conflicto se presenta cuando por sobreutilización de los recursos se generan deterioros, o cuando por subutilización se dejan de producir los bienes que la sociedad requiere.

El objetivo principal de este tema fue el de analizar las relaciones mutuas entre las vocaciones de uso de las tierras (uso potencial, aptitud o capacidad de uso) y el uso actual de las mismas. Cuando existe discrepancia entre los usos actual y potencial o se presenta desequilibrio, debido a que el uso actual no es el más adecuado, causando erosión, contaminación y/o degradación de las tierras, se evidenciaron los conflictos de uso.

En la determinación de los conflictos, se aplicó el procedimiento que se está utilizando en el país para generar la información de conflictos de usos del territorio. Se comparó espacialmente mediante el uso de un sistema de información geográfica (SIG) el mapa de usos actuales versus el mapa de capacidad de uso potencial, aptitud o capacidad de uso, y se analizó con una matriz de doble entrada, las unidades resultantes. El objetivo fue el de identificar aquellas unidades espaciales en las cuales existe correspondencia entre la capacidad o aptitud de uso y el uso actual, los que indica que el suelo está utilizado adecuadamente, situación que se define como el equilibrio y significa que el uso existente o actual en el suelo presenta exigencias iguales a su oferta ambiental. A diferencia de lo anterior cuando se presentaron diferencias entre el uso actual y el potencial se dan dos escenarios: Subutilización del suelo y Sobreuso del suelo.

#### 1.5.2.4 Hidrología

Las fuentes de información secundaria para el componente *Hidrología* fueron:

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM
- Alcaldía Municipal de La Loma Cesar (EOT).
- Corpocesar.
- Estudios existentes en el área del proyecto.
- Imágenes satelitales y cartografía disponible.

##### 1.5.2.4.1 Consulta de información secundaria

De manera preliminar a la fase de campo, se realizó la consulta en el catálogo nacional de estaciones hidroclimatólogicas del IDEAM para determinar la red de estaciones presentes en el área de estudio, cuya pertinencia y registro histórico permitieran realizar la caracterización hidrológica del territorio a partir del análisis estadístico de datos de caudales y niveles máximos, medios y mínimos. De acuerdo con esto, se pudo establecer

que las cuencas del río Cesar y río Calenturitas, actualmente se encuentran hidrométricamente instrumentadas y presentan series históricas con la suficiente amplitud para estructurar el respectivo análisis estadístico y probabilístico.

Con base en lo anterior, se presenta a continuación la relación de estaciones hidroclimatológicas que se encuentran en el área de estudio y que fueron usadas para elaborar la caracterización: Ver Tabla 1.4.

**Tabla 1.4. Datos estaciones hidroclimatológicas de referencia**

ESTACIÓN	TIPO	CÓDIGO	CORRIENTE	ELEVACIÓN	MUNICIPIO	COORDENADAS	
						LATITUD	LONGITUD
Islandia	LM	28027160	Calenturitas	45	El Paso	9°37'57,10"	73°38'8,5"
Pte. Canoas	LM	28037090	Cesar	45	El Paso	9°38'54,70"	73°38'47"
Caimancito	LM	25027590	Cesar	40	El Paso	9°34'15,30"	73°47'38,9"
Pte. Salguero	LG	28037030	Cesar	113	Valledupar	10°23'10,21"	73°14'9,80"
Corral de Piedra	LG	28017140	Cesar	275	San Juan del Cesar	10°49'37,09"	73°3'55,59"
Loma La	PM	25020280	Ay Paraliz	30	La Loma	9°36'23,50"	73°36'43,09"
La loma Carbones del Cesar Automática	CP	28025130	Calenturitas	60	El Paso	9°38'26,2"	73°31'26,19"

Nota: Estaciones hidroclimatológicas de referencia presentes en el área de estudio para la elaboración del componente hidrológico. Fuente: IDEAM. 2015.

Como complemento a lo anterior, con el propósito de identificar con mayor precisión la complejidad del sistema hídrico local y algunas características asociadas a las condiciones hidrodinámicas particulares de cada sistema, se consultó la cartografía base IGAC existente a escala 1:100.000 y la información contenida en documentos de interés como el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio El Paso (2000 – 2009) y el plan de desarrollo municipal de El Paso – Cesar (2012 – 2015), para determinar la cantidad de cuerpos de agua (lénticos y lóticos) presentes en el área de estudio y consecuentemente definir los recorridos para su verificación en campo.

#### 1.5.2.4.2 Trabajo de campo

Como resultado del procesamiento de información secundaria, se estableció que los cuerpos de agua o sistemas lóticos de mayor importancia en el territorio corresponden al río Cesar y al río Calenturitas, en tanto que para los sistemas lénticos lo más importantes son la Ciénaga Mata de Palma y en general el complejo cenagoso ubicado al costado norte de la cabecera municipal de La Loma (Cesar) y al costado occidental del área de estudio. De acuerdo con esta identificación previa del área de estudio, se procedió a consolidar la información espacial de cada sistema y se cargó en el sensor remoto para su posterior geolocalización en campo en las jornadas definidas para el levantamiento de los datos de interés.

#### 1.5.2.4.3 Procesamiento de información y resultados

Con el procesamiento de información secundaria disponible para el área de estudio y con la información obtenida en campo, se procedió a realizar el respectivo análisis morfométrico de las unidades hidrográficas de interés en el área de estudio, determinando para ello aspectos como patrones de drenaje, pendiente, longitud del cauce principal, densidad de drenaje, factor de forma, índice de compacidad, etc. Posterior a ello, una vez consolidada la información de caudales y niveles para las estaciones hidrométricas referenciadas en la tabla anterior, mediante técnicas de pruebas de bondad de ajuste y funciones de distribución de probabilidades para valores extremos, se determinaron caudales máximos y mínimos para distintos periodos de retorno (2.5, 5, 10, 25, 50 y 100 años) en cada una de las cuencas presentes en el área del proyecto, mientras que para los caudales medios se realizaron promedios para la amplitud de la serie de datos.

De esta manera, con el procesamiento de la información colectada en la fase de consulta de información secundaria y en la fase de campo, se pudo establecer, entre otros aspectos, la hidrografía para el área de estudio: Ver Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Hidrografía local del área de estudio

ÁREA HIDROGRÁFICA	ZONA HIDROGRÁFICA	SUBZONA HIDROGRÁFICA	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL I	UNIDAD HIDROGRÁFICA NIVEL II
Magdalena - Cauca	Cesar	Medio Cesar	Río Cesar	Río Calenturitas

Fuente: Ecoforest S.A.S 2015.

En el Anexo 1. Anexo Cartográfico se presenta el mapa de hidrografía con la GDB correspondiente, de acuerdo al esquema de ordenación del IDEAM para el territorio (área, zona, subzona y órdenes de cuenca).

#### 1.5.2.5 Calidad del agua

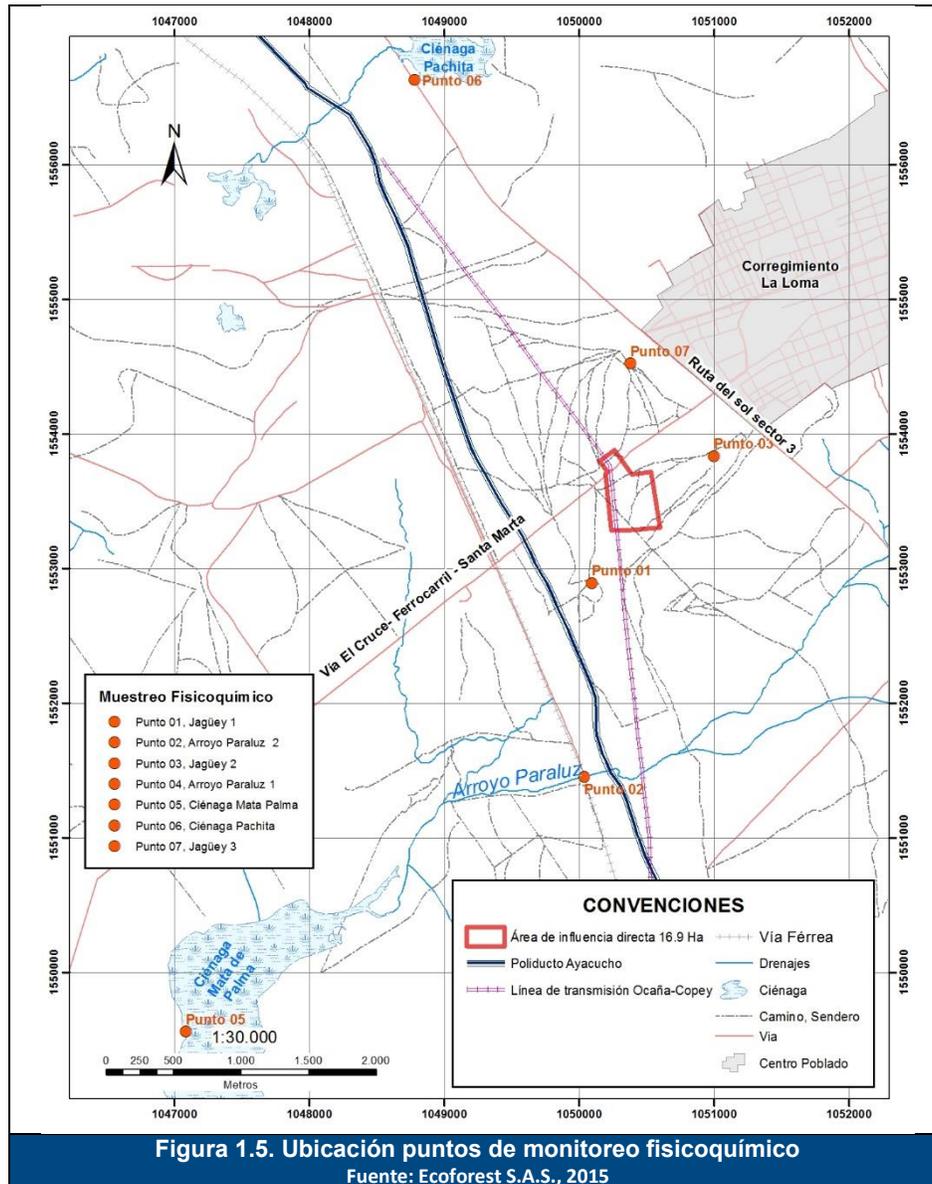
##### 1.5.2.5.1 Consulta de información secundaria

Previo al desarrollo de las actividades de campo se verificó el Ortofomosaico (GSD o tamaño de pixel 0.09 metros, 2015) y a la Imagen satelital (Worldview-2, multiespectral 4 bandas, resolución espacial 50 cm, precisión de localización 5 metros, 2013) adquiridos para el proyecto y se realizó una ubicación tentativa de puntos de monitoreo en los cuerpos de agua aledaños a la ubicación de la subestación.

##### 1.5.2.5.2 Trabajo de campo

El monitoreo para la evaluación fisicoquímica e hidrobiológica de calidad de aguas se realizó con el fin de conocer y evaluar el estado actual de la calidad de los cuerpos de agua superficial más cercanos al área de influencia directa del proyecto. Para lo cual se ubicaron siete puntos de monitoreo así: dos (2) en el arroyo Paraluz, cinco (5) en cuerpos

de agua lénticos que incluían tres jagüeyes ubicados dentro del área de influencia indirecta del proyecto y dos ciénagas La Pachita y Mata de Palma, por disposición de la autoridad ambiental. En la Figura 1.5 se puede observar la ubicación de dichos puntos.



Durante la fase de campo, se determinaron los parámetros de pH, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto en cada uno de los puntos de monitoreo; con equipos previamente calibrados.

Para la evaluación de los demás parámetros fisicoquímicos, se realizaron en campo muestreos puntuales que fueron preservados y refrigerados con el fin de evitar su alteración y asegurar estabilidad y homogeneidad para su posterior análisis en laboratorio.

El muestreo puntual hace referencia a la toma de una única muestra, en un lugar y momento específico que representa la composición de la fuente hídrica.

#### 1.5.2.5.2.1 Preservación de muestras

En la Tabla 1.6 se presenta una descripción general de las características de preservación de las muestras, de acuerdo con lo establecido en el “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*”:

Tabla 1.6. Preservación de muestras agua superficial

PARÁMETRO	RECIPIENTE	VOLUMEN DE MUESTRA (ML)	TIPO DE MUESTRA	PRESERVACIÓN
Acidez total Alcalinidad total Sulfatos Sólidos suspendidos totales Sólidos totales Tensoactivos	Garrafa plástica	2000	Puntual	Refrigeración Aprox. 4°C
D.Q.O. Fenoles	Frasco vidrio ámbar	500	Compuesta	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Coliformes totales Coliformes fecales	Frasco Vidrio	400	Puntual	Refrigeración Aprox. 4°C
Sulfuros	Frasco vidrio ámbar	250	Puntual	NaOH + Acetato de zinc

#### 1.5.2.5.2.2 Cadena de custodia de muestras

La custodia de muestras es la actividad de seguimiento y monitoreo continuo; desde la toma, preservación, refrigeración, codificación, embalaje y transporte de muestras hasta su recepción en el laboratorio, para el análisis; con el fin de protegerlas de cualquier factor externo.

En el sitio del muestreo se diligenciaron las planillas de caracterización *In Situ* y de cadena de custodia de muestras para registro de los datos obtenidos en campo. Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio, debidamente preservadas, refrigeradas, etiquetadas y empacadas en neveras con temperatura aproximada de 4°C.

#### 1.5.2.5.2.3 Aseguramiento metrológico

Para el aseguramiento metrológico se establecieron las políticas y actividades fundamentales para asegurar la calidad de las mediciones realizadas, de acuerdo con los requerimientos de la norma NTC-ISO/IEC-17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, en lo que respecta al numeral 5.6 “*Trazabilidad de la Medición*”.

Para lo mismo se cuenta con un programa de Aseguramiento Metrológico el cual tiene como objetivo asegurar el buen estado y funcionamiento apropiado de los equipos de medición, equipos de proceso y vidriería volumétrica del laboratorio, con el fin de garantizar la confiabilidad de las operaciones, como parte integral del Programa de Calidad del Laboratorio. Las actividades que se contemplan dentro del Plan de Aseguramiento Metrológico son básicamente las de mantenimiento, calibración y verificación periódica de los equipos de medición.

Para la calibración y verificación de equipos y materiales, se han establecido las políticas y actividades referidas a la calibración de los equipos de medición de acuerdo con el cronograma anual establecido. Las calibraciones se efectúan interna o externamente según el equipo, las calibraciones externas se contratan con laboratorios acreditados.

#### **1.5.2.5.2.4 Aseguramiento de la calidad analítica**

Para el aseguramiento de la calidad se cuenta con políticas y actividades para garantizar la calidad analítica de los resultados obtenidos en los ensayos, como parte del sistema de Gestión de Calidad del laboratorio, de acuerdo con los requerimientos de la norma NTC-ISO/IEC-17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorios de Ensayo y Calibración”, en lo que respecta al numeral 5.9 “Aseguramiento de la Calidad de los Resultados de Ensayo y Calibración”. Las etapas desarrolladas por el laboratorio fueron:

- Toma y manejo de la muestra
- Análisis en el laboratorio y controles analíticos
- Procesamiento de resultados

Adicionalmente, en cada una de estas etapas, se desarrollaron diversas actividades que orientadas a asegurar la confiabilidad de los resultados analíticos como:

- Calidad de reactivos
- Calidad del agua desionizada
- Control de equipos
- Control de condiciones ambientales
- Curvas de calibración
- Blanco de reactivos
- Patrones de control interno
- Cartas de control
- Ejercicios interlaboratorio
- Estadística de los métodos de ensayo

#### **1.5.2.5.2.5 Límites de detección y método de análisis de los parámetros**

En la Tabla 1.7 se presentan los límites de detección para cada uno de los parámetros fisicoquímicos analizados en laboratorio, así como la técnica analítica empleada, el método de preservación y las unidades de medida para cada parámetro.

**Tabla 1.7. Límites de detección**

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	PRESERVACIÓN	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD
Conductividad A 25°C	SM 2510 B	Electrométrica	NA	0,1	µS/cm
Ph A 25°C	SM 4500 H-B	Electrométrica	NA	0,01	Unidades
Temperatura	SM 2550 B	Electrométrica	NA	0,1	°C
Oxígeno disuelto	SM 4500 O-G	Electrométrica	NA	0,01	mg O <sub>2</sub> /L
Olor	Organolépticos	Organolépticos	NA	N.A	N.A
Turbiedad	SM 2130 B	Electrométrica	Refrigeración	0,01	UNT
ACIDEZ A ph 8,3	SM 2310	Volumétrica	Refrigeración	9,99	mg CaCO <sub>3</sub> /L
ALCALINIDAD A ph 4,5	SM 2320 B	Volumétrica	Refrigeración	3,77	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Bicarbonatos	Relación Alcalinidad	Volumétrica	Refrigeración	3,77	mg CaCO <sub>3</sub> /L
Cloruros	SM 4500 Cl B	Volumétrica	Refrigeración	5	mg Cl <sup>-</sup> /L
DETERGENTES (Calculado como SAL, mol peso: 288)	SM 5540 C	Espectrofotométrica	Refrigeración	0,10	mg/L
Calcio disuelto	SM 3500 Ca B	Volumétrica	Refrigeración	5	mg Ca/L
Magnesio disuelto	Cálculo	Volumétrica	Refrigeración	2,92	mg Mg/L
Dqo	SM 5220 D	Espectrofotométrica	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	15	mg O <sub>2</sub> /L
Dbo <sub>5</sub>	SM 5210 B	Electrométrica	Refrigeración	3	mg O <sub>2</sub> /L
Aceites y grasas	SM 5520 C	Espectrofotometría Infrarrojo	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> o HCl hasta pH < 2 / Refrigeración	0,9	mg Aceites y Grasas/L
Nitritos	SM 4500 NO <sub>2</sub> B	Espectrofotométrica	Refrigeración	0,0015	mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N/L
Nitratos	SM 4500 NO <sub>3</sub> E	Espectrofotométrica	Refrigeración	0,01	mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L
Nitrógeno amoniacal	SM 4500 NH <sub>3</sub> B-C	Volumétrica	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,5	mg NH <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N/L
Nitrógeno total	SM 4500 Norg-B	Volumétrica	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,5	mg N/L
Fosforo orgánico	Cálculo	Cálculo	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,05	mg P/L
Fosforo inorgánico	SM 4500 P D	Espectrofotométrica	Refrigeración	0,05	mg PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> -P/L
Ortofosfatos	SM 4500 P D	Espectrofotométrica	Refrigeración	0,05	mg PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> -P/L
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D	Gravimetría	Refrigeración	6	mg/L
Sólidos disueltos totales	SM 2540 C	Gravimetría	Refrigeración	10	mg/L
Sólidos sedimentables	SM 2540 F	Lectura	Refrigeración	0,1	mL/L - h
Sulfatos	SM 4500 SO <sub>4</sub> E	Turbidimétrica	Refrigeración	3	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L
Hierro	SM 3111 B	Absorción atómica / Llama	HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,10	mg Fe/L
Potasio	SM 3111 B	Absorción atómica / Llama	HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,05	mg K/L
Sodio	SM 3111 B	Absorción atómica / Llama	HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	0,05	mg Na/L

PARÁMETRO	MÉTODO	TÉCNICA	PRESERVACIÓN	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	UNIDAD
Carbono orgánico total*	EPA 415.1	Combustión Alta temperatura	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 / Refrigeración	N.E	mg C/L
Organoclorados*	EPA 3015 C / 8081 B	GC/ECD	Refrigeración	5	µg Compuest o/L
Organofosforados *	EPA 3015 C / 8141 B	GC/NPD	Refrigeración	2,5	µg Compuest o/L
Coliformes fecales	SM 9223 B	Sustrato Enzimático	Refrigeración	1,0	NMP / 100 mL
Coliformes totales	SM 9223 B	Sustrato Enzimático	Refrigeración	1,0	NMP / 100 mL

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### 1.5.2.5.3 Procesamiento de información y resultados

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio para los parámetros fisicoquímicos e hidrobiológicos evaluados, se procedió a la elaboración del informe. El análisis fisicoquímico consistió en la comparación de los resultados obtenidos in-situ y en laboratorio con la normatividad ambiental vigente; así como la evaluación de la calidad del agua y la contaminación de la misma a través de los índices ICO's. Los análisis fueron desarrollados por el laboratorio Ecosam y PSL Proanálisis, cuyos soportes de acreditación expedidos por el IDEAM se pueden observar en el Anexo 2. Calidad del Agua.

### 1.5.2.6 Usos del agua

Las fuentes de información secundaria para el componente de Usos del Agua utilizadas en el presente estudio son:

- EOT Municipio La Loma
- Estudios y documentos legales de proyectos existentes en el área del proyecto.
- Imágenes satelitales disponibles.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Estudio Nacional del Agua (ENA) 2014.

#### 1.5.2.6.1 Consulta de Información secundaria

Para la caracterización del uso del recurso hídrico en el área de estudio, se revisó la información secundaria disponible en las fuentes referenciadas anteriormente, relacionada con cualquier tipo de aprovechamiento de agua en el sector. En este sentido, de manera general, en el área del proyecto, según documentos como el Esquema de Ordenamiento Territorial de El Paso 2000 – 2009 (Cesar) y el Plan de Acción Municipal de El Paso 2012 – 2015.

Sumado a lo anterior, se consultaron diferentes resoluciones expedidas por la ANLA y el MADVT (hoy MADS) a distintas empresas carboníferas, proyectos energéticos y viales presentes en el municipio de El Paso y sectores aledaños, autorizando el vertimiento de

aguas de escorrentía y residuales, concesionando aguas superficiales y subterráneas y permitiendo la ocupación de cauce total y parcial para los fines de cada proyecto.

Con base en la información secundaria recolectada, depurada y analizada, se hizo pertinente el uso de una herramienta que permitiera y facilitara capturar información directamente en campo, relacionada con los usos del agua y que además permitiera detallar cualquier indicio de contaminación del recurso hídrico en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. Así entonces, se diseñó un formato que incluye, entre otras variables, la georreferenciación y esquema de ubicación del punto de interés, corriente receptora, sistema de captación, estado legal de la captación o vertimiento, caudal concesionado y naturaleza del vertimiento, dependiendo del elemento de interés a documentar, tal como lo indica la Figura 1.6:

OFICINA CENTRAL - BOGOTÁ	
FORMATO PARA LA CAPTURA DE INFORMACIÓN EN CAMPO - PUNTOS DE CAPTACION Y VERTIMIENTOS	
PROYECTO CARTAGENA-BOLÍVAR UPME 05-2012	
FECHA	VERSIÓN
03/10/2014	0.1
Página 1 de 1	
LOCALIZACIÓN DEL PUNTO DE INTERÉS	
Esquema o Plano del Sitio	
GEORREFERENCIACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LA CAPTACIÓN	
Departamento:	Municipio/Dirtrita: Vereda/Barr
LOCALIZACIÓN:	COORDENADAS WGS-84
Letra:	Linea: Etapa: Magna SIRGAS - Bogotá
Descripción de Localización:	
Ferma de Acceso:	
Proprietario:	Distrito de Contacto:
Cuenca hidrogr.:	Sub-cuenca:
Usar y usuario de la captación:	Cuerpo de Agua:
Tiparbitrio:	Estado legal de la captación:
Caudal (m3/seg):	Mecanismo de cierre de la captación:
Observaciones generales:	
GEORREFERENCIACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL VERTIMIENTO	
Departamento:	Municipio/Dirtrita: Vereda/Barr
LOCALIZACIÓN:	COORDENADAS WGS-84
Letra:	Linea: Etapa: Magna SIRGAS - Bogotá
Descripción de Localización:	
Ferma de Acceso:	
Proprietario:	Distrito de Contacto:
Cuenca hidrogr.:	Sub-cuenca:
Naturaleza a tipo de vertimiento:	Cuerpo de Agua:
Tiparbitrio:	Estado legal del vertimiento:
Caudal (m3/seg):	Mecanismo de cierre del vertimiento:
Observaciones generales (Sistema de tratamiento, características físicas operables del agua residual, distancia aparente de mezcla, etc.):	

Localización Gral. del punto de interés (captación vertimiento) -

Georreferenciación y caracterización de la captación.

Georreferenciación y caracterización del vertimiento.

Figura 1.6. Formato para la captura de información en campo de usos y aprovechamiento del R.H. Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

#### **1.5.2.6.2 Trabajo de campo**

El trabajo en campo efectuado para la identificación de los usos del agua, consistió en un barrido general de los sistemas presentes en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. De esta forma, en el caso de sumideros o sistemas lénticos, dependiendo del área ocupada por el espejo de agua y de las condiciones de accesibilidad, se realizó un barrido e inspección total buscando cualquier indicio de vertimiento o estructura de captación.

Para el área de estudio, de acuerdo a la complejidad y representatividad del sistema hídrico local, en el caso de los sistemas lénticos de mayor importancia, se realizaron visitas a la Ciénaga Mata de palma, el complejo cenagoso ubicado en el sector rural del corregimiento de Potrerillo y el sistema de lagunas ubicado al costado norte de la cabecera de la Loma, en la planicie inundable del río Calenturitas los cuales se localizan fuera del AID e incluso del AII del proyecto.

En el AID no se identificó ningún sistema lóxico, no obstante para los sistemas regionales dada su importancia en el contexto socioeconómico y ambiental, se efectuaron recorridos por los ríos Cesar, Calenturitas y Paraluz, en distintos sectores de su trayectoria conforme a las condiciones de accesibilidad y a la cercanía de asentamientos nucleados y dispersos del área de estudio, en donde pudiese existir algún grado de presión sobre el ecosistema.

#### **1.5.2.6.3 Procesamiento de información y resultados**

Una vez procesada la información secundaria y los datos recolectados en campo se elaboró la relación de fuentes, usos y usuarios actuales y potenciales del recurso hídrico y se identificaron los posibles conflictos por usos del agua, lo que permitió finalmente, generar la salida cartográfica correspondiente y realizar el respectivo análisis del contexto del aprovechamiento del recurso agua en el área del proyecto.

#### **1.5.2.7 Hidrogeología**

El principal objetivo de la caracterización hidrogeológica fue estimar la capacidad de las rocas y sedimentos para almacenar y transmitir el agua subterránea y valorar la posible afectación del recurso hídrico subterráneo, debido a la construcción del proyecto.

Se continuó con el esquema de presentación de 3 fases (consulta de información, trabajo de campo y trabajo de oficina). Debe tenerse en cuenta que la captura de información se orientó a caracterizar la oferta y demanda de aguas subterráneas por parte de la población.

##### **1.5.2.7.1 Consulta de información secundaria**

Se contó con el Atlas Hidrogeológico de Colombia (SGC, 2002) en escala 1:500.000.

Se siguieron los lineamientos propuestos en los estándares internacionales para categorizar las unidades hidrogeológicas, en este sentido se adoptó la nomenclatura de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda internacional de los mapas hidrogeológicos” (1983), la cual se basó en la asignación de categorías hidrogeológicas con base en el potencial de rocas y sedimentos para almacenar y transmitir agua subterránea, en función de la composición, permeabilidad y capacidad específica de cada unidad geológica evaluada.

#### **1.5.2.7.2 Trabajo de campo**

En la fase de campo se realizó el inventario de fuentes de aguas subterráneas en el área de influencia directa e indirecta definida para el proyecto. Estos puntos se dividen en las siguientes clases: pozos, aljibes y manantiales. La información de cada uno de los puntos de agua se levantó en el formato de inventario de puntos de aguas subterráneas del SGC (denominado FUNIA).

Adicionalmente se realizaron Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) con el fin de conocer la composición litológica y sus propiedades hidrogeológicas de las capas del subsuelo del área del proyecto, mediante la prospección geoelectrica, con un equipo McOHM Mark-2, Modelo 2115A, el cual consta de un amperímetro, un voltímetro digital y una unidad generadora de fuerza electromotriz que introduce corriente en el subsuelo. Del McOHM se obtienen datos de intensidad de corriente (I) en miliamperios y la diferencia de potencial (V) en milivoltios.

#### **1.5.2.7.3 Procesamiento de información y resultados**

Con la información de soporte consolidada (oficina y campo) se realizó el análisis de la misma, definiendo:

- Modelo Hidrogeológico conceptual.
- Inventario de fuentes de aguas subterráneas.
- Caracterización de zonas recarga y descarga.
- Condiciones de flujo de las aguas subterráneas.

Para el análisis de vulnerabilidad de acuíferos se hizo uso del método GOD, la cual se basa en la asignación de índices entre 0 y 1 a tres variables principales que son las que forman su nombre, para determinar las condiciones de exposición de las aguas subterráneas a agentes contaminantes.

Finalmente en el componente Hidrogeológico se generaron los siguientes productos, los cuales están debidamente referenciados en la caracterización, correspondiente al Capítulo 3 del presente estudio: Mapa hidrogeológico en Escala 1:25.000 y su respectiva GDB, inventario de fuentes de aguas subterráneas y memorias de cálculo de los Sondeos Eléctricos Verticales SEV.

### 1.5.2.8 Geotecnia

#### 1.5.2.8.1 Consulta de información secundaria

Para realizar la zonificación geotécnica del área de influencia de la subestación La Loma y la línea de interconexión, se ha tomado como base la metodología de Ambalagan (1992), presentada por Jaime Suárez en el libro Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales (1998) y modificada para el área de estudio, donde se establece una zonificación de áreas de estabilidad por rangos, basada en elementos tales como: Pendientes, tectónica, riesgo sísmico, cobertura vegetal, geología y tipo de material, entre otros factores. El clima, por ser cálido seco se tomó como homogéneo para toda el área de interés el cual es predominantemente cálido húmedo con transición a cálido.

Se hace énfasis en la heterogeneidad u homogeneidad de los diversos elementos que es lo que cuantifica la estabilidad, originando así rangos de estabilidad que van desde muy alta hasta muy baja, pasando por alta, media y baja.

Respecto a la pendiente del terreno, la forma del relieve corresponde a una expresión cualitativa de la inclinación del terreno, por lo que entre mayor sea la pendiente menor será la estabilidad. Zonas con pendientes entre: 0-15%, las cuales corresponden a terrenos planos a suavemente ondulados, dan una muy alta estabilidad; 15-30%, los cuales corresponden a moderadamente inclinado a inclinado, dan una estabilidad alta; 30-50%, que corresponden a terrenos quebrados a abruptos, dan una estabilidad media; 50-100%, que corresponden a terrenos fuertemente quebrados a escarpados, dan una estabilidad baja; y pendientes mayores del 100%, correspondientes a sectores muy escarpados, dan estabilidad muy baja. Para el rango de pendientes se le asignó una calificación según la Tabla 1.8.

Tabla 1.8. Valoración de los rangos de pendiente para fines de zonificación geotécnica

RANGO DE PENDIENTE (%)	CALIFICACIÓN
0 - 15	1
15 - 30	2
30 - 50	3
50 - 100	4
>100	5

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

#### 1.5.2.8.2 Trabajo de campo

En el trabajo de campo, el cual se realizó paralelamente con el levantamiento geomorfológico se buscó identificar y registrar directamente en el área influencia procesos erosivos y fenómenos de remoción en masa.

### 1.5.2.8.3 Procesamiento de información y resultados

Teniendo en cuenta que se trata de zona de poca extensión (menos de 500 hectáreas) aspectos como el clima y la sismicidad tienden a tener un compartimiento homogéneo y por tanto se tratan como constantes y la zonificación geotécnica del área se restringe a la Geología, Geomorfología y las pendientes, se considera, sin embargo, la caracterización de suelos a efectos de determinar el comportamiento de la capa superficial como primera aproximación al comportamiento geotécnico asociado a la textura del suelo y desarrollo de procesos erosivos.

Mediante la integración por medio de SIG de las variables mencionadas se obtuvo como resultado un mapa de zonificación geotécnica a escala 1:5.000 diferenciando unidades de roca y suelo de acuerdo con grados de pendiente del terreno y desarrollo de procesos erosivos. A cada unidad se le asignó un atributo de estabilidad según lo determinen las características físicas de cada polígono (Estabilidad Alta, Media y Baja).

### 1.5.2.9 Clima

Para la información climatológica se tomó como base información aportada por el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), identificando las estaciones meteorológicas en el área de estudio con datos actualizados y mensuales en series de 20 años, que permitieron el análisis de las condiciones climáticas del área. Las estaciones utilizadas se presentan en la Tabla 1.9.

Tabla 1.9. Estaciones meteorológicas

CÓDIGO	ESTACIÓN	TIPO	ALTITUD	ESTE	NORTE	FECHA
28025090	CENTENARIO HDA	CO	100	1088643,96	1581470,08	1979-2013
28045040	GUAIRA LA HDA	CP	50	1030460,89	1555235,57	1988-1993
25020280	LOMA LA	PM	30	1051101,80	1554136,46	1963-2015
28040350	PASO EL	PM	36	1036027,27	1559710,78	1972-2015
28025080	SOCOMBA	CP	170	1091852,52	1563078,51	1972-2011
25025320	ALAMOS LOS	CP	25	0978455,16	1520634,62	1985-2015
28035040	GUAYMARAL	CO	50	1047156,78	1587135,92	1972-2013
28040310	MOLINO EL	PM	110	1036453,16	1573119,40	1973-2009

Nota: CP: Climatológica Principal, PM: Pluviométrica, CO: Climatológica Ordinaria, Altitud en metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Se tomaron los datos medios mensuales de temperatura, precipitación, humedad relativa, brillo solar, nubosidad y evaporación y se elaboraron con ellos los histogramas.

Para realizar el mapa de isotermas e isoyetas a escala 1:250.000, se realizó la interpolación mediante software Surfer Versión 10.7.972, con el método de interpolación de Kriging, mediante los promedios de precipitación y temperatura obtenidos para cada estación se realizó una correlación y se calculó el rango adecuado, la exportación se realizó en formato shapefile para ser visualizado en ArcGis, tanto en línea como polígono.

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes el cual se expresa en octas (8), y la cual se ve directamente influenciado por el brillo solar y la precipitación, en donde a mayor brillo solar, menor precipitación y nubosidad. Para este análisis se emplearon los datos de las estaciones: GUAIRA LA HDA, GUAYMARAL, CENTENARIO HDA y SOCOMBA.

Para la caracterización de los vientos, se realizó el análisis de dos estaciones meteorológicas que monitorean velocidad del viento en la zona (ALAMOS LOS y SOCOMBA), es importante señalar que la estación ALAMOS LOS, solo se utilizó para el análisis del viento, por la falta de datos en las otras estaciones y se analizó la rosa de vientos aportada por el IDEAM de Valledupar dado que la estación SOCOMBA no posee datos completos de orientación y magnitud necesarios para su rosa de vientos.

Para hacer el análisis de la presión atmosférica, se partió de la altura sobre el nivel del mar (msnm) de cada una de las estaciones usadas (LOMA LA, GUAIRA LA HDA, GUAYMARAL, CENTENARIO HDA, PASO EL, MOLINO EL y SOCOMBA), y se aplicó la siguiente fórmula de la FAO:

$$P = 101,3 \left( \frac{293 - 0,006z}{293} \right)^{5,26}$$

Dónde:

P = Presión Atmosférica (kPa)

z = Elevación sobre el nivel del mar (m)

Para brillo solar se utilizó la información de las estaciones GUAIRA LA HDA, GUAYMARAL y SOCOMBA, ya que corresponden a las que cuentan con la información de horas luz mensual.

Para realizar la zonificación climática se partió de tres parámetros claves para la caracterización del clima: la temperatura, la precipitación y la altitud aplicando el método de Caldas Lang, la cual está basada en la precipitación anual en milímetros dividida en la temperatura media anual en °C ( $P \text{ mm} / T \text{ °C}$ ), este índice también se le denomina de efectividad de la precipitación y/o factor de lluvia de Lang.

#### 1.5.2.10 Calidad del aire

El monitoreo de calidad del aire en el área del proyecto Subestación La Loma 500kV y sus líneas de transmisión asociadas fue desarrollado por el laboratorio Analquim Ltda. Cuyos certificados de acreditación se presentan en el Anexo 3. Calidad del Aire. Con el fin cubrir el área de estudio y determinar las afectaciones que allí se presentan, se definieron tres (3) puntos de monitoreo de calidad del aire dispuestos según los criterios que se relacionan en la Tabla 1.10.

Una vez se determinaron los puntos de monitoreo se procedió a realizar el montaje de equipos y su correspondiente calibración, para la puesta en marcha. Esto permite garantizar que las mediciones son fiables y de calidad antes de iniciar cualquier operación de los equipos de medición, este proceso involucró una serie de componentes y factores debido a la naturaleza de cada dispositivo, las mediciones se basaron en el método volumétrico usando una garganta tipo venturi, con lo cual se garantiza mayor confianza en los resultados obtenidos.

Las mediciones se llevaron a cabo en zonas representativas del área de influencia, para lo cual se tuvo en cuenta la presencia de obstáculos que afectaran el movimiento del aire en el sitio, así como fuentes de emisión que interfirieran en los resultados.

Para evitar estas interferencias, la entrada de toma de muestra se ubicó en un lugar libre de obstáculos. La distancia desde el obstáculo y el equipo debe ser al menos dos veces la altura del obstáculo. Así mismo, se verificó que la zona donde se colocó cada uno de los equipos de medición contara con suministro constante de energía (110 voltios), condiciones de seguridad adecuadas y que permitieran un fácil acceso para realizar la inspección, mantenimiento y calibración de los equipos.

Se garantizó la presencia de interferencias antropogénicas tales como fuentes menores de combustión (chimeneas). La distancia de separación es dependiente de la altura de emisión de la fuente, del tipo de combustible o de quemas furtivas.

El área donde se colocó el equipo muestreador de aire se aisló con cinta de seguridad para prevenir el ingreso de personas ajenas al monitoreo y evitar así inconvenientes en cuanto a la seguridad del personal y de equipos así como a la veracidad de la exposición de las muestras.

Los equipos se instalaron en superficies elevadas con andamios para garantizar una correcta exposición de las muestras, por lo cual los equipos fueron debidamente asegurados a las estructuras de soporte mediante cuerdas y/o bloqueando el movimiento de los equipos con bloques. Esto con el fin de evitar que el viento derribara algún equipo, o se presentaran vibraciones que alteraran el monitoreo u ocasionaran daños en los instrumentos

A continuación se relacionan los elementos y criterios que se emplearon para la toma de muestras y en la Tabla 1.11, Tabla 1.12 y Tabla 1.13, se describe cada uno de los sitios de monitoreo. A su vez en el Anexo 3. Calidad del aire se presenta información detallada acerca de los equipos y cálculos empleados para la determinación de las concentraciones de los contaminantes monitoreados.

**Tabla 1.10. Descripción de los contaminantes monitoreados**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Descripción contaminantes a medir	Partículas suspendidas totales (PST). Partículas menores a 10 micras	Todos los parámetros se tomaron por estación de calidad del aire de acuerdo a metodología, considerando variables

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	(PM <sub>10</sub> ). Dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ). Dióxido de nitrógeno (NO <sub>2</sub> ). Monóxido de carbono (CO).	operacionales y legales.
<b>Identificación de fuentes de contaminación</b>	Tráfico vehicular de afluencia media por vías cercanas al área destinada para el proyecto. Material particulado de suelos arrastrado por corrientes de aire.	Todos los puntos se encuentran en zona rural, donde las estaciones presentan actividades cercanas de operación por parte de la población que vive en el corregimiento de La Loma.
<b>Técnicas de muestreo</b>	PST: Muestreo volumétrico de Alto Volumen. PM <sub>10</sub> : Muestreo volumétrico de Alto Volumen. SO <sub>2</sub> : Método de la Pararosanilina NO <sub>2</sub> : Método colorimétrico. CO: Detección de infrarrojo no dispersivo (NDIR – Non Dispersive Infra Red)	De acuerdo a lo especificado por el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, acogiendo metodología US EPA.
<b>Estrategias de muestreo</b>	Con el objeto de efectuar la evaluación de las emisiones provenientes de las actividades normales que se realizan en el área de evaluación durante el desarrollo del proyecto, se seleccionaron tres (3) estaciones de muestreo.  Su localización se llevó a cabo teniendo en cuenta criterios primarios (requerimientos legales) y secundarios (ubicación de las fuentes de emisión, topografía lugar, impacto sobre población cercana).	Cada estación cuenta con los equipos específicos para la medición de cada parámetro.
<b>Equipos de muestreo</b>	PST: Equipo de muestreo de alto volumen (Hi-Vol) del tipo TE5000 de TISCH ENVIRONMENTAL. PM <sub>10</sub> : Equipo de muestreo de alto volumen (Hi-Vol) tipo TE5000 de TISCH ENVIRONMENTAL. SO <sub>2</sub> y NO <sub>2</sub> : Equipos de muestreo tipo Rack Andersen. CO: Analizador instrumental de CO.	Equipos debidamente calibrados y/o verificados
<b>Ecuación de calibración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ PST y PM<sub>10</sub>:</li> <li>➤ <math>Q_{std} = \frac{1}{m}(y - b)</math></li> <li>➤ SO<sub>2</sub> y NO<sub>2</sub>:</li> <li>➤ <math>F = \frac{V}{\theta}</math></li> </ul>	Las calibraciones de los equipos empleados se presentan en el Anexo 3. Calidad del Aire.

Tabla 1.11 Estación 1 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma.

IDENTIFICACIÓN										
Estación	E1	Nombre	Norte		Técnico encargado	Hugo Leandro Lombo				
LOCALIZACIÓN										
Departamento	Cesar	Municipio	El Paso		COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUGER DATUM ORIGEN CENTRAL	<table border="1"> <tr> <td>E</td> <td>1 050 422 m</td> </tr> <tr> <td>N</td> <td>1 553 824 m</td> </tr> </table>	E	1 050 422 m	N	1 553 824 m
E	1 050 422 m									
N	1 553 824 m									
ESPECIFICACIONES				REGISTRO FOTOGRÁFICO						
Equipos										
Parámetros	Nombre	Código	Parámetros	Nombre	Código					
PST	Muestreador Hi-Vol	ANQ 708	-	Calibrador tipo diafragma	ANQ 502					
PM <sub>10</sub>	Muestreador Hi-Vol	ANQ 677	-	Bureta aforada	ANQ B14					
NO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721								
SO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721								
CO	Analizador de monóxido de carbono	ANQ 648								
CRITERIOS DE UBICACIÓN										
TÉCNICOS			FÍSICOS		SOCIALES					
<p>Fácil acceso a los equipos Exposición idónea de las muestras. Evaluación de la posible influencia de las actividades desarrolladas sobre el área de influencia. Vientos abajo del área de influencia.</p>			<p>Dar alcance y cubrimiento al área de estudio.</p>		<p>Comportamiento general de los contaminantes y su afectación en la zona de estudio</p>					

Tabla 1.12. Estación 2 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma.

IDENTIFICACIÓN						
Estación	E2	Nombre	Área	Técnico encargado	Hugo Leandro Lombo	
LOCALIZACIÓN						
Departamento	Cesar	Municipio	El Paso	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUGER DATUM ORIGEN CENTRAL	E	1 050 823 m
					N	1 553 157 m
ESPECIFICACIONES				REGISTRO FOTOGRÁFICO		
Equipos						
Parámetros	Nombre	Código	Parámetros	Nombre	Código	
PST	Muestreador Hi-Vol	ANQ 656	-	Calibrador tipo diafragma	ANQ 502	
PM <sub>10</sub>	Muestreador Hi-Vol	ANQ 576	-	Bureta aforada	ANQ B14	
NO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721				
SO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721				
CO	Analizador de monóxido de carbono	ANQ 648				
CRITERIOS DE UBICACIÓN						
TÉCNICOS			FÍSICOS		SOCIALES	
Fácil acceso a los equipos Exposición idónea de las muestras. Evaluación de la posible influencia de las actividades desarrolladas sobre el área de influencia. Vientos abajo del área de influencia.			Dar alcance y cubrimiento al área de estudio.		Comportamiento general de los contaminantes y su afectación en la zona de estudio	

Tabla 1.13. Estación 3 de monitoreo de la calidad del aire en el área de influencia EIA La Loma.

IDENTIFICACIÓN						
Estación	E3	Nombre	Sur	Técnico encargado	Hugo Leandro Lombo	
LOCALIZACIÓN						
Departamento	Cesar	Municipio	El Paso	COORDENADAS PLANAS GAUSS KRUGER DATUM ORIGEN CENTRAL	E	1 050 574 m
					N	1 552 512 m
ESPECIFICACIONES				REGISTRO FOTOGRÁFICO		
Equipos						
Parámetros	Nombre	Código	Parámetros	Nombre	Código	
PST	Muestreador Hi-Vol	ANQ 655	-	Calibrador tipo diafragma	ANQ 502	
PM <sub>10</sub>	Muestreador Hi-Vol	ANQ 260	-	Bureta aforada	ANQ B14	
NO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721				
SO <sub>2</sub>	Muestreador Rack tres gases	ANQ 721				
CO	Analizador de monóxido de carbono	ANQ 648				
CRITERIOS DE UBICACIÓN						
TÉCNICOS			FÍSICOS		SOCIALES	
Fácil acceso a los equipos Exposición idónea de las muestras. Evaluación de la posible influencia de las actividades desarrolladas sobre el área de influencia. Vientos abajo del área de influencia.			Dar alcance y cubrimiento al área de estudio.		Comportamiento general de los contaminantes y su afectación en la zona de estudio	

### 1.5.2.11 Ruido

Las mediciones de ruido ambiental fueron desarrolladas por el Laboratorio Analquim Ltda. y los soportes de su acreditación se pueden observar en el Anexo 4. Estudio de ruido ambiental. El monitoreo se realizó del día 12 al 18 de Octubre de 2015 en cinco (5) puntos aledaños al sitio de ubicación de la Subestación La Loma 550kV, para periodo diurno y nocturno durante un día hábil y uno no hábil. A continuación se presenta una descripción de cada uno de los puntos, sus características y localización geográfica. Ver Tabla 1.14 a la Tabla 1.18

**Tabla 1.14. Punto de monitoreo - RA 1**

<b>Nombre:</b>	<b>RA - 1 (CRUCE 1)</b>	<b>Coordenadas MAGNA</b> <b>Sirgas Origen Bogotá</b>	E: 1049380,41 N: 1553037,27
<b>Descripción:</b>	Se ubica en el cruce entre la vía El Cruce – Ferrocarril a Santa Marta (también conocida como la vía La Loma – Potrerillo) y El Paso de la Carrilera del tren de DRUMMOND.		
<b>Fuentes de emisión:</b>	Las fuente principal de ruido en este punto es el Tren el cual activa su bocina al pasar por este cruce; También el paso de vehículos (Motos, Camionetas y Carros)		
<b>Imagen estación de muestreo (periodo diurno)</b>			
<b>Imagen estación de muestreo (periodo nocturno)</b>			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

**Tabla 1.15. Punto de monitoreo - RA 2**

<b>Nombre:</b>	<b>RA - 2 (CRUCE 2)</b>	<b>Coordenadas MAGNA Sirgas Origen Bogotá</b>	E: 1050966,47 N: 1552725,99
<b>Descripción:</b>	Se ubica sobre potrero al sur del área del proyecto; Potrero Extenso con actividad ganadera, escasa vegetación. Se encuentra a 300 metros al occidente otro Predio.		
<b>Fuentes de emisión:</b>	Dentro de las fuentes de emisión de ruido en este punto se encuentra la ruta del sol y el paso del Tren de la compañía DRUMMOND.		
<b>Imagen estación de muestreo (periodo diurno)</b>			
<b>Imagen estación de muestreo (periodo nocturno)</b>			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

**Tabla 1.16. Punto de monitoreo - RA 3**

<b>Nombre:</b>	<b>RA - 3 (CRUCE 3)</b>	<b>Coordenadas MAGNA                  Sirgas Origen Bogotá</b>	E: 1051003,99 N: 1554296,07
<b>Descripción:</b>	Punto ubicado en el cruce conocido como el cruce de La Loma de las Calenturas, área utilizada por los buses de servicio interdepartamentales ya sea que valla hacia la costa o al interior del país.		
<b>Fuentes de emisión:</b>	El tráfico Vehicular por la ruta del sol, paso continuo de tractomulas, camionetas y motos (Mototaxismo) por ser un paradero de viajeros.		
<b>Imagen estación de muestreo (periodo diurno)</b>			
<b>Imagen estación de muestreo (periodo nocturno)</b>			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

**Tabla 1.17. Punto de monitoreo - RA 4**

Nombre:	RA - 4 (CRUCE 4)	Coordenadas MAGNA Sirgas Origen Bogotá	E: 1049921,25 N: 1554500,48
Descripción:	Punto de monitoreo ubicado en potrero al norte del área del proyecto. Zona árida.		
Fuentes de emisión:	La ruta del sol con flujo vehicular constante y la carrilera del tren de la empresa DRUMMOND.		
Imagen estación de muestreo (periodo diurno)			
Imagen estación de muestreo (periodo nocturno)			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

**Tabla 1.18. Punto de monitoreo - RA 5**

<b>Nombre:</b>	<b>RA - 5 (Centro)</b>	<b>Coordenadas MAGNA</b> <b>Sirgas Origen Bogotá</b>	E: 1050300,28 N: 1553803,53
<b>Descripción:</b>	Punto de Monitoreo ubicado a un costado de la vía que comunica el corregimiento de la Loma de Las Calenturas y Potrerillos (vía El Cruce – Ferrocarril Santa Marta).		
<b>Fuentes de emisión:</b>	La fuente de emisión de ruido en este punto es la vía y el paso vehicular frecuente que posee.		
<b>Imagen estación de muestreo (periodo diurno)</b>			
<b>Imagen estación de muestreo (periodo nocturno)</b>			

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### 1.5.2.11.1 Procedimiento técnico y metodológico

Una vez establecido los puntos de monitoreo se procedió a realizar las mediciones según lo establecido en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (Ahora Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) el cual se describe a continuación:

#### Horarios y unidades de medida

De acuerdo a la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (actual MADS), se establecen para todo el territorio nacional los siguientes horarios:

- **Diurno:** De las 7:01:00 a las 21:00:00 horas
- **Nocturno:** De las 21:01:00 a las 7:00:00 horas

Las unidades de medida empleadas para el presente estudio se encuentran expresadas de la siguiente forma:

- **Niveles de presión sonora:** dB
- **Filtro de ponderación frecuencial:** A
- **Filtro de ponderación temporal:** Slow (S)
- **Intervalo unitario de tiempo de medida (T):** Una (1) hora

#### Descripción técnica de las estaciones de monitoreo y periodos de medición

Antes y después de realizar las mediciones se procedió a realizar la verificación acústica del sonómetro en campo con un pistófono o calibrador a 114dB a 1000 kHz de acuerdo a las especificaciones del fabricante. El procedimiento descrito se realizó con el fin de garantizar la exactitud y precisión de las evaluaciones.

Con el fin de reducir el sonido distorsionante causado por el contacto con las turbulencias de viento se procedió a proteger el micrófono con una pantalla de viento adecuada para el tamaño del micrófono.

Una vez realizados los pasos anteriores se procedió a instalar el micrófono sobre un trípode extensor a una altura de cuatro (4) metros medidos a partir del suelo terrestre.

Cada medición se efectuó con cinco (5) mediciones parciales distribuidas en tiempos iguales con una duración de quince (15) minutos en cada dirección (Norte, Sur, Este, Oeste y Vertical) con el fin de completar el intervalo unitario de tiempo de medida en cada punto de monitoreo establecido en una (1:15) hora y quince minutos. Cada uno de los registros obtenidos en campo fueron diligenciados en la planilla ANQ-PL-276 (Anexo 4. Estudio de ruido ambiental).

El resultado de la medición se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$L_{Aeq} = 10 \text{ Log} \left[ \left( \frac{1}{5} \right) \left( 10^{\frac{L_N}{10}} + 10^{\frac{L_O}{10}} + 10^{\frac{L_S}{10}} + 10^{\frac{L_E}{10}} + 10^{\frac{L_V}{10}} \right) \right]$$

Dónde:

- L<sub>Aeq</sub>** = Nivel equivalente resultante de la medición.  
**L<sub>N</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición sentido norte.  
**L<sub>O</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición sentido oeste.  
**L<sub>S</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición sentido sur.  
**L<sub>E</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición sentido este.  
**L<sub>V</sub>** = Nivel equivalente medido en la posición sentido vertical.

Una vez guardados cada uno de los reportes realizados durante el estudio, estos son descargados a un computador con ayuda del software Quest Suite Professional II para ser analizados y generar los reportes correspondientes obtenidos por el equipo.

#### 1.5.2.11.2 Condiciones climatológicas

Para la medición de los datos meteorológicos se utilizó un anemómetro portátil ubicado el cual fue configurado para reportar datos cada diez (10) segundos para medición de la velocidad del viento.

Para la realización de las mediciones de ruido ambiental se tuvo en cuenta las siguientes condiciones climatológicas:

- No se efectúan mediciones con presencia de lloviznas, lluvia, truenos o caída de granizo.
- No se efectúan mediciones con pavimentos húmedos cuando se esté en cercanía de estas.
- La velocidad del viento durante el monitoreo no debe exceder los 3,0 m/s.

#### 1.5.2.11.3 Equipos de medición utilizados

Para la realización de las mediciones se utilizaron los siguientes equipos e instrumentos:  
 Ver Tabla 1.19.

**Tabla 1.19. Equipos e instrumentos de medición**

EQUIPO	MARCA – NO. SERIE	RANGO DEL EQUIPO	CÓDIGO INTERNO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
<b>Sonómetro</b>	Quest SoundPro DL – 2 1/3, Serial: BIJ060007-9190	0dB – 140dB	ANQ-523	SN-BIJ060007-9190 2014/03/25 Lab & Service
<b>Pistófono</b>	Quest QC-10 Serial: QIJ060067	114dB a 1000Hz	ANQ-523	CA- QIJ060067- 9191
<b>Punto meteorológica</b>	LT Lutron	Vel. Del viento: 0,4 – 30 m/s	ANQ-721	N/A

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Otros instrumentos empleados:

- Pantalla de viento: WS-7 para micrófonos de ½" proporcionada por Quest Technologies.
- Trípode de extensión hasta 4,0 m de altura.
- Cable de extensión para micrófono de 5,0 m de longitud.

#### 1.5.2.11.4 Ajustes

De acuerdo a los criterios establecidos en la Resolución 627 de 2006 del MAVDT (actual MADS), los niveles de presión sonora continuo equivalente ponderados A,  $L_{Aeq,T}$ ,  $L_{Aeq,T,residual}$  y nivel percentil  $L_{90}$  deben ser corregidos por impulsividad, tonalidad, condiciones meteorológicas, horarios, tipos de fuentes y receptores para obtener niveles corregidos de presión sonora continuo equivalente ponderados A,  $L_{RAeq,T}$ ,  $L_{RAeq,T,residual}$  y nivel percentil  $L_{90}$ , respectivamente. Las correcciones, en decibeles, se efectúan de acuerdo con la Ecuación (1).

$$L_{RA(x),T} = L_{A(x),T} + (K_I, K_T, K_R, K_S) \quad (1)$$

Dónde:

- $K_I$  es un ajuste por impulsos (dB(A)).
- $K_T$  es un ajuste por tono y contenido de información (dB(A)).
- $K_R$  es un ajuste por la hora del día (dB(A)).
- $K_S$  es un ajuste (positivo o negativo) para ciertas fuentes y situaciones por ejemplo bajas frecuencias (dB(A)).
- (X) corresponde a cualquiera de los parámetros de medida de que trata el artículo 4 de esta Resolución 627 de 2006 del MAVDT (actual MADS).

El nivel de presión sonora continuo equivalente ponderado A,  $L_{Aeq,T}$ , solo se corrige por un solo factor K, el de mayor valor en dB(A).

De acuerdo a lo anterior se determina que no se realizan los siguientes ajustes:

- $K_S$  ya que no existen instalaciones de climatización y/o ventilación que generen bajas frecuencias.
- $K_R$  por horarios, ya que no se están evaluando fuentes específicas a las cuales se desee hallar el grado de molestia a las personas.
- $K_I$  ya que no existen componentes impulsivos en el lugar de la medición

En el presente estudio, solo se van a realizar ajustes con el factor  $K_T$  para determinar si existen ruidos tonales. La determinación de los valores de ajuste se efectúa de acuerdo con la siguiente metodología:

- Por percepción nula de componentes tonales: 0 dB(A).
- Por percepción neta de componentes tonales: 3 dB(A).

- Por percepción fuerte de componentes tonales: 6 dB(A).

La manera detallada de evaluar la presencia de componentes tonales se presenta a continuación:

- Se hace un análisis con resolución de 1/3 de octava.
- Se calcula la diferencia:

$$L = L_t - L_s$$

Dónde:

$L_t$  es el nivel de presión sonora de la banda  $f$  que contiene el tono puro.

$L_s$  es la media de los niveles de las dos bandas situadas inmediatamente por encima y por debajo de  $f$ .

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 20 a 125 Hz:

- Sí  $L < 8$  dB(A), no hay componentes tonales.
- Sí  $8$  dB(A)  $\leq L \leq 12$  dB(A), hay componente tonal neto.
- Sí  $L > 12$  dB(A), hay componente tonal fuerte.

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales, entre 160 a 400 Hz:

- Sí  $L < 5$  dB(A), no hay componentes tonales.
- Sí  $5$  dB(A)  $\leq L \leq 8$  dB(A), hay componente tonal neto.
- Sí  $L > 8$  dB(A), hay componente tonal fuerte.

Se determina la presencia o ausencia de componentes tonales a partir de 500 Hz:

- Sí  $L < 3$  dB(A), no hay componentes tonales.
- Sí  $3$  dB(A)  $\leq L \leq 5$  dB(A), hay componente tonal neto.
- Sí  $L > 5$  dB(A), hay componente tonal fuerte.

#### **1.5.2.12 Paisaje**

El análisis de paisaje en el área de estudio, se realizó con base en las tres fases que se describen a continuación:

##### **1.5.2.12.1 Consulta de información secundaria**

El paisaje se define como un conjunto de fenómenos naturales y culturales referidos a un territorio, que posee una estructura ordenada no reductible a la suma de sus partes sino que constituye un sistema de relaciones en el que los procesos se encadenan. El análisis de dicho conjunto se puede abordar desde el paisaje total o desde el paisaje visual, el primero enfocado en la obtención de información sintética del territorio, mientras que el

segundo centra la investigación en lo que el observador es capaz de percibir del mismo (Martínez, J et al. 2003).

Por otro lado, las ciencias relacionadas con el hombre, denominan el paisaje, por las huellas de la actividad humana, que encuentra en el medio natural una fuente de recursos y un lugar que modificar para adecuarlo a sus necesidades.

La conjugación de ambas concepciones, la geomorfológica y la humana, el relieve se constituye en la base sobre la cual interactúan otros componentes del paisaje, estos componentes adicionales como la cobertura vegetal, la presencia de agua, el clima y la actividad humana, diferencian una unidad de paisaje de otras que comparten similares relieves. En resumen, el paisaje es un aspecto general de una región, resultante de la acción de los factores abióticos, bióticos y antrópicos, al cual su historia evolutiva y adaptativa le confieren características particulares (Morláns, 2005).

En este sentido, se evaluaron los diferentes elementos determinantes con el fin de identificar las diferentes unidades del paisaje en el área de estudio, para lo cual se definió a la morfología del terreno y a la cobertura vegetal como los factores definitorios del paisaje en la región, mientras que los diferentes aspectos adicionales son interdependientes o se reflejan en alguno de estos dos componentes, por lo que su inclusión no incide en el resultado.

#### **1.5.2.12.1.1 Establecimiento de las unidades de paisaje regional**

Para la caracterización de las unidades de paisaje y el análisis del mismo para el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental, se utilizó la interpretación de imágenes de sensores remotos (imágenes de satélite) y el ortofotomosaico proporcionado por la EEB, que comprende el estudio y entendimiento de todos los fenómenos que determinan la apariencia externa de un paisaje, en base al análisis elementos visibles identificados, que con frecuencia se expresan en imágenes de sensores remotos, que tienen una relación directa con los atributos de formación de los paisajes (Villota 1992, 1997, Bennema y Gelens, 1996, Bennema y Gelens, 1996 citados en Villarreal *et al.* 2006).

Asimismo, se caracterizó la geomorfología entendida como la descripción de las formas del terreno, en el desarrollo a largo plazo o génesis del relieve y su contexto medio ambiental (Verstappen, H, citado por Villota, H. 1991). A partir de los cuales se obtienen unidades, que contienen la descripción y clasificación de las formas del terreno y para el caso específico de análisis de paisaje, la cobertura de la tierra corresponde a la variable temática que permite la identificación de los elementos del paisaje y la caracterización general de las unidades de paisaje.

Teniendo en cuenta que cada una de las estructuras del paisaje tiene una función, en el presente estudio a través de las unidades del paisaje también se identificaron cuales pertenecen a las siguientes categorías, según la Asociación Americana de Planeación<sup>4</sup>

<sup>4</sup><http://www.planning.org/planificacion/2/5.htm>

(APA), estas son dichas estructuras y sus funciones:

#### **1.5.2.12.1.2 Matriz**

Estructura conectiva de la tierra que contiene a todos los otros elementos del paisaje, incluyendo parches, bordes y corredores. Es la porción más conectada del paisaje compuesta por el tipo vegetación que se encuentra más cerca una de la otra y es localmente más común.

#### **1.5.2.12.1.3 Corredores**

Elementos del paisaje que conectan parches similares a través de matrices o grupos de parches no similares. Los corredores son generalmente longitudinales y conectan en áreas o parches normalmente llamados nodos. La función conectiva de un corredor depende generalmente del ancho, del borde y de los obstáculos o interrupciones que se encuentran a lo largo del mismo.

#### **1.5.2.12.1.4 Parches**

Áreas del paisaje que son relativamente homogéneas con respecto a la composición vegetal y la edad. Los parches difieren de la matriz o de los parches adyacentes que los rodean.

Según Etter 1999, existen varios tipos de parche, estos son:

- Parche de perturbación: Es el resultado de la perturbación de un área pequeña dentro de la matriz, puede ser de origen natural o antrópico y se diferencian según sean de tipo eventual (aleatorios) o crónico (predecibles).
- Parche de remanentes: Es el resultado de la perturbación extensa de la matriz que deja una serie de islas no afectadas en su estado original, son opuestos a los de perturbación los diferencia la escala de la perturbación local, que en los parches remanentes es más severa ya que solo deja islas de la matriz original.
- Parche de recursos ambientales: Resulta de diferencias en las características y variaciones del sustrato en cuanto al material parental o la hidrología, los ecotónos pueden ser graduales.
- Parche introducido: Relacionado con la actividad humana, a través de la introducción de especies animales o vegetales durante las actividades agropecuarias o de urbanización (crónicas).

#### **1.5.2.12.1.5 Visibilidad**

La visibilidad es entendida como el espacio o zona de visión física entre el observador y paisaje o territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada (Morlans, 2005). En este sentido la visibilidad del área se analizó a partir de la revisión preliminar del ortofotomosaico y de las unidades de cobertura de la tierra, análisis que fue

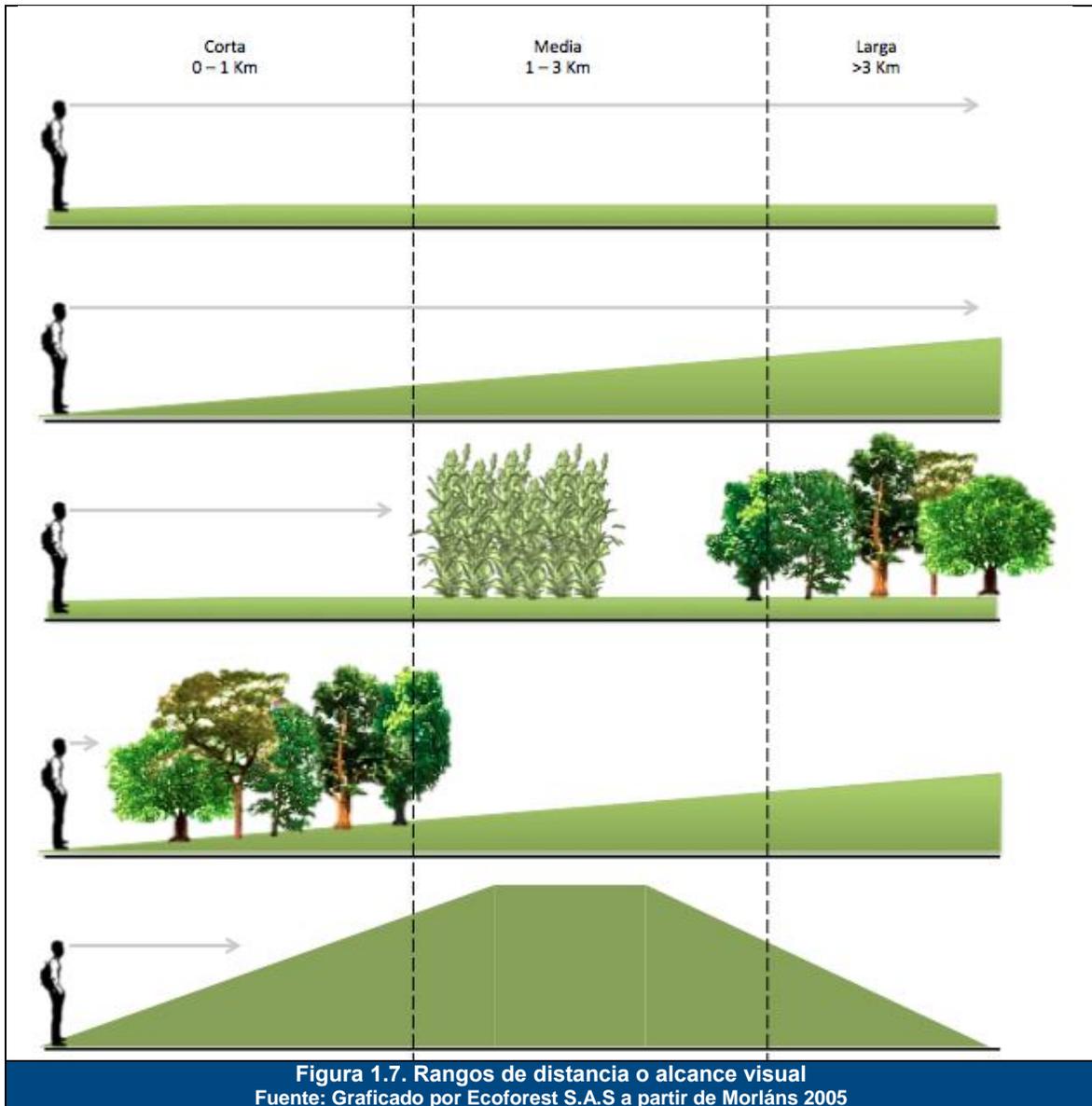
comprobado mediante técnicas de registro directo que comprendieron el recorrido y evaluación de cada una de las unidades de paisaje identificadas en el AID.

En esta revisión se tuvo en cuenta la distancia focal y la posición espacial entre el observador (investigador) y las barreras naturales o físicas que determinen los rangos visuales a los que tendrá acceso para cada una de las unidades identificadas como se mencionó anteriormente, valorados según los niveles de visibilidad corta, media o larga que se describen en la Tabla 1.20 y cuyas determinantes se observan en la Figura 1.7, las cuales definieron la visibilidad a partir de la conformación del terreno y de los elementos presentes en él. Los datos adquiridos fueron consignados en el formato de campo para captura de información de paisaje.

Tabla 1.20. Valoración de visibilidad

VISIBILIDAD	LONGITUD DE CAMPO VISUAL (KM)	CARACTERÍSTICAS
Corta	0 a 1	El observador tiene una participación directa y percibe todos los detalles inmediatos.
Media	1 a 3	Las individualidades del área se agrupan para dotarla de carácter. Es la zona donde los impactos visuales producidos por las actuaciones son mayores.
Larga	3 a 10	Se pasa del detalle a la silueta. Los colores se debilitan y las texturas son casi irreconocibles.

Fuente: Morláns, 2005



#### 1.5.2.12.1.6 Calidad del paisaje

La calidad de un paisaje está relacionada con la mayor o menor presencia de valores estéticos, lo que está sometido a una fuerte subjetividad (Morláns, 2005), igualmente se refiere al grado de excelencia de este, su mérito para no ser alterado o destruido o de otra manera, su mérito para que su existencia y su estructura actual se conserve (Cifuentes, 1979 en Solari & Carzola, 2009).

El paisaje como cualquier otro elemento tiene un valor intrínseco y su calidad se puede definir en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que calificará la belleza del paisaje (Cifuentes, 1979 en Solari & Carzola, 2009).

En este sentido se utilizó para la evaluación de cada una de las unidades del paisaje del presente estudio, la metodología de categorías estéticas del Bureau of Land Management (1986) de Estados Unidos (Tabla 1.21). Método que parte de la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, con el fin de determinar la calidad de cada una de ellas y comparar las mismas a través de la tabla de evaluación referida en la Tabla 1.22.

**Tabla 1.21. Criterios de valoración y puntuación de calidad visual**

COMPONENTE	DEFINICIÓN	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
Morfología	Se valora en función del desnivel y la complejidad topográfica.	Relieve muy montañoso, marcado y prominente o bien relieve de gran variedad superficial o muy erosionado, o bien presencia de algún rasgo muy singular y dominantes. 5	Formas erosivas o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales. 3	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular. 1
Vegetación	Una mayor presencia de vegetación, con baja homogeneidad de su estructura y composición y cercana a la original (vegetación autóctona y cultivos tradicionales), está asociada a una mejor calidad del paisaje	Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesante. 5	Alguna variedad en la vegetación pero solo uno o dos tipos. 3	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación. 1
Agua	La presencia de agua limpia y clara constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Este factor determina algunas dinámicas de la comunidad por la obtención de recursos (agua y peces) o el desarrollo de actividades de esparcimiento.	Factor dominante en el paisaje, limpia y clara, (rápidos y cascadas) o láminas de agua en reposo. 5	Agua en movimiento o reposo pero no dominante en el paisaje. 3	Ausente o presente, pero no sensible. 0
Color	Se considera el conjunto del color de los componentes básicos del paisaje (ej: suelo, rocas, vegetación, entre otros). El factor clave que se evalúa, son la variedad, el contraste y la armonía	Riqueza en combinación, variedad y colores vivos, o contraste placentero de suelo, roca, vegetación y agua. 5	Alguna variedad e intensidad en los colores y contrastes de suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante. 3	Muy poca variación de color o contraste, tonos apagados. 1
Influencia de los escenarios adyacentes	Se refiere al aporte de espacios que por sus características otorgan un	El paisaje circundante potencia mucho la calidad	El paisaje circundante incrementa moderadamente la	El paisaje adyacente no ejerce influencia

COMPONENTE	DEFINICIÓN	CRITERIOS DE VALORACIÓN Y PUNTUACIÓN		
	importante grado de valor estético, se refiere a la belleza de los elementos que los conforman y que en su conjunto despiertan el interés como escenarios apreciables.	visual.  *5+	calidad visual en el conjunto.  3	en la calidad del conjunto.  0
Rareza	Singularidad o particularidad del paisaje en la región o su representatividad a escala local y regional	Único o poco corriente o muy raro en la región, posibilidad de contemplar fauna y vegetación excepcional. 6	Característico, o aunque similar a otros en la región.  2	Bastante común en la Región.  1
Modificaciones culturales	Un mayor grado de intervención humana determina una menor calidad en los elementos estructurales del paisaje	Modificación favorable a la variedad visual, que promueve la armonía visual. 2	Pequeñas modificaciones, no variedad visual del área o introducción de elementos no discordantes. 0	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica. -4

\*Una calificación mayor a 5 puede ser generada, soportada por una justificación.  
 Fuente: BML, 1986.

**Tabla 1.22. Clasificación de la calidad visual**

CLASE	DESCRIPCION
Clase A	Áreas de calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes (Puntaje del 19-33).
Clase B	Áreas de calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color y línea, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (Puntaje del 12-18).
Clase C	Áreas de calidad baja, con muy poca variedad en la forma, color, línea y textura (Puntaje de 0-11).

Fuente: Definido a partir de BML, 1986.

#### 1.5.2.12.1.7 Capacidad de absorción visual - fragilidad

La capacidad de absorción visual se entiende como la capacidad de recibir alteraciones sin que causen un deterioro de la calidad visual, a partir de la capacidad de absorción visual se observa la fragilidad visual de un paisaje donde a mayor capacidad de absorción visual menor fragilidad y a menor capacidad de absorción visual, mayor fragilidad del paisaje evaluado (Solari & Carzola 2009).

El conocer la fragilidad de una unidad de paisaje permite ver la susceptibilidad de la misma en cuanto a los cambios a los que se ha visto sometida, donde se evidencia que los lugares con mayor fragilidad, son las unidades que tienen mayor transformación humana.

Para determinar la capacidad de absorción visual y con ello la fragilidad o la susceptibilidad de las unidades de paisaje del área de Influencia directa del proyecto, se ha aplicado la metodología formulada por Yeomans (1986), la cual evalúa y valora los factores contenidos en la Tabla 1.23, para lo cual se realizó la revisión en campo de cada una de las unidades de paisaje identificadas.

**Tabla 1.23. Criterios de valoración y puntuación de capacidad de absorción visual**

FACTOR	DESCRIPCIÓN	CONDICIONES	PUNTAJES	
			NOMINAL	NUMÉRICO
Pendiente (S)	Se considera que a mayor pendiente mayor fragilidad en el paisaje, ya que hay una exposición a las acciones y menor estabilidad.	Inclinado (Pendiente $\geq 55\%$ )	Bajo	1 (multiplicador)
		Inclinado suave (Pendiente 25-55%)	Moderado	2 (multiplicador)
		Relativamente plano (Pendiente)	Alto	3 (multiplicador)
Diversidad de vegetación (D)	Se refiere a la relación entre vegetación y superficie.	Áreas abiertas si o con poca vegetación	Bajo	1
		Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, área cultivada	Moderado	2
		Bosques y áreas seminaturales (Diversificada)	Alto	3
Estabilidad del suelo y erosionalidad (E).	Las áreas que presentan un mayor riesgo de erosión son más vulnerables a los impactos potenciales.	Restricción alta derivada de riesgo alto de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Bajo	1
		Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Moderado	2
		Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial.	Alto	3
Contraste suelo/vegetación (V)	El contraste de color entre el suelo y la vegetación, refleja la perturbación de un espacio, que genera estructuras disímiles entre sí.	Alto contraste visual entre suelo expuesto y vegetación adyacente	Bajo	1
		Moderado contraste visual entre suelo expuesto y vegetación adyacente (estéril, cultivado y diversos tipos de vegetación)	Moderado	2
		Bajo contraste visual entre suelo expuesto y vegetación adyacente	Alto	3
Potencial de regeneración vegetal (R)	La resiliencia de una unidad refleja la capacidad de la misma de responder a las perturbaciones.	Bajo potencial	Bajo	1
		Moderada regeneración o potencial de regeneración	Moderado	2
		Alta regeneración	Medio	3
Contrastes de Color (C)	El contraste de color, refleja la riqueza de elementos que componen el paisaje.	Alto contraste	Bajo	1
		Moderado contraste	Moderado	2
		Bajo contraste	Medio	3

Fuente: Yeomans, 1986

A partir de los puntajes resultantes de la evaluación en campo desarrollada se calculó la Capacidad de Absorción Visual con la siguiente fórmula:

$$CAV = S \times (E+R+D+C+V)$$

Las escalas de calificación contenidas en la Tabla 1.24, se desarrollaron para el área de Influencia directa del proyecto, según el análisis social y natural de las unidades de

paisaje. La Fragilidad de un paisaje se analiza bajo el concepto contrario tal como se explicó anteriormente.

**Tabla 1.24. Clasificación de la capacidad de absorción visual**

TIPO	ESCALA
Bajo	$\leq 20$
Moderado	20-40
Alto	$\geq 40$

Fuente: Definido a partir de Yeomans, 1986

#### **1.5.2.12.1.8 Percepción social del paisaje**

Cada observador distingue particularidades únicas del paisaje, a partir de la relación que tiene con el mismo. Es por esta razón, que se realizó la formulación de una herramienta de captura de información de la comunidad presente en el área de estudio, a través de la estructuración de una encuesta que tuvo como objetivo capturar la percepción de una muestra de la comunidad acerca de las unidades más características del área, definidas por mayor distribución y/o rareza. Esta observación fue evaluada por los miembros de la comunidad a partir de tres características, belleza, calidad e importancia cultural. La belleza identificada como aquel sentimiento que le produce al entrevistado la interacción con dicha unidad; la calidad, vista principalmente al estado actual en el que considera la persona se encuentra la unidad y la importancia cultural a partir del rol que la misma cumple dentro de procesos productivos o de bienes y servicios ambientales que provee a los individuos que allí habitan.

En referencia, estas tres variables evaluadas permitieron identificar los sentimiento de pertenencia o apropiación de la unidad, la condición actual de las unidades y la importancia que éstas tienen para las actividades cotidianas que lleva a cabo la comunidad, a través de una escala arbitraria definida previamente de alto (3), medio (2) y bajo (1) según la cual el entrevistado pudo calificar cada unidad, de manera que permitió una cuantificación de las respuestas.

Adicionalmente se recogieron las observaciones de la comunidad al respecto de cada unidad, con el fin de registrar su conocimiento de pérdida, cuidado, uso y contaminación de unidades de paisaje, así como las causas de las modificaciones, información que fue utilizada como un insumo para el análisis de las respuestas obtenidas.

Finalmente los resultados arrojados por la evaluación de la percepción social, se computaron y evaluaron a partir de la siguiente escala: Alta (9–7), Media (6 – 5) y baja (4-3), con el fin de establecer un análisis en conjunto de la percepción social de las unidades establecidas.

#### **1.5.2.12.1.9 Identificación de elementos discordantes**

Corresponde a aquellos elementos que restan valor al paisaje, generalmente asociados a elementos antrópicos que se encuentran poco o nada integrados al medio en el que son

introducidos, que no presentan ningún valor cultural o histórico como: carreteras, canteras, estructuras industriales modernas, entre otras (Grijota, 2012).

A través de los recorridos en campo se identificaron aquellos elementos discordantes con el paisaje natural, los cuales fueron fotografiados y georreferenciados para su posterior listado y análisis con respecto al paisaje en general del EIA.

#### **1.5.2.12.1.10 Identificación los sitios de interés paisajístico**

Se identificaron los sitios de interés paisajístico a partir de la ficha social de captura de información y la aplicación de la encuesta de paisaje, donde se preguntó a los miembros de la comunidad por las áreas de interés para visitar, conocer o recomendar para frecuentar.

Esta estrategia de recolección de información de la comunidad permitió identificar los sitios específicos que la comunidad reconoce como importantes en su región como parte de eventos religiosos, áreas de recreación, lugares turísticos o en general sitios de interés que la comunidad o miembros de ella reconocen como zonas importantes para el disfrute.

Los sitios identificados fueron caracterizados en campo, en el cual se realizó el registro fotográfico y la captura de coordenadas de cada uno de ellos. Asimismo, se identificaron sitios de interés paisajístico por parte del equipo consultor teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Las vías de flujo de observadores (vías de navegación, carreteras, caminos, senderos).
- La disposición espacial de las unidades geomorfológicas (serranías, colinas, altillanuras, llanuras).
- La calidad y cantidad de cuerpos de agua en un buen estado (nacaderos y caños).
- La presencia de hábitat y parches singulares con presencia de fauna.
- Cobertura vegetal y áreas de transición entre ecosistemas –ecotónos-.
- Las referencias plasmadas por los participantes –comunidades- en la herramienta de valoración social de la calidad del paisaje.

#### **1.5.2.12.1.11 Descripción del proyecto dentro del componente paisajístico de la zona**

A partir de los análisis de calidad y fragilidad del paisaje se establecieron áreas de mayor sensibilidad, así como las áreas de interés paisajístico, que fueron evaluadas bajo el criterio de potencial arqueológico y cultural como la mayor calificación en la zonificación ambiental del área de influencia directa, lo que hace parte de las variables evaluadas para el análisis del proyecto EIA para el proyecto La Loma 500 kV y sus líneas de transmisión asociadas, con el fin de identificar los probables impactos negativos para los cuales se deba desarrollar herramientas de planificación adecuadas que busquen prevenir, mitigar y compensar los mismos.

### 1.5.3 Metodologías para el medio biótico

#### 1.5.3.1 Flora

La metodología para el componente flora del presente estudio de impacto ambiental fue planteado de acuerdo con los Términos de Referencia del Sector Energía emitidos por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, denominado "*Estudio de Impacto Ambiental para el tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión (subestaciones) que se proyecte y operen a tensiones iguales o superiores a 220 kV (LI-TER-1-01)*".

##### 1.5.3.1.1 Consulta de información secundaria

Las actividades preliminares de consulta de información secundaria para la caracterización del componente flora fueron:

- Compilar información secundaria y cartográfica del área de interés que permitió generar un mapa preliminar de cobertura vegetal con base en la metodología CORINE LAND COVER adaptada para Colombia, determinando los sitios de interés para el componente de flora dentro del área de influencia indirecta (All) del proyecto, en donde se dispusieron al azar los posibles sitios para la ubicación de las parcelas de caracterización de flora, con base en el Ortofotomosaico proporcionado por la EEB.
- Identificar las zonas de vida en el área de influencia indirecta (All) del proyecto de acuerdo principalmente con la información climatológica del IDEAM y la información ambiental de otras entidades como el IGAC, el IAVH, entre otros. De la misma forma se identificaron los ecosistemas terrestres de acuerdo a la metodología utilizada en el Mapa de Ecosistemas continentales, costeros y marinos del IDEAM et al (2007<sup>5</sup>).
- Con base en información secundaria se pudo determinar también las características de composición y estructura de los diferentes tipos de cobertura vegetal presentes en el All del proyecto.
- Se identificaron y delimitaron cartográficamente los ecosistemas sensibles y las áreas naturales protegidas que se pudieran presentar en el All del proyecto. Para esto, se consultaron documentos y/o cartografía referente al tema de fuentes como: el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS); el Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia (SPNN); la Corporación Autónoma Regional del

---

<sup>5</sup>IDEAM, IGAC, IAvH, Invermar, I. Sinchi e IIAP. 2007. Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andreis e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. Bogotá, D. C., 276 p. + 37 hojas cartográficas.

Cesar (CORPOCESAR); la Asociación de la Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR); el Sistema de Información de Alertas Tempranas de Conservación Internacional Colombia (Tremarctos – Colombia 2.1); The Nature Conservancy (Herramienta de Gestión Ambiental Colombia); el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia del Instituto Alexander Von Humboldt; Birdlife International (Áreas de Agua Dulce claves para la Biodiversidad, Áreas Importantes para Aves y Áreas Endémicas para Aves) y el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia del IDEAM, IGAC, IAVH, INVEMAR, SINCHI, entre otros.

### **1.5.3.1.2 Trabajo de campo**

Durante la fase de campo, se desarrolló la verificación de las coberturas vegetales interpretadas en la oficina (según la metodología CORINE LAND COVER), realizando recorridos en el área con la ayuda de un GPS Garmin Oregón de mediana precisión (menor a 33 pies o 10 metros) y corroborando en campo los tipos de coberturas en el AID del proyecto.

Con el apoyo de la información cartográfica básica de vías, centros poblados y curvas de nivel principalmente, se definieron las rutas de verificación tomando como criterios: recorrido de las coberturas de mayor interés, para el caso del proyecto el interés se concentró en las coberturas naturales; el fácil acceso a la zona; la maximización del tiempo de los recorridos para lograr obtener datos de coberturas georreferenciadas, pero también poder caracterizar florísticamente las coberturas naturales de la zona.

#### **1.5.3.1.2.1 Selección de sitios para caracterización de flora**

Para realizar la caracterización florística de la cobertura de pasto arbolado, identificada en el área de influencia directa (AID) del proyecto, de manera aleatoria se ubicaron tres (3) parcelas de muestreo para fustales y 08 para latizales. Las parcelas de fustales se encuentran dentro del AID, mientras que tres (3) de latizales se ubicaron en el AID y cinco (5) en el All biótica del proyecto.

#### **1.5.3.1.2.2 Individuos arbóreos a caracterizar**

Para la caracterización de individuos arbóreos se utilizó la información del inventario forestal al 100%, el cual se describirá más adelante y que se desarrolló en el área de intervención del proyecto; para los demás estadios de crecimiento de la vegetación, se realizó caracterización mediante parcelas de Gentry. A continuación se describe de manera detallada la metodología de la caracterización mediante parcelas de Gentry y del inventario al 100%.

- Caracterización mediante parcelas de Gentry

Dentro cada una de las parcelas se realizó un inventario forestal al 100% a los árboles registrando información referente a nombre común y científico, altura de la planta (Total y

comercial), DAP (cm), estado fitosanitario, estado físico, uso de la especie, presencia de riesgos biológicos (abejas, avispas, hormigas, etc.) entre otras características, teniendo en cuenta que para fustales se tienen los datos del inventario forestal al 100%, dicha información quedó plasmada en los “Formatos de caracterización de latizales y brinzales por cobertura mediante parcelas de Gentry” que se presenta posteriormente. La Tabla 1.25, resume la metodología para la caracterización de la vegetación mediante las parcelas de Gentry, presentando las características de las categorías arbóreas muestreadas, el tamaño de parcela y las variables dasométricas que se recolectaron según las categorías de tamaño que se caracterizaron:

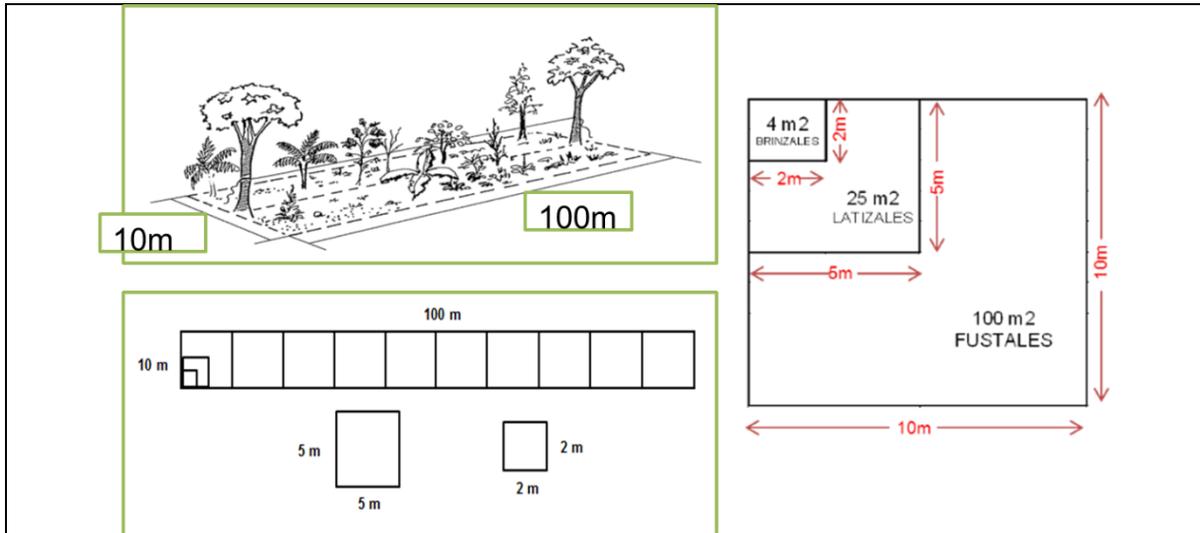
**Tabla 1.25. Metodología para caracterización de vegetación por parcelas de Gentry**

CATEGORÍA	CARACTERÍSTICAS	TAMAÑO PARCELA SUGERIDO	VARIABLES A RECOLECTAR	ANÁLISIS A EFECTUAR
Fustales	Individuos con DAP mayor a 10 cm	Información del inventario forestal al 100%	Especie (Nº Individuos) DAP Altura Diámetro de Copa	Composición Florística Dominancia Frecuencia Abundancia Estructura Horizontal y Vertical IVI - IVIA Índices de Diversidad
Latizales	Individuos con DAP menor a 9,9 cm y altura mayor a 1,5 metros	100 x 10 m	Especie (Nº Individuos) Altura DAP	Composición Florística Frecuencia Abundancia Índices de Diversidad Regeneración natural
Brinzales	Individuos menores a 9,9 cm DAP y altura entre 0,3 m y 1,50 m	2 x 2 m	Especie (Nº Individuos)	Composición Florística Frecuencia Abundancia Índices de Diversidad Regeneración natural

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Los términos de referencia LI-TER-1-01 (Min. Ambiente 2006) para el presente EIA, plantean un mínimo de tres (3) parcelas por cobertura vegetal según la zona de vida y el estado sucesional; éstas parcelas se realizaron en la cobertura vegetal dentro del AID del proyecto, al cual se localiza en su totalidad dentro de la misma zona de vida.

En este sentido y para cumplir con los términos, para fustales se tomaron los datos del inventario forestal al 100%, el cual se describirá próximamente en este mismo documento. Para latizales altos y bajos se muestreó un área de 0,1 hectáreas (100 x 10 metros) y en cada parcela de brinzales se muestreó un área de 0,0004 hectáreas (2 x 2 metros), se establecieron un total de 08 parcelas para latizales y brinzales las cuales se localizaron así: tres (3) en el AID y cinco (5) el AII biótica (Ver Figura 1.8).



**Figura 1.8. Esquema dimensiones de las parcelas de muestreo de flora**  
Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015

A continuación se presentan los formularios que se utilizaron para la recolección de información en las parcelas de caracterización.

ENERGIA de Bogotá		OFICINA CENTRAL - BOGOTÁ			COFOREST SAS	
FORMATO CARACTERIZACIÓN DE LATIZALES POR COBERTURA MEDIANTE PARCELAS DE GENTRY						
PROYECTO EIA LA LOMA UPME-01-2014						
FECHA	04/05/2015	VERSIÓN	0.1	Página	de	
<b>CARACTERIZACIÓN DE LATIZALES ALTOS POR COBERTURA MEDIANTE PARCELAS DE GENTRY</b>						
Departamento		Municipio		Vereda		
Responsable		Fecha		Categoría de árbol	Latizales Altos (DAP entre 5,5 y 9,9 cm y altura > 1,5 metros)	
Auxiliar de campo		Parcela No.		Tamaño de parcela	10 x 10 m	
Cobertura Vegetal		Coordenada Inicio	E: N:	Coordenada Fin	E: N:	
Predio				Observaciones		
Cod. Arbol	Nombre regional y/o científico	DAP (cm)	Altura Total (m)	Observaciones / Usos		

ENERGIA de Bogotá		OFICINA CENTRAL - BOGOTÁ			COFOREST SAS	
FORMATO CARACTERIZACIÓN DE BRINZALES POR COBERTURA MEDIANTE PARCELAS DE GENTRY						
PROYECTO EIA LA LOMA UPME-01-2014						
FECHA	04/05/2015	VERSIÓN	0.1	Página	de	
<b>CARACTERIZACIÓN DE BRINZALES POR COBERTURA MEDIANTE PARCELAS DE GENTRY</b>						
Departamento		Municipio		Vereda		
Responsable		Fecha		Categoría de árbol	Brinzales (Individuos DAP < 9,9 cm y altura entre 0,3 y 1,50 m)	
Auxiliar de campo		Parcela No.		Tamaño de parcela	2 x 2 m	
Cobertura Vegetal		Coordenada Inicio	E: N:	Coordenada Fin	E: N:	
Predio				Observaciones		
Cod. Arbol	Nombre regional y/o científico	DAP (cm)	Altura Total(m)	Observaciones/ Usos		

➤ Inventario de aprovechamiento forestal

Los LI-TER-1-01 (Min. Ambiente 2006), establecen que para el aprovechamiento forestal que se requiera para el desarrollo del proyecto, se debe realizar un inventario estadístico de las superficies boscosas que requieren ser removidas, mediante un muestreo estratificado al azar, con una intensidad de muestreo del 5% para fustales con diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a los 10 cm y del 2% para latizales con diámetros entre

los 5 y 10 cm o alturas entre los 1.5 y 3.0 m. Dicho muestreo debe contar con una confiabilidad del 95% y un error de muestreo inferior al 20% del volumen total a remover. No obstante, con el fin de contar con datos exactos del volumen de madera a aprovechar, se realizó un inventario forestal con intensidad del 100% (censo forestal) para fustales y para el caso de los latizales, se realizó un muestreo con intensidad del 2% mediante parcelas Gentry con lo cual se cumple a cabalidad los requerimientos de los términos de referencia, así como lo establecido en el Decreto 1791 de 1996 del Ministerio del Medio Ambiente para aprovechamientos únicos<sup>6</sup>.

La información que se registró para cada uno de los árboles inventariados fue: Código del árbol, nombre común, DAP, altura total, altura comercial, diámetro de copa, coordenadas de ubicación y demás observaciones relevantes. Dicha información se consignó en el formulario que a continuación se presenta.

		OFICINA CENTRAL - BOGOTÁ									
		FORMATO INVENTARIO FORESTAL AL 100%									
		PROYECTO EIA LA LOMA									
		FECHA	18/09/2015	VERSIÓN	0.1	Página	de				
<b>CARACTERIZACIÓN DE FUSTALES POR COBERTURA MEDIANTE PARCELAS DE GENTRY</b>											
Departamento		Municipio		Vereda							
Responsable		Fecha		Categoría de árbol							
Auxiliar de campo		Tramo		Predio / Propietario							
Cobertura Vegetal		Coordenada Inicio	E: N:	Coordenada Fin	E: N:						
Observaciones											
Cod. Arb	Nombre regional y/o científico	DAP (cm)			Alturas (m)		Diámetro Copa (m)		Coordenadas		Observaciones
					Comercial	Total	X	Y	E	N	

### 1.5.3.1.2.3 Recolección de información en campo

Las variables registradas en los formatos de campo correspondieron a: DAP (diámetro a la altura del pecho, en centímetros), altura total (con ayuda de un clinómetro) y la altura hasta la primera rama o altura comercial (en metros), proyecciones X y Y de las copas (en metros) y nombre común del individuo; para la primera variable, se utilizó una cinta diamétrica y la medida se tomó a una altura de 1,30 metros a partir de la base de los árboles. En la Foto 1.3 se muestran los principales materiales usados para la caracterización de las parcelas forestales.

<sup>6</sup> Los aprovechamientos únicos son los que se realizan por una 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 social. Los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque.



Foto 1.3. Materiales de campo usados en la caracterización de las parcelas forestales  
Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015

Para efectos del presente Estudio de Impacto Ambiental, los términos de referencia LITER-1-01 incluyen la realización de perfiles de vegetación vertical y horizontal por cobertura vegetal. En este sentido, se realizó la ubicación de cada individuo fustal, tomado con ayuda de un GPS Garmin Oregon de mediana precisión (menor a 33 pies o 10 metros); de esta manera, la posición del individuo quedó registrada y la información tomada, servirá de ayuda para monitoreos posteriores.

Para latizales y brinzales se georeferenciaron las parcelas y se registró el número de especies, información con la cual se determinó la composición florística y la abundancia, del mismo modo, se cuantificaron las especies por parcela para hallar la frecuencia. Para categorizar los latizales altos y bajos, se registraron valores de alturas (en metros) y DAP (en centímetros); esta información se utilizó para generar los índices de diversidad.

#### 1.5.3.1.2.4 Toma de muestras botánicas para identificar especies

En el presente estudio, para las especies muestreadas en el área de influencia directa del proyecto, no fue necesario realizar colecta y llevar muestras a identificación en herbario certificado, ya que la identificación se realizó en campo.

#### 1.5.3.1.2.5 Altura de los árboles

La medición de la altura total se realizó por parte de un Ingeniero Forestal con experiencia en la estimación de alturas con el apoyo de un clinómetro manual.

### **1.5.3.1.3 Procesamiento de información y resultados**

#### **1.5.3.1.3.1 Composición florística y especies amenazadas o en veda**

Luego de terminada la fase de campo (identificación de individuos y registro de variables dasométricas de los individuos), se determinó la clasificación taxonómica y/o composición florística de los ejemplares inventariados definiendo Familia, Nombre Científico y Nombre Común.

Una vez finalizada la determinación de la composición florística de las coberturas vegetales del área de influencia directa del proyecto, se compararon las especies encontradas con los registros de especies en categoría de amenaza Nacionales e Internacionales según el listado de los Libros Rojos de Especies Amenazadas, la Resolución 0383 del 23 de febrero de 2010 modificado por la Resolución 0192 de febrero de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la lista roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la lista de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres (CITES).

En cuanto a la revisión e identificación de las especies de flora vedadas en el área de estudio, se analizaron las siguientes normas de veda nacional: Resolución 0316 de 1974 (INDERENA) de varias especies forestales, Resolución 0213 de 1977 (INDERENA) sobre epifitas, Resolución 0801 de 1977 (INDERENA) de Helechos y algunas Palmas. De la misma forma se realizó la revisión de la normatividad regional de la Corporación Autónoma Regional del Cesar (CORPOCESAR) referente a la veda de especies de flora.

#### **1.5.3.1.3.2 Análisis de la estructura vertical y horizontal de las coberturas vegetales**

A partir de la información dasométrica recolectada en los formatos de campo para fustales, latizales y brinzales se realizó en hojas de cálculo Excel la caracterización de cada cobertura vegetal, la cual incluyó: análisis vertical y horizontal, índices de valor de importancia, análisis de regeneración natural, índices de riqueza e índices de diversidad de especies.

A continuación se presentan las generalidades para cada uno de estos componentes de la caracterización de la vegetación:

##### *Estructura Vertical*

Con base en los datos recolectados en los formularios de campo referentes a la altura comercial y total de los individuos inventariados se plasmó un gráfico de Ogawa la altura de la primera ramificación y la altura total, cada uno en uno de los ejes X y Y.

Para este análisis vertical se definieron unas clases altimétricas mediante la correlación del número de individuos por el estrato vertical tomando en cuenta los siguientes estratos

verticales planteados por Rangel y Lozano (1986<sup>7</sup>): rasante <0,3 m; herbáceo 0.3-1,5 m; arbustivo 1,5-5 m; subarbóreo o de arbolitos 5-12 m; arbóreo inferior 12-25 m y arbóreo superior >25 m.

### Estructura Horizontal

El análisis horizontal de la vegetación se llevó a cabo calculando la abundancia, la frecuencia, la dominancia e Índice de Valor de importancia (IVI), basados en los datos recopilados en campo y utilizando las siguientes formulas (Ministerio de Ambiente, 2002<sup>8</sup>):

➤ **Abundancia:**

A. Absoluta:  $N^{\circ}$  individuos por especie

A. Relativa:  $(N^{\circ}$  individuos por especie /  $N^{\circ}$  individuos área muestreada) x 100

➤ **Frecuencia:**

F. Absoluta:  $(N^{\circ}$  unidades muestreo en que ocurre una especie /  $N^{\circ}$  total unidades muestreo) x 100

F. Relativa: (F. Absoluta de especie / Suma total de F. Absolutas) x 100

➤ **Dominancia:**

D. Absoluta: Sumatoria áreas basales de la misma especie en cada unidad de muestreo

D. Relativa:  $(\text{Área basal por especie} / \text{Área basal total en el área muestreada}) \times 100$

➤ **Índice de Valor de Importancia (IVI):**

IVI = Sumatoria de Abundancia, Frecuencia y Dominancia Relativas

➤ **Clases diamétricas:**

Los individuos inventariados fueron categorizados según su DAP en las siguientes clases diamétricas (Ver Tabla 1.26).

---

<sup>7</sup>RANGEL, J. O y G. LOZANO 1986. "Un perfil de vegetación entre La Plata (Huila) y el Volcán Puracé", Caldasia 14 (68-70): 53-547.

<sup>8</sup> Ministerio de Ambiente, 2002. Guías Técnicas para la ordenación y el manejo sostenible de los bosques naturales. Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) – Asociación Colombiana de Reforestadores.

**Tabla 1.26. Clases diamétricas**

CLASE DIAMÉTRICA	INTERVALO
I	10 cm - 20 cm
II	21 cm - 30 cm
III	31 cm - 40 cm
IV	41 cm - 50 cm
V	51 cm - 60 cm
VI	61 cm - 70 cm
VII	71 cm - 80 cm
VIII	81 cm - 90 cm
IV	91 cm - 100 cm
X	101 cm - 110 cm

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

A partir de esta información se realizó una gráfica relacionando el número de individuos en cada categoría por especie.

### Análisis de Regeneración Natural

Para el análisis de la regeneración natural, se aplicó lo referente a la composición florística, la frecuencia y la abundancia del componente de estructura horizontal.

En este ítem también se incluyó el parámetro de la regeneración natural relativo (RN%) para cada especie el cual se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:

$$RN\% = Ar\% + Fr\% + Ct\% / 3$$

Donde:

Ar%: Abundancia Relativa

Fr%: Frecuencia Relativa

Ct%: Categoría de Tamaño (si la especie se presenta en las dos categorías latizales y brinzales = 100%, si se encuentra en una sola de las dos = 50%)

### Índices de Riqueza y Diversidad de Especies

#### ➤ Índice de Menhinick

Es la relación existente entre número de individuos y de especies; su relación con el cociente de mezcla es directa, pero se expresa diferente.

$$\text{Índice de Menhinick} = N^{\circ} \text{ Especies} / \sqrt{N^{\circ} \text{ árboles}}$$

#### ➤ Índice de Margalef

Este índice es una medida utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función

del número de individuos existentes en la muestra analizada. La fórmula utilizada para calcular este índice es la siguiente:

$$I = (s-1) / \ln N$$

Donde:

I: Biodiversidad

s: número de especies presentes

N: número total de individuos encontrados (de todas las especies)

Ln: logaritmo neperiano de un numero

#### ➤ Índice de Diversidad de Simpson

El índice de Simpson es una medida de la dominancia que se enfatiza en las especies más comunes y refleja mucho mejor la riqueza de especies. El índice de Simpson se refiere a la probabilidad que dos (2) individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Para la interpretación de los valores del índice de Simpson se hace necesario obtener su recíproco con  $1/D$  ó  $1-D$ .

$$D = \sum p_i^2$$

Dónde:  $p_i = n_i/N$

$n_i$  = número de individuos por especies

$N$  = número total de individuos.

Según esto,  $p_i$  = abundancia proporcional (Ab. Relativa en tanto por uno)

#### ➤ Índice de diversidad de Shannon

La implementación de este índice contribuye a la cuantificación de probabilidades que dos individuos seleccionados aleatoriamente en una comunidad determinada pertenezcan a una misma especie, con lo cual se puede decir que mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo será indicador de una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes.

$$H^* = - \sum p_i \cdot \ln p_i$$

Dónde:  $p_i = n_i/N$

$n_i$  = número de individuos por especies

$N$  = número total de individuos

Según esto,  $p_i$  = abundancia proporcional (Ab. Relativa en tanto por uno)

### 1.5.3.1.3.3 Determinación de los volúmenes de madera comercial y total

Para el caso particular de fustales se realizó un inventario forestal al 100% de las áreas donde se requiere aprovechamiento forestal por parte del proyecto. De la misma forma las

parcelas de caracterización de Gentry también aportaron un estimativo del volumen comercial y total de madera por especie y por tipo de cobertura vegetal.

Con base en las siguientes variables dasonómicas capturadas en los formatos de campo: Diámetro a la altura del pecho (DAP) en metros, número de fustes y altura comercial y total en metros; se calcularon los volúmenes comerciales y totales de madera mediante las siguientes fórmulas:

#### Diámetro medio cuadrático (DAP en metros)

Para calcular el DAP en metros de un individuo con más de un fuste se utilizó la siguiente fórmula:

$$DMC = \frac{\sqrt{(d1) + (d2) + (d3) + \dots (dn)}}{100}$$

Donde:

DMC: Diámetro medio cuadrático (DAP en metros)

d1, d2, d3 ... dn : DAP en metros de los diferentes fustes del árbol

Definición de Factor Forma = 0,6: Definido según el Acuerdo 007 del 21 de mayo del 2009 de la Corporación Autónoma Regional del Alto Magdalena para especies nativas y el Factor Forma Cónico de la Guía para la Cubicación de Maderas del Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia del 2013 de ASOCARS, Ministerio de Ambiente, con el apoyo de la Unión Europea

#### Volumen Comercial de madera (m<sup>3</sup>)

$$VC = \frac{\pi}{4} \times Dmc^2 \times Nf \times Hc \times Ff$$

Donde:

VC: Volumen Comercial (m<sup>3</sup>)

Dmc: Diámetro Medio Cuadrático (DAP en metros)

Nf: Número total de fustes del árbol

Hc: Altura comercial del árbol en metros

Ff: Factor Forma (0,6)

#### Volumen Total de madera (m<sup>3</sup>)

$$VT = \frac{\pi}{4} \times Dmc^2 \times Nf \times Ht \times Ff$$

Donde:

VT: Volumen Total ( $m^3$ )

Dmc: Diámetro Medio Cuadrático (DAP en metros)

Nf: Número total de fustes del árbol

Ht: Altura total del árbol en metros

Ff: Factor Forma (0,6).

### 1.5.3.2 Epífitas vasculares y no vasculares

A continuación se muestran los diferentes métodos utilizados para realizar la caracterización de epífitas en el AID del proyecto.

#### 1.5.3.2.1 Consulta de información secundaria

Se realizó una consulta de diversas fuentes de información secundaria correspondiente a las especies de los principales grupos de epífitas registrados por otros autores en el área de estudio o áreas aledañas, tales como líquenes, briofitos s.l., helechos, orquídeas, bromelias, aráceas, pasifloras y otras especies de habito epifito que actualmente se encuentran catalogadas en algún grado de amenaza o en estado de veda por las autoridades ambientales nacionales.

Además se realizó una búsqueda avanzada en la colección en línea del Herbario Nacional Colombiano (COL), utilizando como criterios de búsqueda los municipios comprometidos dentro del AID y los siguientes grupos botánicos:

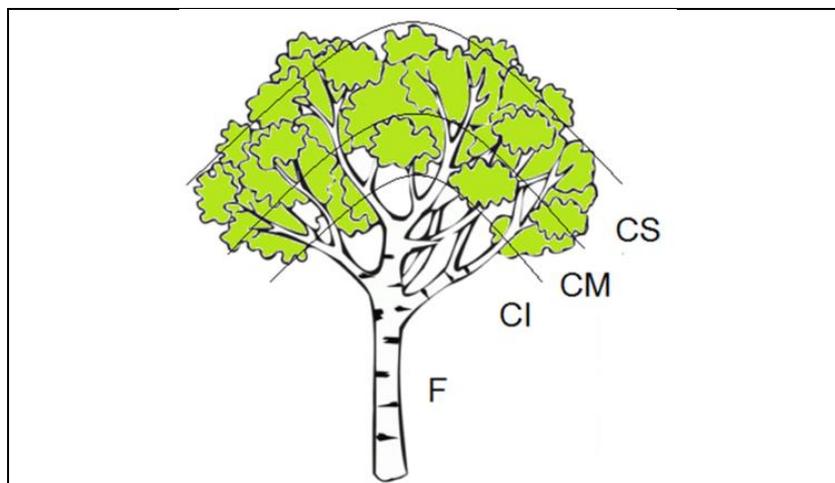
- Ascolichenes, Basidiolichenes Hypholichenes
- Marchantiophyta, Anthoceroophyta, Bryophyta, s.s.
- Pteridophyta
- Araceae, Bromeliaceae, Cyclanthaceae, Dioscoreaceae, Orchidaceae, Smilacaceae.
- Cactaceae, Lamiaceae, Loranthaceae, Passifloraceae.

Igualmente se realizó la búsqueda de artículos científicos y documentos técnicos con información confiable acerca de registros de especies de estos grupos de epífitas en el área de estudio o áreas aledañas, tales como municipios dentro y fuera del AID del proyecto donde se llevaron a cabo estudios relacionados con epifitismo, con un radio no mayor a 100 kilómetros desde el área de estudio. Luego de la búsqueda de información secundaria, se encontraron algunos artículos científicos relacionados con epífitas en áreas aledañas, tales como "Análisis florístico y fitogeográfico de ambientes asociados al complejo de ciénagas de Zapatosa (Cesar) en el Caribe colombiano (Castro 2012)", "Líquenes cortícolas en el Caribe Colombiano (Rincón *et al.*, 2011)", "El Bosque seco Tropical Bs-T en Colombia (Instituto Alexander von Humboldt, 1998)". Además, se tuvieron en cuenta algunas resoluciones emitidas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para proyectos varios realizados dentro del área de estudio y/o áreas aledañas, tales como Resoluciones referentes a tramos cercanos al proyecto "Ruta del Sol".

### 1.5.3.2.2 Trabajo de campo

Para la caracterización de epífitas (vasculares y no vasculares) dentro del AID del proyecto, se evaluaron todos los árboles (forófitos) con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $\geq 10$ cm. Cada uno de los forófitos seleccionados fue georreferenciado empleando un GPS Garmin 62s y en ellos, se evaluó la presencia de epífitas (vasculares y no vasculares) de la siguiente manera:

Para las *epífitas vasculares* se realizó un conteo y registro del número de individuos por cada morfoespecie presente en cada forófito; se tomaron datos sobre su estado fenológico y el estrato arbóreo sobre el cual se encontraban ubicados los individuos epífitas teniendo en cuenta la distribución de estratos propuesta por Monfoort & Ek (1990) y que se muestra en la Figura 1.9. Este proceso se realizó con ayuda de binoculares para tener mayor certeza en la identidad de cada individuo. Cabe resaltar que, se tuvo a la mano guías de campo (ilustradas) referentes a epífitas, así como listados y fotografías de especies registradas en otros estudios realizados en zonas cercanas al AID, All y/o áreas aledañas con un radio no mayor a 100 kilómetros, con el fin de tener una mayor certeza al momento de identificación y determinación taxonómica directa en campo. Sin embargo, en algunos casos particulares donde se encontraron individuos que presentaron dificultad para su identificación, se tomaron fotografías de dicho individuos en varios estados fenológicos, lo que permitió, posteriormente en herbario, su determinación taxonómica.

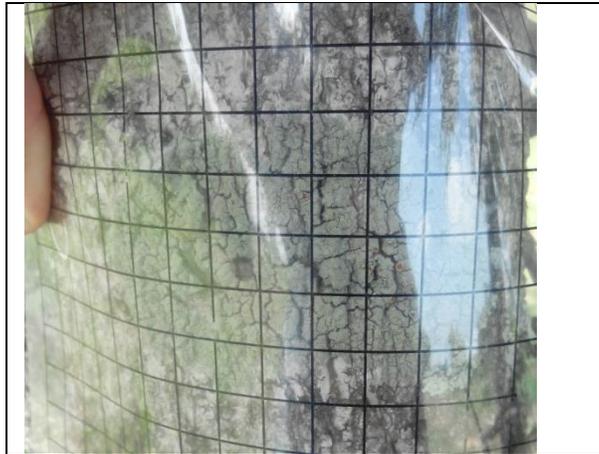


**Figura 1.9. Esquema de la distribución de estratos arbóreos del forófito**  
 Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015

Nota: (F) Fuste; (CI) Copa inferior; (CM) Copa media; (CS) Copa superior.

Para las *epífitas no vasculares* se determinó la cobertura (en  $\text{cm}^2$ ) de cada morfoespecie utilizando una plantilla de acetato de  $30 \times 30$ cm con cuadrículas de  $1 \text{ cm}^2$ , en la cual se realizó el conteo del número de cuadrículas ocupadas por cada morfoespecie para determinar su cobertura, como se muestra en la Foto 1.4, siguiendo la metodología de Uribe & Orrego (2002), pero modificando las cuadrículas de conteo, ya que estos autores utilizan cuadrículas de  $16 \text{ cm}^2$ . Este proceso se realizó entre los 0 y 2 m de altura del

tronco de cada uno de los forófitos, ubicando la plantilla en las cuatro direcciones cardinales a diferentes alturas, con el fin de obtener la mayor representatividad posible de morfoespecies y realizando un total de cuatro levantamientos por forófito, en los árboles cuya sección transversal no describen un patrón circular, si no que describen un patrón ovalado abrupto, este procedimiento solo se realizó una vez.



**Foto 1.4. Ubicación de la plantilla sobre el tronco del forófito para determinar el área de cobertura de las especies de epífitas no vasculares**  
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Cada morfoespecie de epífitas fue identificada en campo hasta la mínima categoría taxonómica posible. Además, se realizó un registro fotográfico y de características morfológicas útiles para la corroboración de la identidad de cada especie. Igualmente se registraron otros datos disponibles que ayudarán a una posterior ubicación de cada espécimen, como el número del forófito (asignado previamente en el inventario forestal) y sus coordenadas. Todos los registros de información en campo fueron diligenciados en un formato físico de campo aprobado previamente, los cuales fueron diligenciados debidamente y enviados diariamente a EBB. Ver Foto 1.5. Ver Anexo 5. Epífitas.



Posteriormente, cada morfoespecie se determinó hasta la mínima categoría taxonómica posible, a través de las claves taxonómicas de Bungartz (2002) para líquenes, Churchull & Linares (1995) para musgos, Uribe & Aguirre (1997) para hepáticas, y por comparación con las colección de referencia del Herbario de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y la colección en línea del Herbario Nacional Colombiano (COL). Para la determinación taxonómica de epífitas vasculares se utilizó la guía de familias y géneros de Gentry (1993), así como catálogos y registros de especies en artículos científicos y bases de datos.

### 1.5.3.2.3 Procesamiento de información y resultados

Para determinar la nomenclatura y clasificación de cada especie se consultaron las bases de datos del “The MycoBank” (V. Robert, G. Stegehuis and J. Stalpers. 2005. The MycoBank engine and related databases. <http://www.MycoBank.org>) para las especies de líquenes, y de “The Plant List” (2013). Version 1.1., para las epífitas vasculares.

Para determinar el estado de conservación, endemismo o veda de cada una de las especies de epífitas se consultaron la Resolución 0192 del 10 de febrero de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Resolución 0213 de 1977 del INDERENA, el Libro rojo de plantas de Colombia: Las bromelias, las labiadas y las pasifloras (Calderón *et al.* 2006), “The IUCN Red List of Threatened Species™” de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (2001). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. <http://www.iucn.org>, para las categorías de amenaza a nivel global y la base de datos del Convenio sobre el Comercio

Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres CITES, (2015). (<http://www.cites.org/esp/app/appendices.shtml/>).

Se determinó la composición total de especies de epífitas vasculares y no vasculares encontradas en el área de influencia directa del proyecto y se calculó el índice de riqueza específica (S) para los dos grupos de epífitas (vasculares y no vasculares), el cual consiste en cuantificar el número de especies encontradas en el estudio.

Para estimar la estructura de las comunidades de epífitas del área de estudio, se determinó la abundancia de individuos de las especies de epífitas vasculares, así como la frecuencia de cada una, al igual que se calculó la dominancia (área de cobertura) y la frecuencia de las especies de epífitas no vasculares. En ambos casos la frecuencia hizo referencia número de forófitos en los cuales se registró la especie.

A partir de estos datos se determinó el número de individuos de cada especie de epífitas vasculares y no vasculares dentro del AID del proyecto que van a ser afectadas durante el desarrollo del mismo.

Se calculó la diversidad  $\alpha$  (alfa) por medio de los índices de Simpson (como parámetro de dominancia) y de Shannon-Wiener (como parámetro de uniformidad), para cada uno de los grupos de epífitas evaluados, utilizando las siguientes formulas:

$$\text{Índice de dominancia de Simpson: } \lambda = \sum (n_i^2/N^2) = \sum p_i^2$$

Dónde

$p_i$  es la abundancia relativa de la especie  $i$ ;  $n_i$  número de individuos de la especie  $i$ , y  $N$  es el número total de organismos en la población.

$$\text{Índice de equidad de Shannon-Wiener: } H' = -\sum p_i \log p_i$$

Donde  $p_i$  es la abundancia relativa ( $n_i^2/N^2$ ) de la especie  $i$ , y  $\log$  es el logaritmo base 10.

Para el caso de las epífitas no vasculares se asumió la frecuencia (número de forófitos en que estaba presente cada especie) como parámetro de abundancia para realizar el cálculo de los índices, debido a que en este grupo de plantas no es posible determinar el número de individuos dado el hábito de crecimiento y el tamaño de los individuos.

Finalmente se elaboró una ficha taxonómica descriptiva para cada una de las especies de epífitas registradas en el presente estudio. Estas fichas incluyen fotografía del espécimen, nombre científico, familia, hábitat, hábito, estado de conservación y veda, descripción morfológica y fuentes de la información (Ver Anexo 5. Epífitas).

Finalmente se elaboró una ficha taxonómica descriptiva para cada una de las especies de epífitas registradas en el presente estudio. Estas fichas incluyen fotografía del espécimen,

nombre científico, familia, hábitat, hábito, estado de conservación y veda, descripción morfológica y fuentes de la información (Ver Anexo 5. Epífitas).

### 1.5.3.3 Análisis de fragmentación

Para el Análisis de Fragmentación del paisaje del área de influencia directa del proyecto y sus unidades de cobertura vegetal, se tomó como referencia la capa de cobertura desarrollada para el estudio, a partir de esto se analizó la dinámica presentada por los ecosistemas naturales y artificiales y con base en esto se identificaron las variaciones de conectividad de los ecosistemas naturales remanentes para el periodo en análisis.

Es así como se entiende que la fragmentación se ocasiona debido a la alteración del paisaje y en conjunto al desarrollo de procesos dinámicos en las coberturas de la tierra, lo que en los bosques se manifiesta cuando grandes áreas de vegetación son irregularmente despejadas o convertidas en claros, lo que conduce a pequeños parches de vegetación separados cada uno del otro. Bennett (1999) enfoca tres componentes en el proceso de fragmentación:

- Pérdida global de hábitat en el paisaje (pérdida de hábitat).
- Reducción del tamaño de los fragmentos de los hábitats existentes (reducción de hábitat).
- Incremento del aislamiento de parches de hábitats (aislamiento de hábitat).

Los impactos reconocidos de la fragmentación van desde reducir el número de especies, sus rangos de dispersión y el tamaño de la población, así como incrementar la probabilidad de establecimiento de especies exóticas y la depredación de la flora y fauna nativa (Hilty et al 2006), razones por las cuales se le considera a la fragmentación como uno de los procesos más severos que llevan a la disminución de la biodiversidad (Farina 2000), influenciada directamente por el tamaño del parche y la conectividad del mismo (Hilty et al 2006).

#### 1.5.3.3.1 Índice de fragmentación

Con base en los mapas de cobertura se obtuvo el índice de fragmentación, el cual se calculó por celda en una grilla regular definiendo la distribución de dichas coberturas dentro de cada celda de la cuadrícula.

En este sentido para cada celda de la grilla en la que se encuentra cobertura natural, se analizó la cantidad de complejos (parches) de cobertura natural y la densidad que presentan en la misma (tamaño promedio de la cobertura natural en una celda de la grilla, en comparación con el área total de la cobertura natural en una celda de cuadrícula).

Es así como para evaluar la conectividad de las áreas naturales se utilizaron algoritmos específicos que evidencian los píxeles no conectados o grupos de píxeles independientes, mientras que todos los píxeles con áreas naturales conectados, se combinan en un complejo natural individual (Steenmans & Pinborg 2000).

Para la obtención del índice de fragmentación se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Índice de fragmentación} = \frac{\text{Frecuencia}}{\frac{\text{Cuenta media}}{16} \times \frac{\text{suma de áreas naturales}}{16}}$$

Donde:

*Frecuencia* = Número de “píxeles sensitivos” (complejos) conectados en cada celda de la grilla

$\frac{\text{Cuenta media}}{16}$  = tamaño promedio de los clases (clusters) en 1km<sup>2</sup>

Nota: Este análisis se realizó sobre una rasterización de la capa con un tamaño de píxel de 125 metros, por lo cual 4X4 = 16 píxeles.

En la Figura 1.10 se muestra un ejemplo dado por Steenmans & Pinborg (2000) de cálculo del índice de fragmentación, en el que se aprecia visualmente el análisis que se realizó por celda de 2 x 2 km, en la que se identifica lo siguiente:

Número de celdas de áreas sensibles conectadas = 11

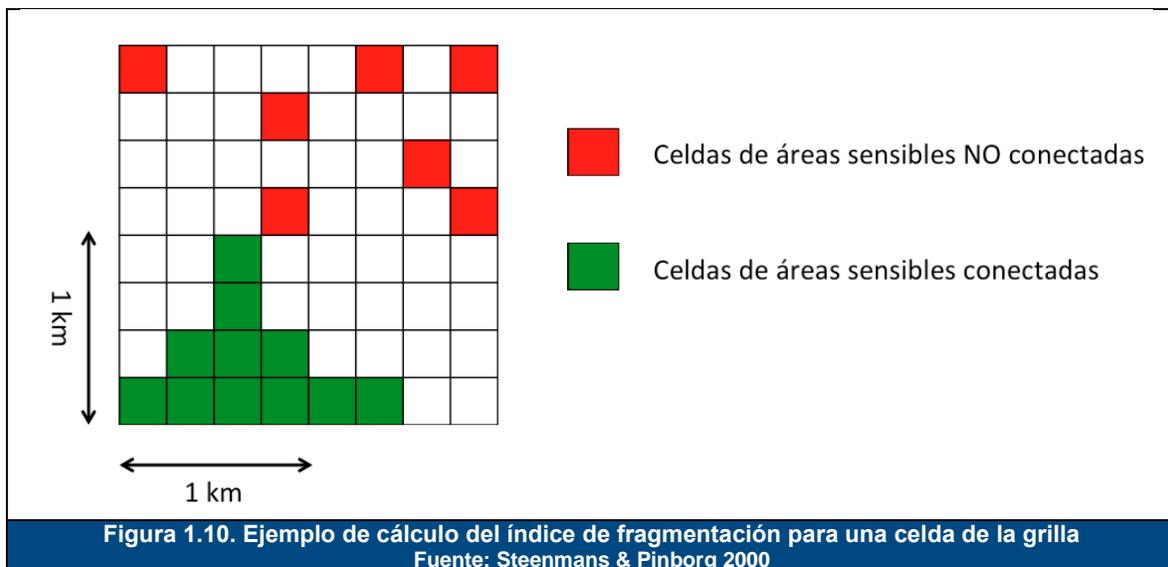
Número total de celdas de áreas sensibles = 18

Número de complejos = 8 (7 no conectados + 1 conectado)

Frecuencia = 11

Cuenta media = 18/8 = 2,5

Suma de áreas naturales = 18



Por lo que para este ejemplo el índice de fragmentación es el siguiente:

$$\text{Índice de fragmentación} = \frac{11}{\frac{2,25}{16} \times \frac{18}{16}} = 69,53$$

La evaluación de los resultados se define a partir de los rangos establecidos en la Tabla 1.27.

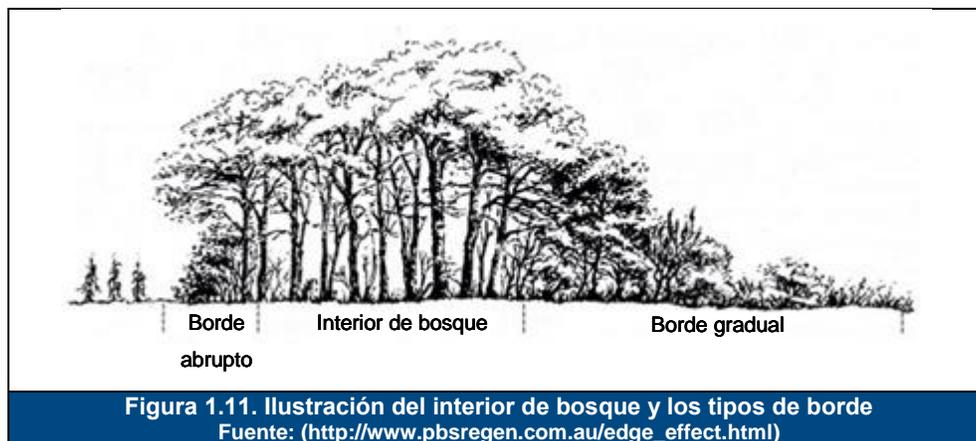
**Tabla 1.27 . Rangos de evaluación del índice de fragmentación**

<b>MODERADA</b>	Índice de fragmentación < 10
<b>MEDIA</b>	Índice de fragmentación 10 - 100
<b>EXTREMA</b>	Índice de fragmentación >100

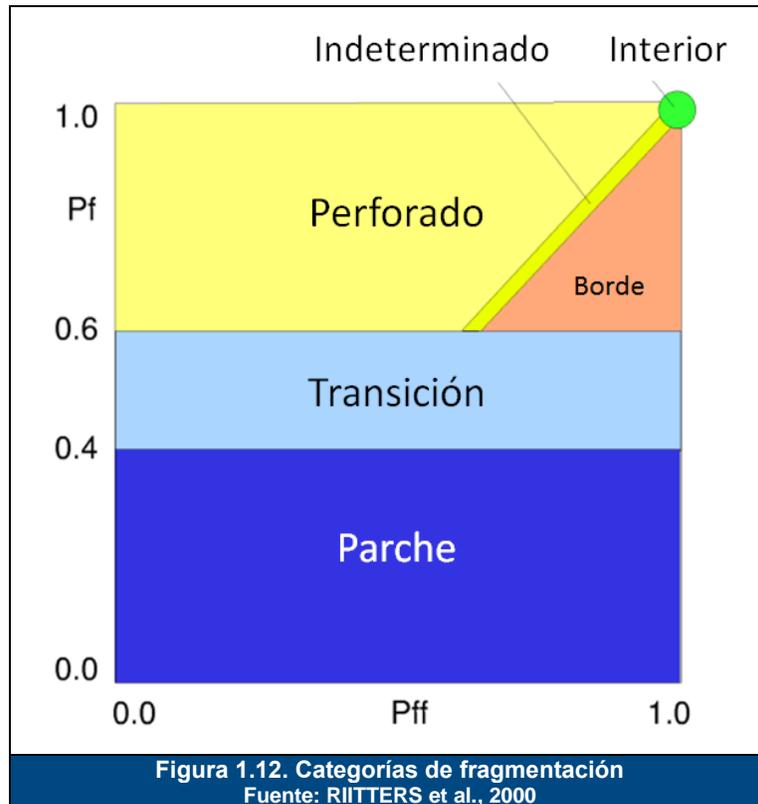
Fuente: Modificado a partir de Steenmans & Pinborg 2000

### 1.5.3.3.2 Análisis de fragmentación de bosque a nivel espacial

El análisis de fragmentación a nivel espacial, permite la cuantificación y mapificación de la misma; con este objetivo se implementó el método introducido por Riitters et al., 2000, que permite distinguir entre los diferentes tipos de fragmentación. Su cálculo se realizó a través del Sistema Automatizado para el Análisis Geocientífico (System for Automated Geoscientific Analyses SAGA), sobre una unificación de las coberturas boscosas en diferentes estados sucesionales, ya que en conjunto conforman una sola estructura que configuran un borde gradual del elemento o un borde maduro (Lindenmayer et al. 2006), sobre los cuales actúan los efectos de la fragmentación, como se muestra en la Figura 1.11.



Con la aplicación de este método se identificó la cantidad de celdas adyacentes al bosque dentro de una ventana de evaluación, determinando un grado de fragmentación. Los cálculos comenzaron con la definición de la densidad Pf (proporción de celdas en la ventana que están cubiertos de bosque) y Conectividad Pff (en el sentido estricto y solo en puntos cardinales, de los pares de celdas que incluyan al menos una con bosque), donde en la Figura 1.12 se identifican 6 categorías de fragmentación.



Las categorías definidas por SAGA se clasifican de acuerdo a lo expuesto en la Tabla 1.28.

**Tabla 1.28. Categorías de fragmentación de bosque**

CATEGORÍA DE FRAGMENTACIÓN	DENSIDAD	DESCRIPCIÓN
Núcleo	Igual a 1	Densidad y Conectividad igual a 1
Interior	Mayor a 0,9	Densidad mayor a 0,90
Indeterminado	Mayor 0,6	Densidad igual a Conectividad
Perforado	Mayor 0,6	Densidad menos Conectividad mayor a 0
Borde	Mayor 0,6	Densidad menos Conectividad menor a 0
Transición	0,4 < Densidad < 0,6	
Parche	Menor a 0,4	
Ninguno	Menor a 0,2	

Fuente: Adaptado de Phua et al., 2008, antes Riitters et al., 2000.

#### 1.5.3.4 Fauna

Para documentar los registros potenciales de fauna en el área de influencia indirecta para el EIA La Loma en el municipio de El Paso - Cesar, se tuvo en cuenta la revisión y el análisis de información secundaria y reportes de fauna de Colombia, con especial atención en el Departamento del Cesar, teniendo en cuenta la distribución altitudinal para los diferentes grupos de animales, así como la documentación científica relevante (guías

de campo, artículos, textos científicos y bibliografía en general de la fauna de Colombia (Ver Tabla 1.29) lo que permitió determinar la fauna potencial en el área de influencia directa asociada a las unidades de cobertura vegetal y uso del suelo de cada sector.

Así mismo, se recopiló información de la zona de acuerdo a trabajos realizados con anterioridad para los cuatro grupos de fauna (mamíferos, aves, reptiles y anfibios) como el del poliducto Galán-Pozos colorados, la línea base de Estudios de impacto ambiental de los contratos 144/97 “El Descanso”, 283/95 “Similoa” y 284/95 “Rincón Hondo, Estudio de inventario de fauna, flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental de las Ciénagas de Mata de Palma y La Pachita y Estudio de inventario de fauna, flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatosa. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta los estudios realizados en el departamento del Cesar como el de Rangel (Colombia Diversidad Biótica XIII: Complejo Cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar), que presenta información para cada uno de los grupos de fauna (Ardila y Ardila, 2013 para aves; Muñoz-Saba *et al.*, 2013 para mamíferos; Carvajal *et al.*, 2013 para reptiles y Paternina *et al.*, 2013 para anfibios (Ver Tabla 1.29).

La distribución altitudinal y regional de las especies de mamíferos fue tomada directamente de literatura especializada, con énfasis en el departamento del Cesar, para lo cual se consultaron las fuentes de información mencionadas en la Tabla 1.29. La clasificación taxonómica se basó en lo descrito por Wilson and Reeder (2005). Para el componente aves se siguió la nomenclatura según la clasificación de Remsen *et al.* (2015). Para el caso de anfibios se siguió la clasificación propuesta por Frost *et al.* (2015), y para los reptiles se empleó la nomenclatura de Uetz (2015).

**Tabla 1.29. Información secundaria consultada para la documentación de registros potenciales en el AII**

GRUPO DE FAUNA	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR Y AÑO	TÍTULO
Mamíferos	Libro	Emmons & Feer, 1999	Neotropical Rainforest Mammals
	Artículo	Alberico <i>et al.</i> , 2000	Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia
	Guía de campo	Navarro & Muñoz, 2000	Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia
	Artículo	Muñoz, 2001	Los Murciélagos de Colombia: sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología
	Guía de campo	Morales-Jiménez <i>et al.</i> , 2004	Mamíferos terrestres y voladores de Colombia
	Libro	Rodríguez-Mahecha <i>et al.</i> , 2006	Libro rojo de los mamíferos de Colombia
	Libro	Defler, 2010	Historia natural de los primates colombianos
	Artículo	Mantilla-Meluk <i>et al.</i> , 2009	Phyllostomid bats from Colombia, Annotated checklist, distribution and biogeography
	Capítulo de libro	Muñoz-Saba, 2009	Fauna de mamíferos de la serranía del Perijá
	Capítulo de libro	Ramírez, 2009	Mamíferos de la Jagua de Ibirico, César, Colombia

GRUPO DE FAUNA	TIPO DE DOCUMENTO	AUTOR Y AÑO	TÍTULO
	Artículo	Solari <i>et al.</i> , 2013	Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia
	Capítulo en libro	Muñoz-Saba, 2013	Mamíferos del complejo cenagoso de Zapatosa
Aves	Libro	Hilty & Brown, 1986	A guide to the birds of Colombia
	Libro	Johnston-González <i>et al.</i> , 2006	Conocimiento y Conservación de Aves Playeras en Colombia
	Capítulo en informe técnico	Ardila, 2007	Aves, en: Estudio de la Caracterización Biológica y Ecológica Integral del bosque natural del Agüil en el municipio de Aguachica
	Artículo	Cohen-Ballesteros <i>et al.</i> , 2013	Composición y Estructura de las Aves Playeras en Punta Astillero, Atlántico, Colombia
	Guía de campo	McMullan y Donegan, 2014	Field guide to the birds of Colombia
	Capítulo en libro	Ardila y Ardila, 2013	Aves de las ciénagas del departamento del Cesar
	Capítulo en libro	Gómez y Róbinson, 2014	Aves del bosque seco tropical de Colombia
	Reptiles y anfibios	Artículo	Acosta-Galvis, 2000
Artículo		Ceballos-Fonseca, 2000	Tortugas (Testudinata) marinas y continentales de Colombia
Artículo		Hernández-Ruiz <i>et al.</i> , 2001	Caracterización Preliminar De La "Comunidad" De Reptiles De Un Sector De La Serranía Del Perijá, Colombia
Libro		Rueda-Almonacid J.V. <i>et al.</i> , 2007	Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del Trópico
Capítulo de libro		Rueda-Almonacid <i>et al.</i> , 2008	Reptiles del Santuario de vida Silvestre Los Besotes
Artículo		Gavilán-Guevara y De la Ossa, 2009	Herpetofauna Registrada Para El Área De Influencia De La Reserva Forestal Protectora Serranía De Coraza, Colosó, Sucre
Capítulo de libro		Moreno-Arias <i>et al.</i> , 2009	Herpetofauna de la Serranía del Perijá
Guía de campo		Galvis <i>et al.</i> , 2011	Anfibios en Fauna silvestre de la Reserva Protectora Ambiental Montes de Oca
Ficha ilustrada		Mendoza & Gómez, 2012	Reptiles comunes del departamento del Atlántico
Capítulo de libro		Carvajal-C <i>et al.</i> , 2013	Diversidad de reptiles en ciénagas del departamento del Cesar
Capítulo en libro	Paternina <i>et al.</i> , 2013	Anfibios de las ciénagas del departamento del Cesar	

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

La información correspondiente a la fauna amenazada se consultó a partir de la Resolución 192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, que compila los listados que aparecen en las series de libros rojos. Las especies catalogadas en la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) se revisaron a partir de su listado más reciente (CITES, 2015). Las especies endémicas de avifauna se consultaron en la lista publicada por Stiles (1998 citado en Renjifo *et al* 2000). El listado de las especies migratorias que se distribuyen en

el AII y en el AID se adquirió a partir de la Guía de las Especies Migratorias de la Biodiversidad en Colombia (Naranjo *et al.*, 2012).

Para dar cumplimiento a los requerimientos de los términos de referencia LI-TER-1-01, con base en la información secundaria obtenida para el AII se tuvo en cuenta el listado de la fauna sensible (especies amenazadas, endémicas o migratorias) que se pudiera encontrar en el AID. A partir de este listado se prestó atención a las características que se pudieron observar durante los tres días de muestreo como: estados poblacionales, basados en la frecuencia de observación y la abundancia relativa de las especies de interés; la información de cadenas tróficas, fuentes naturales de alimentación y rutas migratorias se obtuvo con base en la información disponible en la literatura especializada y en la experticia de cada profesional.

#### **1.5.3.4.1 Trabajo de campo**

##### **1.5.3.4.1.1 Selección de sitios de muestreo**

El área de estudio para la caracterización de los grupos de fauna correspondió al polígono del AID, con una extensión de 16,9 ha, donde se distribuyeron los sitios de muestreo de acuerdo a la técnica para la obtención de información.

Los sitios de muestreo se distribuyeron a lo largo de todo el AID, lo cual permitió caracterizar la totalidad del área de estudio y las dos coberturas vegetales a las cuales se puede asociar la fauna silvestre, correspondientes a pastos limpios y pastos arbolados, siendo esta última la que presenta una mayor extensión (82,97% del AID), y también la que ofrece mejores condiciones para dar sustento a las comunidades de fauna, dadas principalmente por la presencia de árboles que pueden proporcionar recursos alimenticios y refugio a diferentes especies. En la Figura 1.13, Figura 1.14 y Figura 1.15 se presenta la ubicación de los puntos de muestreo para cada grupo de fauna.

##### **1.5.3.4.1.2 Determinación del esfuerzo y la representatividad del muestreo**

Para determinar el número de muestreos a realizar y asegurar que se registró un número representativo de especies para cada uno de los grupos de fauna estudiados, a medida que se fueron aplicando las técnicas de captura y observación (descritas en las siguientes secciones), se construyeron las curvas de acumulación de especies a partir de las funciones de riqueza máxima esperada (empleando estimadores para datos de abundancia Chao 1 y ACE, y datos de presencia-ausencia Chao 2 y, Jackknife 1 y 2), tomando como unidad de muestreo las jornadas durante las cuales se desarrolló la fase de campo.

Las curvas de acumulación de especies y las funciones de riqueza máxima esperada fueron realizadas en el programa EstimateS (Colwell, 2010), mediante el cual se calculó un valor esperado de especies en diferentes tamaños de muestra:

$$E(S) = \sum 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$$

Donde:

E(S) = Número de especies encontradas en el tamaño n de muestra

N = Número total de individuos en la muestra

n = Tamaño de muestra estandarizado

N<sub>i</sub> = Número de individuos en la i-ésima especie

La curva de Chao 1, por su parte es estimada a partir de la aparición de *singletons* (especies con un solo registro) y *doubletons* (especies con dos registros) (Colwell, 2010):

$$S_{chao1} = S_{obs} + \frac{F^2}{2D}$$

Donde:

S<sub>obs</sub> = riqueza observada

F = Singletons

D = Doubletons

En cuanto a Chao 2, está basado en el número de especies observadas y aquellas que solo se presentan en una o dos muestras, por lo cual solo utilizan los datos de presencia de especies, como se muestra a continuación:

$$S_{chao2} = S_{obs} + \left(\frac{m-1}{m}\right) \frac{Q_1^2}{2Q_2}$$

Donde:

S<sub>obs</sub> = riqueza observada

m = Número total de muestras

Q<sub>1</sub> = Número de especies que solo se encuentran en una muestra

Q<sub>2</sub> = Número de especies que solo se encuentran en dos muestras

El estimador ACE (Abundance-base CoverageEstimator) es una modificación del índice de Chao-1, que no solo tiene en cuenta las especies con un solo individuo (*singletons*), sino también las especies que son consideradas raras (con 10 o menos individuos) y las abundantes (con más de 10 individuos), teniendo como fórmula (Colwell, 2010):

$$S_{ace} = S_{abund} + \frac{S_{rare}}{C_{ace}} + \frac{F_1}{C_{ace}} \gamma_{ace}^2$$

S<sub>abund</sub> = Número de especies abundantes (con más de 10 individuos)

S<sub>rare</sub> = Número de especies raras (con 10 o menos individuos)

F<sub>1</sub> = Número de especies con un solo individuo (*singletons*)

$\gamma_{ace}^2$  = Coeficiente de variación de las especies con un solo individuo

$C_{ace}$  = Estimado de cobertura muestral basado en la abundancia, cuya fórmula es la siguiente:

$$C_{ace} = 1 - \frac{F_1}{\sum_{i=1}^{10} iFi}$$

Los estimadores Jackknife de primero y segundo orden se basan en la probabilidad de captura o registro de las especies, por lo cual tienen en cuenta el número de especies y aquellas que aparecen solo en una muestra para el caso de Jackknife 1, o en una y dos muestras para el caso de Jackknife 2. Se calculan por medio de las siguientes fórmulas:

$$S_{jack1} = S_{obs} + Q_1 \left( \frac{m-1}{m} \right)$$

$$S_{jack2} = S_{obs} + \left[ \frac{Q_1(2m-3)}{m} - \frac{Q_2(m-2)^2}{m(m-1)} \right]$$

Donde:

S obs = riqueza observada

m = Número total de muestras

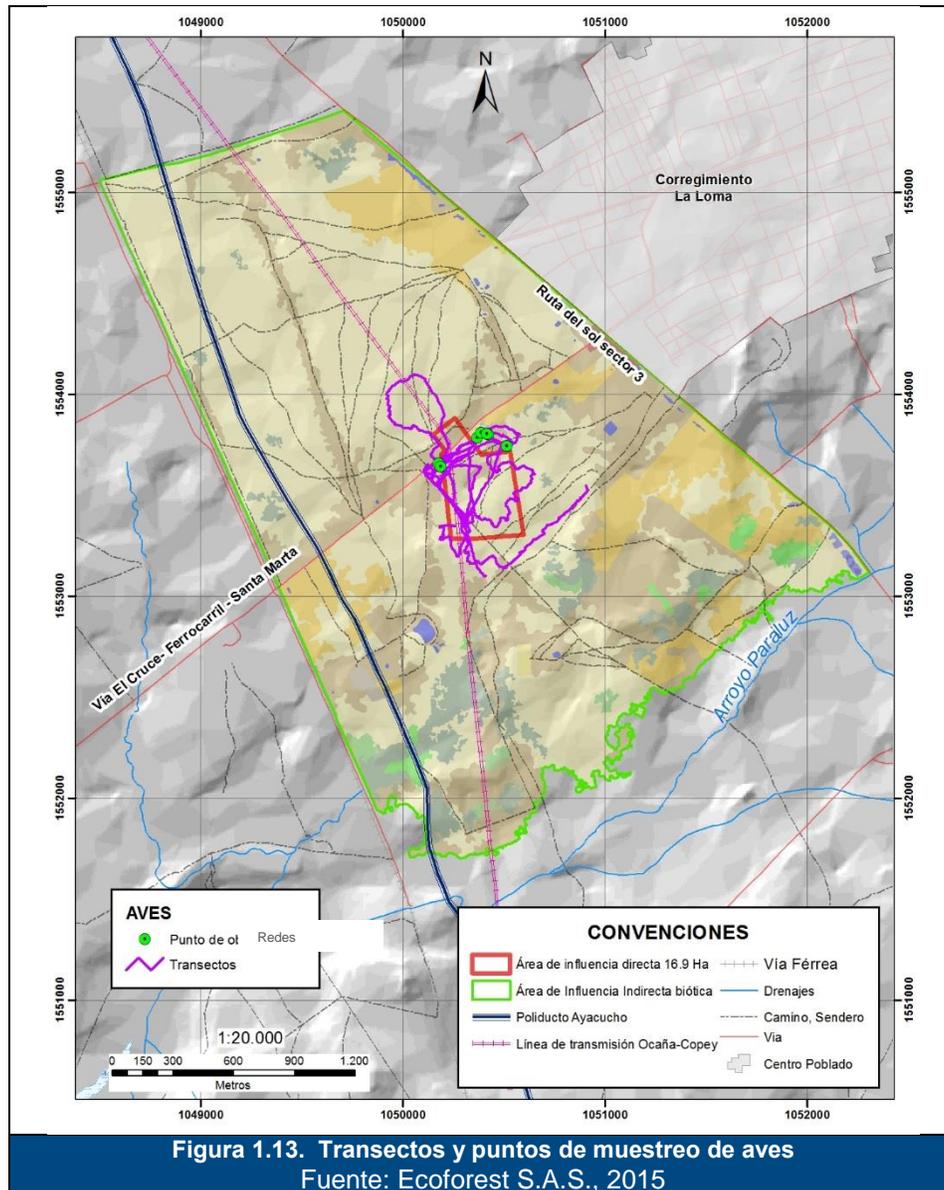
$Q_1$  = Número de especies que solo se encuentran en una muestra

$Q_2$  = Número de especies que solo se encuentran en dos muestras

En todos los casos, los muestreos fueron realizados hasta obtener una representatividad superior al 65%. La descripción completa de los resultados obtenidos para estos indicadores se presenta en el Capítulo 3.

#### 1.5.3.4.1.3 Aves

La caracterización de la avifauna en el AID se basó en dos métodos: transectos de observación y captura en redes de niebla. En la Figura 1.13 se presenta la ubicación de los transectos y redes de niebla, mostrando que hubo cubrimiento de toda el AID. En el caso de las redes de niebla, la mayoría de estas se ubicó en pastos arbolados, teniendo en cuenta que allí se detectó mayor concentración de aves y por la presencia de vegetación arbórea, las redes pueden ser menos visibles, incrementando el éxito de captura.



➤ Transectos de observación

Para la caracterización de aves se realizaron recorridos de observación, cumpliendo a conformidad con los términos de referencia LI-TER-1-01, siguiendo los lineamientos establecidos en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010) y el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villarreal *et al.*, 2009). La técnica consistió en caminar de forma constante cubriendo el AID; durante los recorridos se anotó en el Formato de campo (Anexo 6. Fauna) las especies de aves detectadas de forma visual o auditiva y sus abundancias en puntos fijos

de conteo (Ralph *et al.* 1996). Cuando fue posible se tomó un registro fotográfico de cada especie. Estos recorridos se georreferenciaron por medio de un GPS con el fin de obtener los datos necesarios para la geodatabase.

Los recorridos de observación fueron realizados por dos observadores y se llevaron a cabo durante tres (3) días consecutivos desde las 5:30 hasta las 11:00 y desde las 13:00 hasta las 18:30, con extensión para uno de los días de trabajo hasta las 22:00 con el fin de obtener información de la avifauna con hábitos nocturnos (*Strigiformes* y *Caprimulgiformes*). El cuarto día se realizó un recorrido de observación desde las 5:30 hasta las 9:45. El esfuerzo de muestreo total empleado fue de 80,5 horas/ hombre., teniendo en cuenta los dos observadores (Tabla 1.30).

**Tabla 1.30. Esfuerzo de muestreo en transectos de observación de aves**

COBERTURA	PREDIO	FECHA	TRANSECTO	DISTANCIA	AED	HORAS
Pastos arbolados	La Maravilla-Villa Gloria	21/09/2015	A-T1	2.1 Km	100	5,5
			A-T2	1.77 Km	100	5,5
			A-RN	NA	NA	3,5
		22/09/2015	A-T3	1.2 Km	100	5,5
			A-T4	0,954 Km	100	5,5
		23/09/2015	A-T5	2,9 Km	100	5,5
			A-T6	2,5 Km	100	5,5
24/09/2015	A-T7	2,4 Km	100	3,75		
TOTAL (Horas * 2 observadores)						80,5
<b>AED:</b> Ancho efectivo de la detección hace referencia a la distancia que alcanza el observador. <b>A-RN:</b> Aves recorrido nocturno.						

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

#### ➤ Redes de niebla

Adicionalmente se realizaron capturas con redes de niebla, que fueron instaladas en el AID, debido a que la posibilidad de observación directa de aves para su registro suele disminuir por los hábitos crípticos de algunas especies, aunque en este caso por tratarse de una cobertura de pastos arbolados, las aves son fácilmente detectables

Las redes de nieblas fueron operadas en las primeras horas de la mañana (entre las 05:30h y las 11:00h) y en las últimas horas de la tarde (entre las 15:00 h y las 18:00 h), esto con el fin de abarcar los picos más altos de actividad de las especies de aves. Las redes se revisaron cada 10 minutos con el fin de evitar la muerte de algún ave por estrés (Ver Tabla 1.31 y Foto 1.6). Cada espécimen capturado fue registrado, fotografiado y liberado inmediatamente. De acuerdo con esto se instalaron 6 redes de 12 metros cada una durante tres días (8,5 horas diarias) para completar un esfuerzo de muestreo total de 153 horas-red.

Esfuerzo de muestreo:

Redes de niebla (12 m): 6 redes x 3 días x 8,5 horas = 153 horas-red

**Tabla 1.31. Redes de niebla instaladas para aves**

COBERTURA	PREDIO	FECHA	REDES	DÍAS	HORAS	TOTAL
Pastos arbolados	La Maravilla-Villa Gloria	Septiembre 21-22 y 23 de 2015	6	3	8,5	153/horas-red

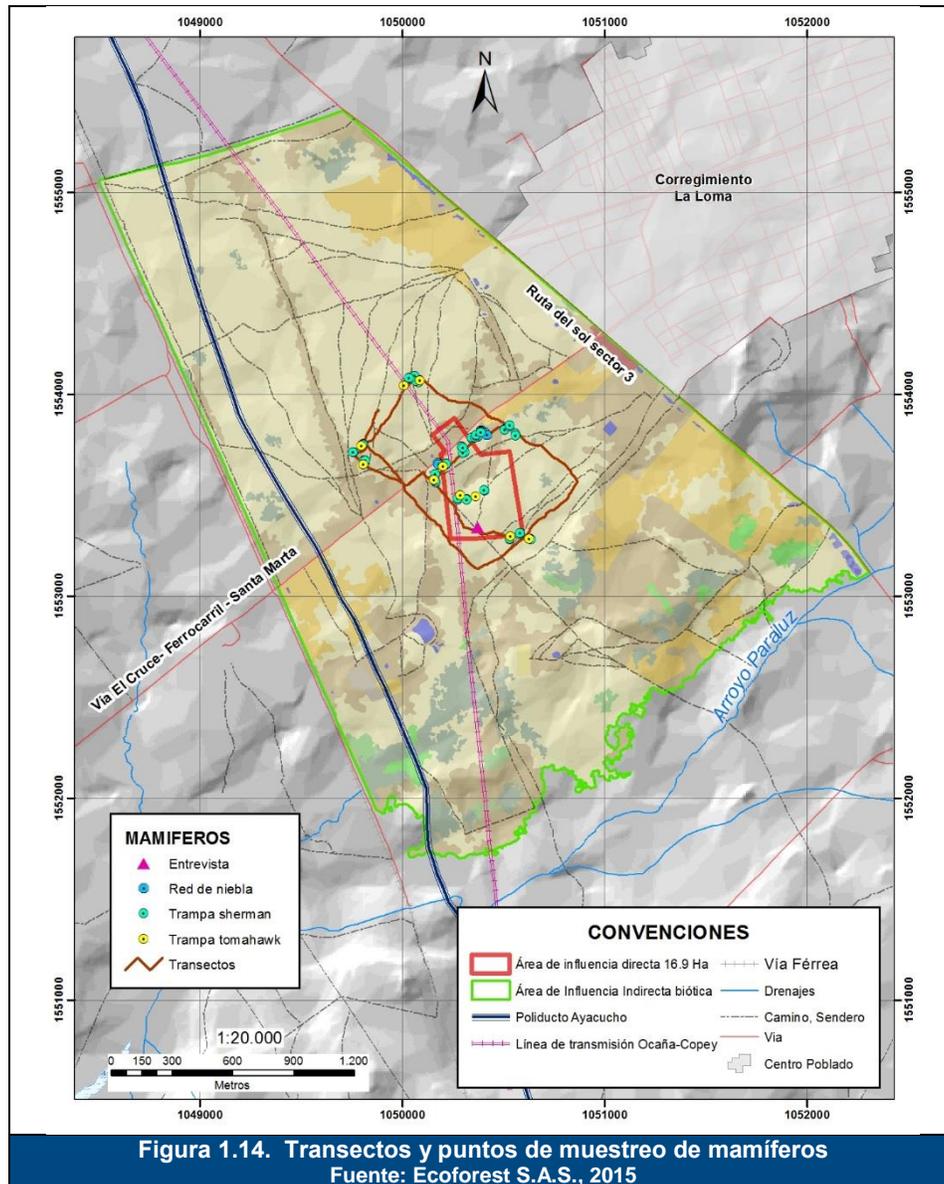
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015



**Foto 1.6. Montaje de redes de niebla para aves**  
 Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

#### 1.5.3.4.1.4 Mamíferos

Para caracterizar la mastofauna en el AID, se aplicaron métodos de captura por medio de redes de niebla, trampas Sherman y Tomahawk, así como el registro directo e indirecto por medio de transectos. En la Figura 1.14 se presenta la distribución de los puntos de muestreo según el método de registro. Se observa el cubrimiento de todo el AID y las coberturas vegetales presentes en la misma.



➤ Transectos de observación

Para la caracterización de mamíferos se realizaron 6 transectos de observación para un total de 4481 metros recorridos por los tres días de ejecución de la fase en campo. Los transectos fueron georeferenciados y abarcaron las coberturas vegetales presentes en el AID (correspondientes a pastos limpios y pastos arbolados). En estos recorridos se realizó la búsqueda de rastros (huellas, excretas, madrigueras, sitios de alimentación, entre otros) con el fin de evidenciar la presencia de determinadas especies, lo cual se acompañó de registro fotográfico de los rastros encontrados.

### ➤ Trampas

Para las coberturas se instalaron 50 trampas Sherman de las cuales 30 estuvieron activas durante 12 horas-noche y 20 trampas durante 24 horas-noche para un total de 1560 horas nocturnas de muestreo. Estas se ubicaron en 8 estaciones, siete de ellas de 6 trampas cada una y una de 8 trampas. Las trampas Sherman se colocaron a nivel del suelo, cerca de huecos, cuevas, árboles o troncos caídos, las cuales fueron cebadas con una mezcla de sardinas y avena en hojuelas. Su ubicación se referenció mediante un GPS. Las trampas permanecieron activas durante todo el día y se revisaron y recebaron en las primeras horas en la mañana, para un muestreo total de tres días.

De igual manera, se instalaron 10 trampas Tomahawk, por un periodo de 24 horas durante tres días, para un esfuerzo de muestreo de 720 horas-trampa.

La instalación de las trampas Tomahawk y Sherman estuvo condicionada a la disponibilidad de sitios dentro del área en donde no hubiera paso de ganado con el fin de evitar pisoteos a las trampas, que redujeran la efectividad de este método de muestreo. Ver Foto 1.7 y Foto 1.8.



Foto 1.7. Instalación de trampas Tomahawk  
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015



Foto 1.8. Instalación de trampas Sherman  
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### ➤ Redes de niebla

Para la captura de especies de murciélagos se emplearon 6 redes de niebla de 12 metros de longitud y su ubicación fue georreferenciada. El horario de muestreo comprendió desde las 18:00 horas hasta 23:00 horas. Las redes se revisaron con intervalos de 45 minutos a una hora (dependiendo del número de individuos capturados en éstas). Los individuos se dispusieron individualmente en bolsas de tela para su manipulación y transporte hasta un sitio cercano que no interfiriera con la red (Roncancio y Estévez, 2007). Este chequeo constante permitió extraer los especímenes capturados antes que se les cause excesivo estrés o muerte. En caso de lluvia, las redes se cerraron para evitar

hipotermia en los individuos enredados y se complementó el tiempo de muestreo para cumplir con el esfuerzo establecido.

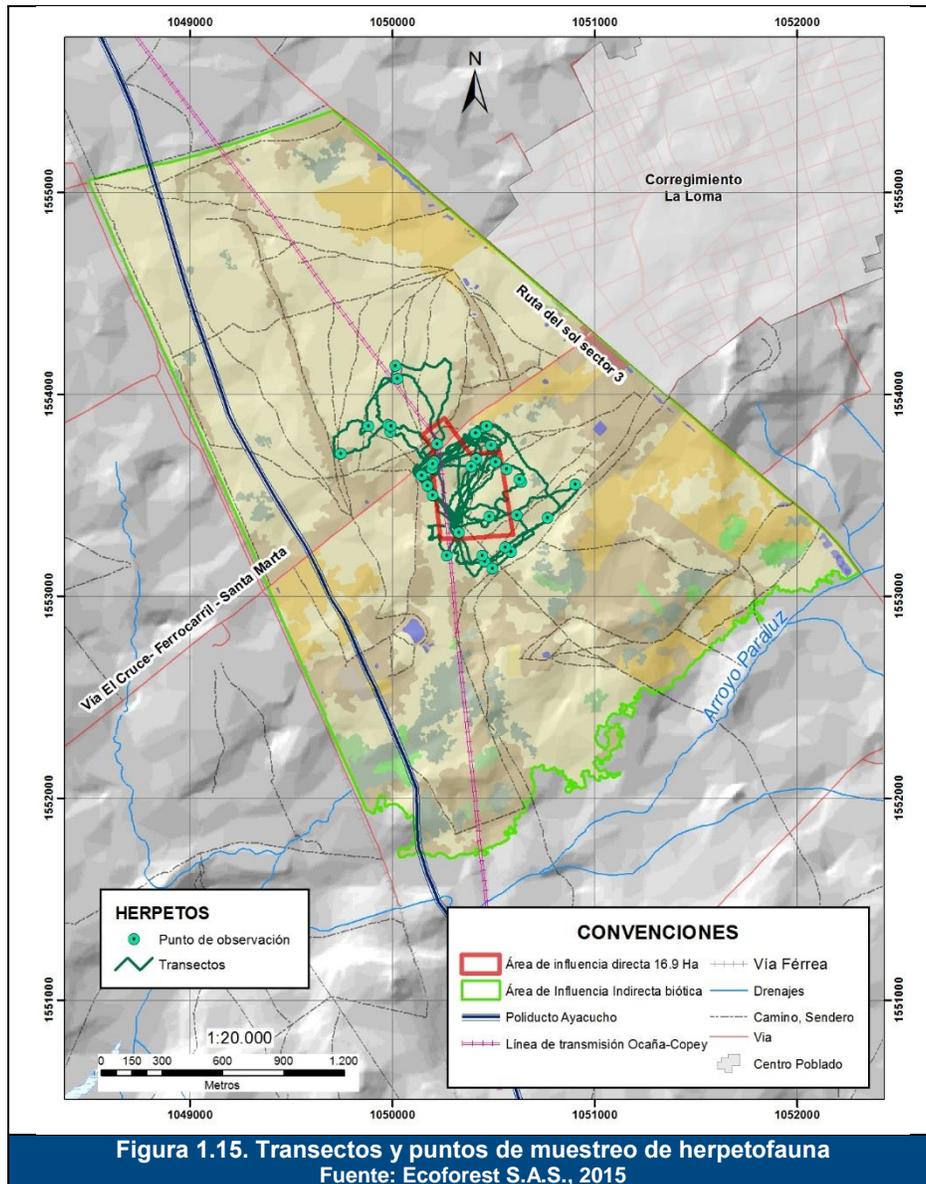
Las capturas de mamíferos en trampas o redes, se registraron en el formato de campo (Anexo 6. Fauna) y a cada individuo se le tomaron las medidas morfométricas (longitud cabeza, longitud cuerpo, longitud cola, longitud pata y longitud oreja) y se determinó el sexo (macho/hembra). Posteriormente fueron liberados en los mismos sitios de captura y se levantó su registro fotográfico.

Esfuerzo de muestreo para mamíferos:

- Redes de niebla (12 m): 6 redes x 3 noches x 5 horas = 90 horas-red
- Transectos observación: 21 horas
- Trampas Sherman: 30 trampas x 12 horas noche +20 trampas x 24 horas-noche=1560 horas-trampa
- Trampas Tomahawk: 10 trampas x 24 h x 3 días = 720 horas-trampa

#### **1.5.3.4.1.5 Anfibios y reptiles (Herpetos)**

La caracterización de la herpetofauna en el AID se realizó por medio de un método de captura y observación a lo largo de transectos. En la Figura 1.15 se presenta la distribución de estos transectos y los puntos donde se realizaron capturas. Se puede afirmar que hubo cubrimiento de toda el AID del proyecto así como las coberturas vegetales que la conforman.



Se realizaron recorridos libres, en sitios claves para el encuentro de herpetofauna utilizando la metodología de encuentros visuales, conocida por sus siglas en inglés como VES (Crump & Scott 1994; Páez, 2002), con el fin de observar especies de gran movilidad como serpientes y lagartos así como las que tienen un rango de movimiento más restringido (como los anfibios). Teniendo en cuenta que un gran porcentaje de las especies de anfibios presentan hábitos nocturnos, los muestreos durante la noche se enfocaron en el registro de ese grupo taxonómico en los potenciales lugares de reproducción y en sitios donde fueron escuchados vocalizando. En las noches también se buscaron algunos reptiles (principalmente serpientes y tortugas), los cuales presentan estos hábitos por excelencia.

Los recorridos de observación libre permitieron abarcar los microhábitats donde se estima que pudiera ser encontrada la herpetofauna Ver Foto 1.9. Se realizaron búsquedas en huecos en el suelo y árboles, en la hojarasca, arbustos, charcas y troncos caídos. Los recorridos se realizaron durante jornadas diurnas y nocturnas. Las horas de trabajo se distribuyeron en la mañana, entre las 8:00 y 11:00 horas, en la tarde entre las 15:00 y 17:00 horas y en la noche de las 18:00 a las 22:00 horas. La búsqueda en general fue llevada a cabo por tres personas durante los tres días de trabajo, correspondiendo a 27 horas/hombre\*día, para un total de 6 jornadas y 81 horas de muestreo.

En lo posible, los ejemplares avistados fueron capturados y fotografiados para una correcta determinación taxonómica. Posteriormente los individuos fueron liberados cerca del sitio de captura. Para cada ejemplar observado se registró: fecha, hora, hábitat, sustrato, determinación taxonómica y actividad. Se realizó la georreferenciación de los recorridos en cada jornada y se tomaron coordenadas puntuales de algunos representantes de cada especie.



Foto 1.9. Muestreo de herpetos, La Loma  
Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

#### ➤ Entrevistas

Se realizaron entrevistas semiestructuradas utilizando las guías de campo mencionadas para cada uno de los grupos, se indicó nombre común de las especies reportadas, hábitat, abundancia relativa, amenazas y uso de la fauna y datos de la persona entrevistada como edad, ocupación y tiempo de residencia en la zona.

La entrevista fue conducida a través de un tema principal (fauna silvestre), lo cual se conoce como modelo de enfoque dominante (Sampieri, 2006), para tal fin se utilizó la guía de campo con ilustraciones Neotropical Rainforest Mammals (1999) y la veracidad de los registros se depuró gracias a la lista de especies potenciales.

#### 1.5.3.4.1.6 Procesamiento de información y resultados

La información levantada en campo se organizó en tablas, consignando la información taxonómica, ecológica y de colecta de todas las especies registradas.

La efectividad del muestreo se midió mediante el cálculo de curvas de acumulación de especies, en el programa Stimates (Colwell 2013), empleando estimadores no paramétricos para datos de abundancia Chao 1 y datos de presencia-ausencia Chao 2 y, Jackknife 1 y 2. Se empleó como unidad de muestreo los registros obtenidos en cada jornada. Para todos los grupos el porcentaje de especies observadas frente a las esperadas superó el 65%, lo que indica que el muestreo es representativo.

La diversidad alfa fue calculada mediante el programa PAST teniendo en cuenta los índices de equidad de Shannon y Simpson. Para describir la riqueza y abundancia de especies se construyó una curva de rango de abundancia. Para el presente estudio solo se calcularon índices de diversidad alfa, pues el cálculo de diversidad beta no es procedente debido a que dentro del AID, solo se presentan pastos limpios y pastos arbolados, los cuales son usados indiscriminadamente por la fauna.

#### 1.5.3.5 Ecosistemas acuáticos

##### 1.5.3.5.1 Selección de puntos de muestreo

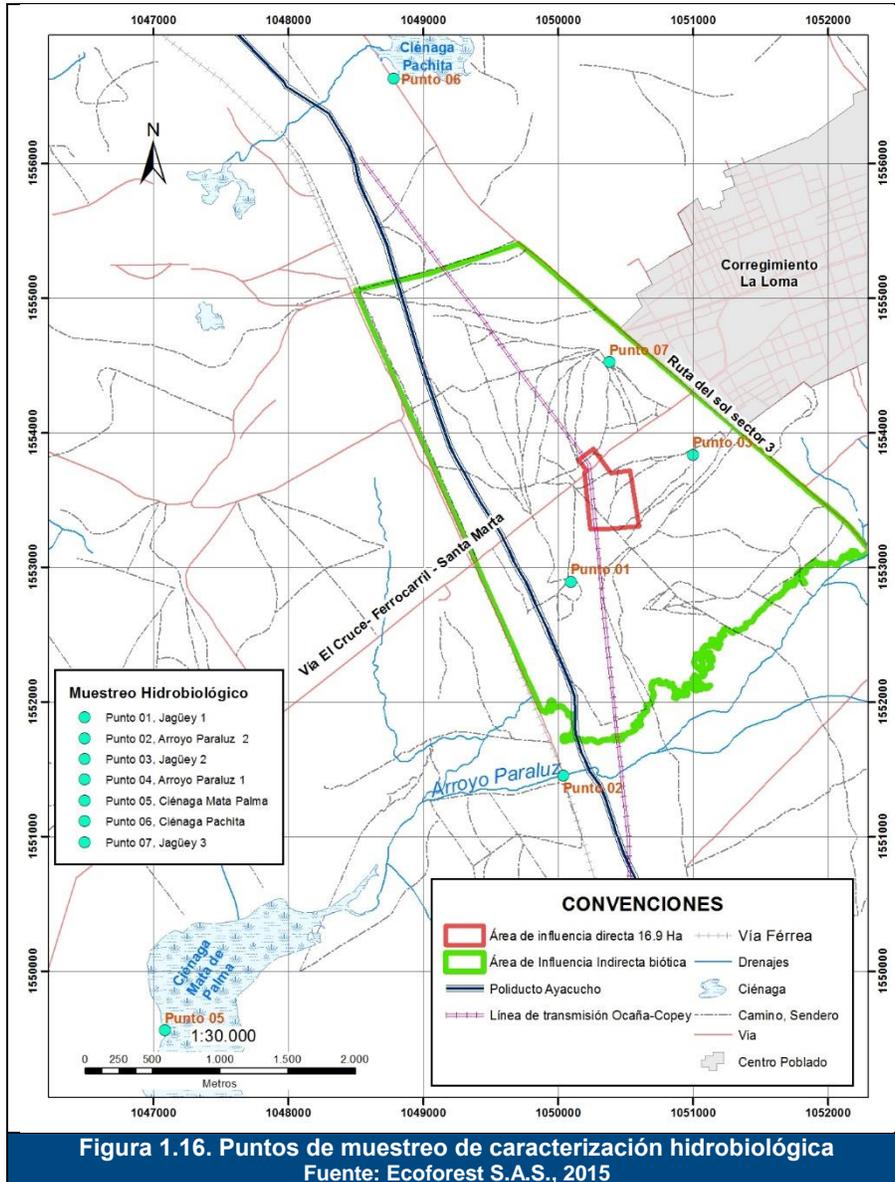
La selección de puntos de muestreo se realizó teniendo en cuenta los ecosistemas acuáticos que se encontraban en el polígono del AII, pues dentro de AID no se identificaron cuerpos de agua naturales. Ver Tabla 1.32 y Figura 1.14.

Adicionalmente se incluyeron dentro de la caracterización hidrobiológica las ciénagas de Mata de Palma y La Pachita, atendiendo el requerimiento de la ANLA respecto al pronunciamiento sobre la no necesidad de DAA.

Tabla 1.32. Puntos de muestreo de caracterización hidrobiológica

NOMBRE DEL CUERPO DE AGUA	CÓDIGO DE CAMPO	CÓDIGO DEL LABORATORIO	COORDENADA ESTE	COORDENADA NORTE
Jagüey 1	P01	EQ-1653	1050090	1552894
Arroyo Paraluz 2	P02	EQ-1654	1050037	1551456
Jagüey 2	P03	EQ-1655	1050998	1553837
Arroyo Paraluz 1	P04	EQ-1656	1052359	1553137
Ciénaga Mata de Palma	P05	EQ-1657	1047082	1549564
Ciénaga La Pachita	P06	EQ-1658	1048780	1556629
Jagüey 3	P07	EQ-1659	1050380	1554526

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015



### 1.5.3.5.2 Consulta de información secundaria

En esta etapa se contempló la revisión de información secundaria acerca de los cuerpos de agua de mayor importancia en la zona, que permitiera dilucidar el estado general de los recursos hidrobiológicos.

### 1.5.3.5.3 Fase de campo

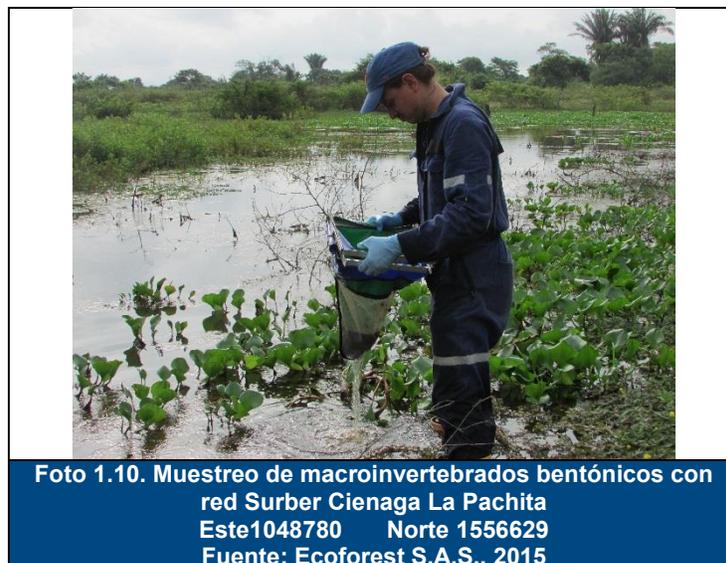
#### 1.5.3.5.3.1 Macroinvertebrados del bentos

El muestreo de macroinvertebrados se realizó utilizando una red Surber que cuenta con un marco metálico inoxidable de 30 x 30 cm de área y 250  $\mu$ m de apertura del ojo de malla. La red fue ubicada en diferentes puntos dependiendo de los sustratos del cuerpo de agua; debido a las diferencias en su morfología, este procedimiento tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

La red, fue ubicada sobre el sustrato en dirección contracorriente, extendiendo la malla en dirección aguas abajo y con el marco hacia arriba extendido, lo que permite que el agua entre sin obstáculos por la apertura. Se limpiaron suavemente los elementos que hacen parte del fondo del cuerpo de agua que estén delimitados por el marco (hojarasca, piedras, ramas, etc.). El profesional realizó 5 barridos por punto de muestreo, considerando los cinco sustratos más comunes en cuerpos de agua.

- Sustrato duro y corriente fuerte
- Sustrato duro y corriente moderada-lenta
- Vegetación acuática emergida de los márgenes de los ríos
- Macrófitas acuáticas
- Arena, grava o fango (Álvarez 2005)

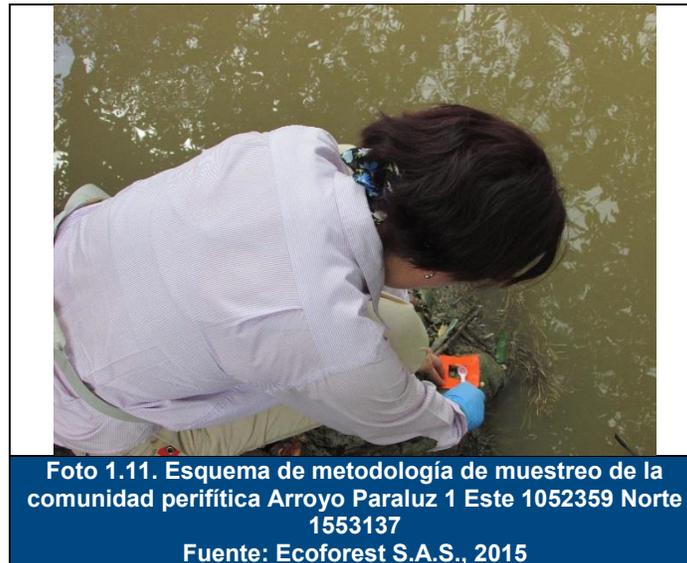
El material colectado como muestra compuesta fue almacenado en una bolsa plástica de calibre grueso con cierre hermético, preservado con alcohol al 70% y almacenado para su transporte después de ser etiquetado con los datos del punto de muestreo (Ver Foto 1.10).



#### 1.5.3.5.3.2 Algas del perifiton

Para el muestreo de algas del perifiton se ubicaron elementos del sustrato que sirven de puntos de fijación y establecimiento de algas, como piedras, hojarasca y detritos. Se retiraron los elementos a muestrear, teniendo presente no perder el material de estudio. Se realizó un raspado suave superficial sobre el sustrato utilizando un cuadrante de 7,82 cm<sup>2</sup> y un cepillo. Finalmente, se limpió suavemente el área del cuadrante y se almacenó el “pellet” en el frasco correspondiente.

Se realizaron 12 raspados por punto de muestreo, considerando los diferentes sustratos en el cuerpo de agua. La muestra se fijó con solución *Transeau* (6: agua, 3: alcohol 70%, 1: formol 20%), considerando el 20% del volumen total de la muestra. Esta muestra fue etiquetada y almacenada para su posterior análisis en laboratorio (Ver Foto 1.11).



#### 1.5.3.5.3.3 Plancton (zooplancton y fitoplancton)

Para la determinación de la composición y cuantificación del fitoplancton y zooplancton, se filtraron 100 litros de agua, mediante la red de muestreo de plancton tipo cono con una malla fina de 30 µm, para cada comunidad por aparte. Se tomó una muestra compuesta con agua de diferentes partes del cuerpo de agua, evitando el sesgo al momento de seleccionar los puntos de donde se colecte el agua. Al terminar de filtrar, la malla fue lavada con un atomizador con agua destilada; el material concentrado en el cono se almacenó en frascos de 120 ml y se preservó con solución *Transeau*, considerando un 20% del total del volumen de la muestra (Ver Foto 1.12).



#### 1.5.3.5.3.4 Macrófitas acuáticas

Para el muestreo de macrófitas se registró la cobertura de especies por medio de un cuadrante de 1 m<sup>2</sup> (1m x 1m), dividido en 4 sub-cuadrantes de 0,25m<sup>2</sup> (0,5m x 0,5m) basado en la metodología de cuadrantes de Braun-Blanquet.

El cuadrante se dispuso a lo largo de un transecto de longitud variable, dependiendo del área de cobertura de la vegetación en los diferentes puntos de monitoreo. Ver Foto 1.13.



#### 1.5.3.5.3.5 Ictiofauna

Se realizaron inspecciones visuales del respectivo cuerpo hídrico, con el fin de identificar posibles sitios donde se pudieran encontrar peces (remansos de agua, troncos caídos, zonas profundas, etc.). El muestreo se realizó por medio de atarraya realizando lances en diferentes sectores del cuerpo de agua (Ver Foto 1.14). En cada punto de monitoreo se realizó una (1) hora de esfuerzo de captura.



#### 1.5.3.5.4 Fase de laboratorio

##### 1.5.3.5.4.1 Macroinvertebrados del bentos

En el laboratorio, para cada muestra los organismos se aislaron del sustrato remanente mediante el uso de bandejas esmaltadas y posterior revisión con estereomicroscopio. Para el conteo fue revisada la totalidad de la muestra y los resultados se presentaron como número de individuos por metro cuadrado. Los organismos identificados fueron preservados en alcohol al 70% y guardados en frascos de vidrio debidamente rotulados.

Para la determinación taxonómica se empleó un estereomicroscopio convencional y las claves de Lopretto & Tell (1995), Merrit & Cummis (1984), Fernández & Domínguez (2002), Aristizábal (2002), Aristizábal (en prensa), entre otras. Los organismos fueron determinados a nivel de género y morfoespecie, según la caracterización de Ospina *et al.*, (1998). Finalmente, se hizo el conteo del número de ejemplares/morfoespecie con lo cual se construyó la base de datos para el análisis de la comunidad.

##### 1.5.3.5.4.2 Algas del perifiton

En la fase de laboratorio, todas las muestras del perifiton fueron observadas detalladamente con un microscopio invertido. La revisión de la muestra se hizo por medio

de una cámara Sedgwick-Rafter de 1ml, utilizando el método de conteo y barrido. El análisis cuantitativo se produce por medio de la relación entre el área raspada, el volumen de la muestra, el número de individuos contados por especie y el volumen total observado y el área del campo del microscopio. Para la identificación de las algas al nivel genérico, se utilizaron los trabajos de Bicudo & Bicudo (1970); Bourrelly (1972; 1981), Parra *et al.* (1982 -83) y Lopretto & Tell (1995), entre otros. Los datos para el perifiton fueron expresados como células/ml.

#### 1.5.3.5.4.3 Plancton (fitoplancton y zooplancton)

Para el fitoplancton se observó un volumen determinado por la abundancia y diversidad de la muestra, en cámara de sedimentación, utilizando el método de conteo y barrido. Posteriormente se observó al microscopio invertido y se realizó la determinación de los organismos presentes en la muestra hasta nivel de género, utilizando las claves taxonómicas e iconografías de Sala *et al.*, 2008, Castro & Bicudo, 2007, Bicudo & Menezes, 2006, Comas, 1996, Wehr & Sheath, 2003, Cox (1996), Tell, 1985 y Parra *et al.*, 1983.

Para el zooplancton se depositó 1 ml de cada una de las muestras previamente agitadas en una celda de conteo Sedgwick-Rafter y se observó en el microscopio óptico.

Los datos para el fitoplancton se expresaran como células/l y los de zooplancton como organismos/l.

#### 1.5.3.5.5 Procesamiento de análisis y resultados

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio para las comunidades hidrobiológicas se procedió al análisis que consistió en el procesamiento de datos a través de diferentes fórmulas, con el objetivo de conocer aspectos acerca de su composición y diversidad que permitan enriquecer el análisis ecológico de los cuerpos de agua estudiados y su estado actual.

##### 1.5.3.5.5.1 Medición de la diversidad

Para la medición de la diversidad alfa se utilizaron los siguientes índices propuestos por Magurran (1989). A continuación se presentan las fórmulas para el cálculo de los índices:

Índice de Shannon – Wiener: Se utilizan las siguientes expresiones:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Dónde:  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra.

De acuerdo con Wilhm y Dorris (1968) citado por Roldán (1996), un valor de diversidad  $H'$  superior a 3 indica que el agua está limpia, los valores entre 1 y 3 son característicos de agua ligeramente contaminada y los inferiores a 1 corresponden a agua intensamente contaminada. Sin embargo, esta interpretación ha sido empleada para ecosistemas boreales, donde la diversidad es inferior, y es más apropiado analizar el tipo de especies que conforman la comunidad hidrobiológica según su tolerancia a la contaminación y así determinar las condiciones del agua.

El índice de uniformidad  $E$  de Shannon – Wiener, se calcula usando:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Dónde:  $H'$  = Índice de Shannon

$S$  = Número de especies

Índice de Simpson: Es un índice de dominancia y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:  $p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  dividido entre el número total de individuos de la muestra. A medida que  $\lambda$  se incrementa, la diversidad decrece. La diversidad puede entonces calcularse como  $1 - \lambda$  o bien  $1/\lambda$ .

Este índice puede tomar un valor entre 0 y 1, donde un valor cercano a 1 indica que hay presencia de una o varias especies dominantes, es decir, que por sus características biológicas o adaptabilidad a las condiciones del ambiente, pueden tener una ventaja competitiva frente a las demás especies.

Índice de equidad de Pielou: Utiliza la siguiente ecuación:

$$J = \frac{H'}{H_{máx}}$$

Dónde:

$H'$  = Índice de Shannon – Wiener

$H_{máx} = \ln S$ .

### 1.5.3.5.6 Bioindicación

En general, todo organismo es indicador de las condiciones del medio en que se desarrolla, ya que de cualquier forma su existencia en un espacio y momento determinados responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Sin embargo, en términos más estrictos, un indicador biológico acuático se ha considerado como aquella especie o taxón cuya presencia y abundancia señala algún proceso o estado del sistema en el cual habita. Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua más que con procesos ecológicos o con su distribución geográfica. Es pertinente aclarar que más que a un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora (Arce, 2006).

En el presente caso se utilizó el método BMWP (Biological Monitoring Working Party) /Col que consiste en asignar un valor de bioindicación a cada una de las familias taxonómicas de Macroinvertebrados, los cuales para Colombia han sido previamente establecidos por Roldán-Pérez (2003). La sumatoria de los valores arroja el valor del índice BMWP.

La interpretación de los resultados se realiza de la siguiente manera, ver (Tabla 1.33).

Tabla 1.33. Escala de diagnóstico del BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	BMWP/COL	SIGNIFICADO
I	Buena	>100	Aguas muy limpias a limpias
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas
V	Muy crítica	< 16	Aguas fuertemente contaminadas

Fuente: Roldán Pérez (2003)

## 1.5.4 Metodología medio socioeconómico

### 1.5.4.1 Introducción

La propuesta metodológica que se presenta a continuación, se definió teniendo como referente, el marco normativo vigente, con relación a las comunidades asentadas en el área de influencia del proyecto UPME 01-2014 Subestación la Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, desde la perspectiva de la participación que le confiere la Constitución Nacional, la ley 99 de 1993, el Decreto 2820 de 2010, 2041 de 2014, y las demás leyes que le apliquen, de las cuales relacionamos más adelante en la presente propuesta.

Es así, como por un lado la propuesta metodológica permite construir a partir del conocimiento y participación de las comunidades, la caracterización el entorno social en el que se asientan los grupos humanos que harán parte del área de influencia indirecta y directa del proyecto.

Así mismo, se fundamenta en los términos de referencia LI-TER -1-01 del año 2006 para el sector de energía, tendido de las líneas de transmisión del sistema nacional de interconexión eléctrica, compuesto por el conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión que se proyecte operen a tensiones iguales o superiores a 220kV, expedidos en su momento por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial-MAVDT, actualmente denominado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible -MADS.

#### 1.5.4.2 Objetivo

Establecer los lineamientos metodológicos y procedimentales, para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental del proyecto UPME 01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, en lo concerniente al medio socioeconómico, lo cual permitirá, la identificación y el relacionamiento con los grupos de interés asentados en el área de influencia del proyecto, la descripción, caracterización y análisis del entorno socio económico, la identificación y evaluación de impactos y la formulación de medidas de manejo social orientadas a prevenir, mitigar, controlar y compensar los efectos que pueda generar el desarrollo del proyecto.

#### 1.5.4.3 Alcance

El alcance del Estudio de Impacto Ambiental para el medio socioeconómico del proyecto UPME-01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, abordará los siguientes aspectos:

- Localización político administrativa del proyecto en sus áreas de influencia (directa e indirecta)
- Lineamientos de participación con autoridades regionales, municipales, locales y comunidades organizadas
- Descripción, caracterización y análisis del entorno social:
  - ✓ Dimensión demográfica
  - ✓ Dimensión espacial
  - ✓ Dimensión económica
  - ✓ Dimensión cultural
  - ✓ Aspectos arqueológicos
  - ✓ Dimensión político organizativa
  - ✓ Tendencias del desarrollo
  - ✓ Información sobre población a reasentar
- Identificación y evaluación de impactos (sin proyecto y con proyecto)
- Plan de manejo ambiental- Medio socioeconómico
- Plan de seguimiento y monitoreo- Medio socioeconómico.

#### 1.5.4.4 Marco normativo

De acuerdo con la legislación y lo establecido en la Constitución Política Colombiana, existen mecanismos de participación ciudadana, que permiten a la población, la posibilidad de ejercer su participación en la toma de decisiones y acciones, frente a hechos que los puedan afectar en sus aspectos económicos, políticos, administrativos y culturales, con el fin de garantizar su intervención en el marco del bien colectivo y en defensa de los intereses comunes.

La normatividad se encuentra orientada al control, y contribuye especialmente en la construcción de una relación sociedad-Estado, donde las comunidades se consideran interlocutores, capaces de proteger su patrimonio, su espacio, su entorno y de desarrollar acciones tendientes a la conservación de su medio.

En concordancia con lo anterior, en La Tabla 1.34 se relaciona parte de los aspectos normativos que serán tenidos en cuenta para el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto UPME-01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, los cuales hacen referencia entre otros aspectos, a las disposiciones para el ámbito socioeconómico y de participación ciudadana, tomando como base fundamental la Constitución Política de Colombia.

**Tabla 1.34. Normatividad vigente para el ámbito socioeconómico y de participación ciudadana**

AUTOR	REGULACIÓN NORMATIVA	CONTENIDO ESPECÍFICO
Constitución Política de Colombia 1991	Título I Artículos 1 y 2 Título II, capítulo I, Artículo 41	Colombia es un Estado Social de Derecho, organizado en forma de república unitaria... democrática, participativa y pluralista... Son fines esenciales del Estado... facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan y en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación... ... se fomentarán prácticas democráticas para el aprendizaje de los principios y valores de la participación ciudadana.
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, -MAVDT	Términos de Referencia LI TER-1-01 de 2006, Acogidos por la resolución 1288 del 30 de Junio del 2006	Incluir la participación de las comunidades afectadas, desarrollando procesos de información y discusión de los impactos generados por el proyecto y medidas propuestas. Los resultados de este proceso, se consignarán en las respectivas actas, que permitan certificar el trabajo realizado con las comunidades.
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS	Decreto 2041 15 de Octubre de 2014 Título III, Artículo 15	Participación de las comunidades. "Se deberá informar a las comunidades el alcance del proyecto, con énfasis en los impactos y las medidas de manejo propuestas y valorar e incorporar en el estudio de impacto ambiental, cuando se consideren pertinentes, los aportes recibidos durante este proceso".  ... "Adicionalmente deberá darse cumplimiento a lo dispuesto en el Artículo 76 de la Ley 99 de 1993, en materia de consulta previa con comunidades Indígenas y negras tradicionales y al Decreto 1320 de 1998 o al que lo sustituya o modifique, en los casos en que se requiera".
Congreso Nacional de la	Ley 70 de 1993	Tiene por objeto reconocer a las comunidades negras que han

AUTOR	REGULACIÓN NORMATIVA	CONTENIDO ESPECÍFICO
República 27 de agosto de 1993		venido ocupando tierras baldías en las zonas rurales ribereñas de los ríos de la Cuenca del Pacífico, de acuerdo con sus prácticas tradicionales de producción, el derecho a la propiedad colectiva, de conformidad con lo dispuesto en los artículos siguientes. Así mismo tiene como propósito establecer mecanismos para la protección de la identidad cultural y de los derechos de las comunidades negras de Colombia como grupo étnico, y el fomento de su desarrollo económico y social, con el fin de garantizar que estas comunidades obtengan condiciones reales de igualdad de oportunidades frente al resto de la sociedad colombiana.
Congreso Nacional de la República 31 de mayo de 1994	Ley 134 de 1994	Mecanismos de Participación comunitaria
Ministerio del Interior- Julio 13 de 1998. Dirección de Asuntos Indígenas, ROM y Minorías-Dirección Consulta Previa	Decreto 1320/1998	Reglamenta la consulta previa con las comunidades indígenas y negras para la explotación de los recursos naturales dentro de su territorio.
Congreso Nacional de la República junio 05 de 2002	Ley 743 de 2002	Por la cual se desarrolla el artículo 38 Constitución Política de Colombia en lo referente a los organismos de acción comunal".
Presidencia -07 de noviembre de 2013	Directiva Presidencial No. 10 Guía Para la Realización de Consulta previa	El Ministerio del Interior a través de la Dirección de Consulta Previa, deberá seguir las etapas previstas en la Guía para la realización de la Consulta previa con comunidades étnicas.
Congreso Nacional de la República noviembre 18 de 2003	Ley 850 de 2003	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, -MAVDT-08 de febrero de 2007. Hoy MADS	Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
Congreso Nacional de la República marzo 12 de 2008	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.
Congreso Nacional de la República Junio 30 de 2015	Ley 1755 del 2015	"Por medio de la cual se regula el derecho fundamental de petición y se sustituye un título del código de procedimiento administrativo y de lo contencioso administrativo"
Congreso Nacional de la República Julio 06 de 2015	Ley 1757 del 2015	"Por la cual se dictan disposiciones en materia de promoción y protección del derecho a la participación democrática"

Fuente: Constitución política 1991, Términos de referencia LI TER-1-01 de 2006, Decreto 2820 de 2010.

#### 1.5.4.5 Desarrollo

Para la construcción del medio socioeconómico en el Estudio de Impacto Ambiental - Proyecto UPME 01 – 2014 Subestación La Loma 500 kV y sus Líneas de Transmisión Asociadas, se tendrá en cuenta información secundaria existente y disponible de cada una de las unidades territoriales y asentamientos humanos identificados y localizados en

las áreas de influencia directa, indirecta y puntual, así como todo el proceso de trabajo de recolección de información primaria que se obtendrá, mediante la interacción con las partes interesadas (autoridades locales, grupos focales comunitarios y/o líderes comunitarios que representan a la población, comunidad en general y propietarios de predio), lo cual permitirá identificar elementos para la construcción del estudio en todos sus apartes, desde lo social.

Para el desarrollo de la propuesta metodológica, se tendrán en cuenta tres etapas que se describen a continuación:

#### 1.5.4.5.1 Consulta de información secundaria. Etapa pre-campo

Esta etapa, se constituye, en el conjunto de acciones y aspectos que deben ser desarrollados previo a cualquier relacionamiento o interacción con los actores sociales e institucionales (comunidades y autoridades locales).

La planeación de instrumentos y actividades en la etapa pre-campo, están orientadas hacia la generación de un escenario social favorable para el estudio, buscando el establecimiento de relaciones armónicas con la comunidad y autoridades locales del área de influencia y/o con la construcción de escenarios sin conflicto; fortaleciendo además, los procesos de divulgación y comunicación, que brinden la posibilidad de adelantar una adecuada gestión social y de relacionamiento favorable con el entorno.

La Tabla 1.35 que a continuación se detalla describe las actividades a desarrollar en la etapa pre-campo, así:

**Tabla 1.35. Actividades desarrolladas antes de salir a campo**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
Definición áreas de influencia del estudio.	Con apoyo de la base cartográfica disponible y el uso de herramientas como imágenes satelitales para el referenciado estudio, se buscará identificar de manera preliminar las unidades territoriales y/o asentamientos humanos ubicados dentro del área de influencia directa, teniendo en cuenta que el proceso constructivo y operativo del proyecto, se circunscribe desde el área de influencia indirecta, sobre la jurisdicción del Municipio El Paso – Departamento del Cesar.
Búsqueda y levantamiento de información secundaria	Para la consecución de la información secundaria se realizará la búsqueda de documentos existentes de la unidad territorial a nivel municipal documentos tales como: Planes de Desarrollo, EOT, entre otros.
Elaboración de oficios con contenidos de: presentación del proyecto, solicitud de información y convocatoria al proceso de información del EIA de La Loma.	Construir los oficios de presentación del proyecto, solicitud de información a los diferentes grupos de interés o partes interesadas, necesarios para la obtención de información sea de carácter primario y/o secundario. Oficios elaborados para revisión y/o ajustes por parte de EEB y la respectiva gestión por parte de la consultoría Ecoforest. Ver Anexo 7. Social Oficio Información General de inicio del Estudio de Impacto Ambiental, dirigido a la alcaldía, personería, presidente de concejo municipal, personería y presidente de JAC. Ver Anexo 7. Social Oficio solicitud de información, dirigidas a las

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	diferentes dependencias o secretarías de las alcaldías municipales. Ver Anexo 7. Social Oficio convocatoria de reuniones, dirigidas a los diferentes grupos de interés tanto del área de influencia directa como indirecta.
Construcción de presentación en Power Point contenido del proceso de información	Se elaborarán cada una de las presentaciones de las reuniones o talleres a desarrollar en el marco del proceso de información y participación del EIA del proyecto UPME-01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas; de acuerdo con los lineamientos establecidos por EEB.
Construcción de formatos para levantamiento de información primaria- Entrevista estructurada-. Ficha barrial, ficha predial y formato de ayuda memoria de reunión/ ayuda memoria de taller y registro de asistencia.	Se diseñarán cada uno de los instrumentos para proceso de recolección de información primaria; así como los formatos soportes de reuniones y talleres a realizar, para revisión y validación por parte de EEB. Para la aplicación de la entrevista estructurada dirigida a líderes comunitarios, se diseña un instrumento para capturar información básica atendiendo a lo establecido en los términos de referencia LITER-1-01 para revisión y validación por parte de EEB. Ver Anexo 7. social Ficha Socioeconómica Así mismo, se diseña instrumento de recolección de información predial, para revisión y validación por parte de EEB. Ver Anexo 7. Social Ficha Predial. Se elabora formato de ayuda memoria de reunión/ayuda memoria de taller con su respectivo formato de registro de asistencia. Ver Anexo 7. Social Ayuda Memoria/reuniones.
Construcción metodología taller de Impactos con comunidad	Se elaborará la metodología de trabajo participativo a desarrollar con las comunidades identificadas en el área de influencia directa del estudio, para la identificación de impactos. Ver Anexo 7. Social Metodología taller de impactos
Establecimiento de reuniones con EEB y su coordinación Social	La consultoría social de Ecoforest S.A.S estará presta a atender los acercamientos que se consideren adelantar con EEB, previo a la salida de campo, con el fin de adelantar la gestión social del estudio de manera articulada, según lineamientos de responsabilidad global de la empresa contratante como de la empresa contratista.
Contratación de mano de obra local	Previo a la salida de campo y de acuerdo con los requerimientos que demande el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto UPME-01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas se coordinará base Bogotá, las necesidades de personal local, atendiendo a lineamientos que en este sentido indique EEB, dentro de su política y procedimientos de oportunidades laborales, y, bajo la normatividad laboral vigente.

Fuente: Ecoforest S.A.S, 2015

#### 1.5.4.5.2 Trabajo de campo. Etapa de campo

Esta etapa comprende el trabajo de campo propiamente realizado en el área de estudio en el marco del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto UPME 01 – 2014 Subestación La Loma 500 kV y sus Líneas de Transmisión Asociadas, el cual está orientado al acercamiento y relacionamiento inicial con autoridades y comunidades, recolección de información primaria y secundaria en las oficinas municipales, convocatoria y reuniones con autoridades municipales, Juntas de Acción Comunal y comunidades de las unidades territoriales identificadas en el área de influencia indirecta y directa del proyecto.

Como estrategia inicial de acercamiento con las partes interesadas e identificadas en las áreas de influencia indirecta y directa del proyecto UPME-01-2014 Subestación La Loma 500 kV y Líneas de Transmisión Asociadas, se proyecta realizar tres grandes actividades que permitirán la aplicación de los lineamientos de participación establecidos en los términos de referencia dirigidos a autoridades y comunidades organizadas. Las cuales se detallan en la Tabla 1.36.

**Tabla 1.36. Actividades desarrolladas en la etapa de campo**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<p>Presentación de la Empresa y Contratistas para la realización del EIA La Loma</p>	<p>Se establecerá contacto inicial con las autoridades locales identificadas, de jurisdicción de donde se ubica el proyecto de interés.                      Contacto que tendrá como propósito informar sobre la adjudicación de la convocatoria por parte de la UPME, presentar a la Empresa de Energía de Bogotá – EEB- y al contratista encargado de realizar el Estudio de Impacto Ambiental Proyecto UPME 01 – 2014 Subestación La Loma 500 kV y sus Líneas de Transmisión Asociadas.</p>
<p>Reuniones de Información y participación</p>	<p>En el marco de lineamientos de participación, el EIA define tres momentos para el proceso de información:</p> <p><b>Primer Momento:</b></p> <p>➤ <b>Proceso de Información con autoridades locales:</b></p> <p>Para adelantar este proceso se concertará lugar y hora de reunión acorde a la disponibilidad de las autoridades locales.</p> <p>Se espera adelantar las reuniones de información con autoridades locales en las instalaciones de la alcaldía o dependencia asignada.</p> <p><b>Segundo Momento</b></p> <p>➤ <b>Proceso de Información y taller de impactos con líderes y/o comunidades:</b></p> <p>Una vez adelantado el proceso de información con autoridades locales, se realizarán los contactos pertinentes con las unidades territoriales asentadas en el área de influencia directa del proyecto.</p> <p>El desarrollo de estas reuniones contará con la presentación institucional de la Empresa responsable del proyecto EEB, y descripción detallada del proyecto, realizando una contextualización del sector eléctrico; alcances, obras y actividades, demandas de recursos, ubicación del trazado, ubicación del proyecto, metodologías constructivas, etapas del proyecto, proceso de licenciamiento, actividades generales del proyecto e identificación de impactos, abriendo a sí mismo el espacio, para que la comunidad asistente participe, dando a conocer sus inquietudes y observaciones, las cuales se atenderán de manera oportuna por parte de los representantes de las empresas participantes.</p> <p>Así mismo, en esta reunión se realizará el taller de impactos con la comunidad; taller que busca identificar de manera participativa los posibles impactos positivos y/o negativos que el desarrollo del proyecto, genere sobre el entorno social y ambiental en sus fases constructivas y operativas.</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	<p><b>Tercer Momento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Socialización de principales resultados del estudio</b></li> </ul> <p>Este último momento corresponde a la presentación de los resultados que arrojó la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental en sus diferentes componentes dirigidas a autoridades regionales, locales y ambientales, a líderes y comunidades y a propietarios identificados en el área puntual del estudio. Presentación que se adelantará para cada grupo de interés identificado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Proceso de Información con Autoridades Ambientales:</b></li> </ul> <p>Dando alcance al proceso de lineamientos de participación, se realizará el proceso de información con las autoridades ambientales, que tienen jurisdicción en el área del Estudio de Impacto Ambiental Proyecto UPME 01 – 2014 Subestación La Loma 500 kV y sus Líneas de Transmisión Asociadas, siendo para este caso CORPOCESAR-. Proceso que tendrá como objeto informar, el alcance, las obras y actividades generales del proyecto, las demandas de recursos y el proceso de licenciamiento.</p> <p>Proceso de información con propietarios identificados en el área puntual del proyecto:</p> <p>Se adelantará el acercamiento puntual con propietarios de predio localizados sobre el corredor de estudio con el fin de informarle de manera presencial los alcances del estudio y actividades proyectadas</p>
<p>Recolección de Información en Campo-</p>	<p><b>Información Secundaria</b></p> <p>Paralelo al proceso de presentación del proyecto, de la empresa adjudicataria del mismo EEB y la empresa contratista de los estudios ambientales Ecoforest, radicaran los oficios de solicitud de información y diagnósticos municipales ante la alcaldía circunscrita dentro del área de influencia indirecta del proyecto y sus diferentes dependencias (Alcaldía Municipal de El Paso)</p> <p><b>Información primaria</b></p> <p>De igual forma, se realizará el proceso de recolección de información primaria, el cual se adelantará con representantes de cada una de las Junta de Acción Comunal -JAC- de las unidades territoriales identificadas como área de influencia directa del proyecto, aplicando la ficha barrial.</p> <p><b>Logística para el desarrollo del trabajo de campo</b></p> <p><u>Ayudas tecnológicas y audiovisuales:</u> Se dispondrá de equipos como Video Beans, telón, video cámara, computador portátil, cámara fotográfica y GPS. Se tendrá la opción de impresión de la presentación en tamaño pliego.</p> <p><u>Suministro de Refrigerios y Almuerzos:</u> Se suministrarán refrigerios y almuerzos según temporalidad en el desarrollo de las reuniones y/o talleres a adelantar. Su buscará en lo posible que la gestión de este suministro pueda ser preparado por la misma comunidad identificada en el proyecto.</p> <p><u>Recursos:</u> El recurso humano para la realización de estos encuentros estará conformado por dos profesionales de la EEB (Coordinadora Social e Ingeniero Ambiental) y por dos profesionales de la empresa contratista para</p>

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
	<p>la elaboración del EIA Proyecto UPME 01 – 2014 Subestación La Loma 500 kV y sus Líneas de Transmisión Asociadas (Profesional Social y Profesional Ambiental).</p> <p><b>Evidencias y/o soportes de las actividades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Radicados de los oficios en la alcaldía local (solicitud de información secundaria, solicitud de espacios de reunión de socialización y convocatoria al equipo de gobierno).</li> <li>➤ Oficios de convocatoria a líderes /representantes de las comunidades</li> <li>➤ Ficha barrial diligenciada con los líderes de las comunidades.</li> <li>➤ Ficha predial con propietarios de predios a intervenir.</li> <li>➤ Registro fotográfico de las reuniones con los líderes de las comunidades, comunidad y autoridades locales.</li> <li>➤ Ayuda memoria de las reuniones con los líderes de las comunidades, comunidad y autoridades locales.</li> <li>➤ Listado de asistencia según reuniones celebradas con comunidad y autoridades.</li> <li>➤ Carteleras de identificación de impactos.</li> </ul>

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### 1.5.4.5.3 Procesamiento de información y resultados. Etapa Post- Campo

En esta etapa se se realizará la recopilación y análisis de la información secundaria y la información primaria capturada durante el trabajo de campo, a partir de la cual se construirá el documento final del medio socioeconómico que responderá a lo establecido en los términos de referencia LI-TER-1-01; tal y como me describe en la Tabla 1.37.

**Tabla 1.37. Actividades a desarrollar en la etapa de procesamiento de información y resultados**

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN
<p>Procesamiento y análisis de la Información primaria y secundaria obtenida.</p>	<p>A partir de la información secundaria recolectada durante las etapas de pre-campo y campo, y la información primaria recopilada durante el trabajo realizado de manera conjunta con líderes comunitarios de las unidades territoriales identificadas en el área de influencia directa e indirecta del estudio, se procederá a elaborar los productos requeridos acorde a los términos de referencia LI-TER-1-01.</p>
<p>Consolidación de soportes documentales; documental de soportes diligenciados en campo.</p>	<p>Se organizará como entregables finales la siguiente documentación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Soportes físicos de formatos diligenciados con los líderes comunitarios y propietarios - Ficha Veredal – Ficha predial</li> <li>➤ Soportes: Ayuda memoria de reunión y registros de asistencia en desarrollo de procesos de socialización que sustentarán los lineamientos de participación.</li> <li>➤ Registros fotográficos - evidencia de la gestión social adelantada.</li> <li>➤ Oficios de convocatoria gestionados.</li> <li>➤ Registro fotográfico, entre otros.</li> </ul>
<p>Elaboración de producto final</p>	<p>Con base en los insumos generados en campo, resultado del trabajo adelantando con autoridades y comunidades, se consolidará y sistematizará la información, para la elaboración del documento final, dando respuesta a lo planteado en la propuesta metodológica, al nivel de alcance.</p>

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### 1.5.5 Metodología para arqueología

Con el fin de verificar el potencial arqueológico de la zona de afectación directa del proyecto, el trabajo de campo estuvo amparado bajo la autorización de intervención arqueológica N°. 5241 del 29 de septiembre del 2015, aprobada por el Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), a cargo de un equipo conformado por una arqueóloga, un arqueólogo de apoyo en campo, un auxiliar de campo y siete (7) trabajadores del área, encargados de la apertura y cierre de los pozos de prospección.

La metodología aplicada en el desarrollo de las actividades de prospección, buscó registrar el material arqueológico que pudiera ser evidenciado en el área de interés, la cual abarcó un área de 38 ha, por lo tanto el trabajo estuvo dividido en tres etapas:

- Recopilación y análisis de la información secundaria mediante la revisión bibliográfica existente a nivel ambiental, etnohistórico, histórico, arqueológico y cartográfico.
  - ✓ Elaboración y radicado del documento de solicitud de intervención
  - ✓ Elaboración de fichas de campo

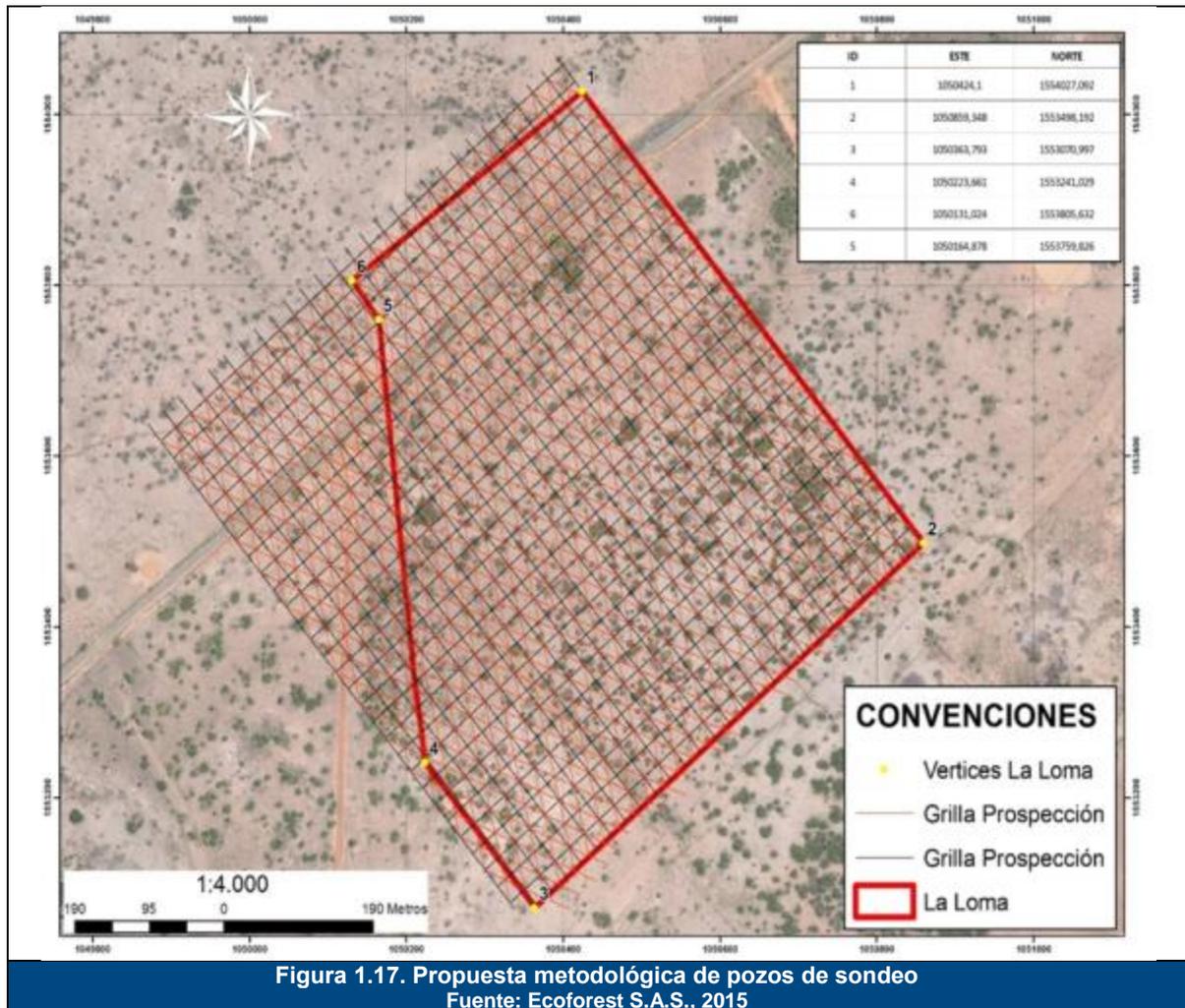
La segunda fase (trabajo de campo), se enfocó en el desarrollo de las actividades de prospección arqueológica, para lo cual fue necesario realizar las siguientes actividades.

- Charla; se dictó previamente al inicio del trabajo de campo a todo el equipo de apoyo, con el fin de impartir la información necesaria para la realización de la actividad, especificando la importancia de la arqueología, de la actividad que se realizó Foto 1.15.

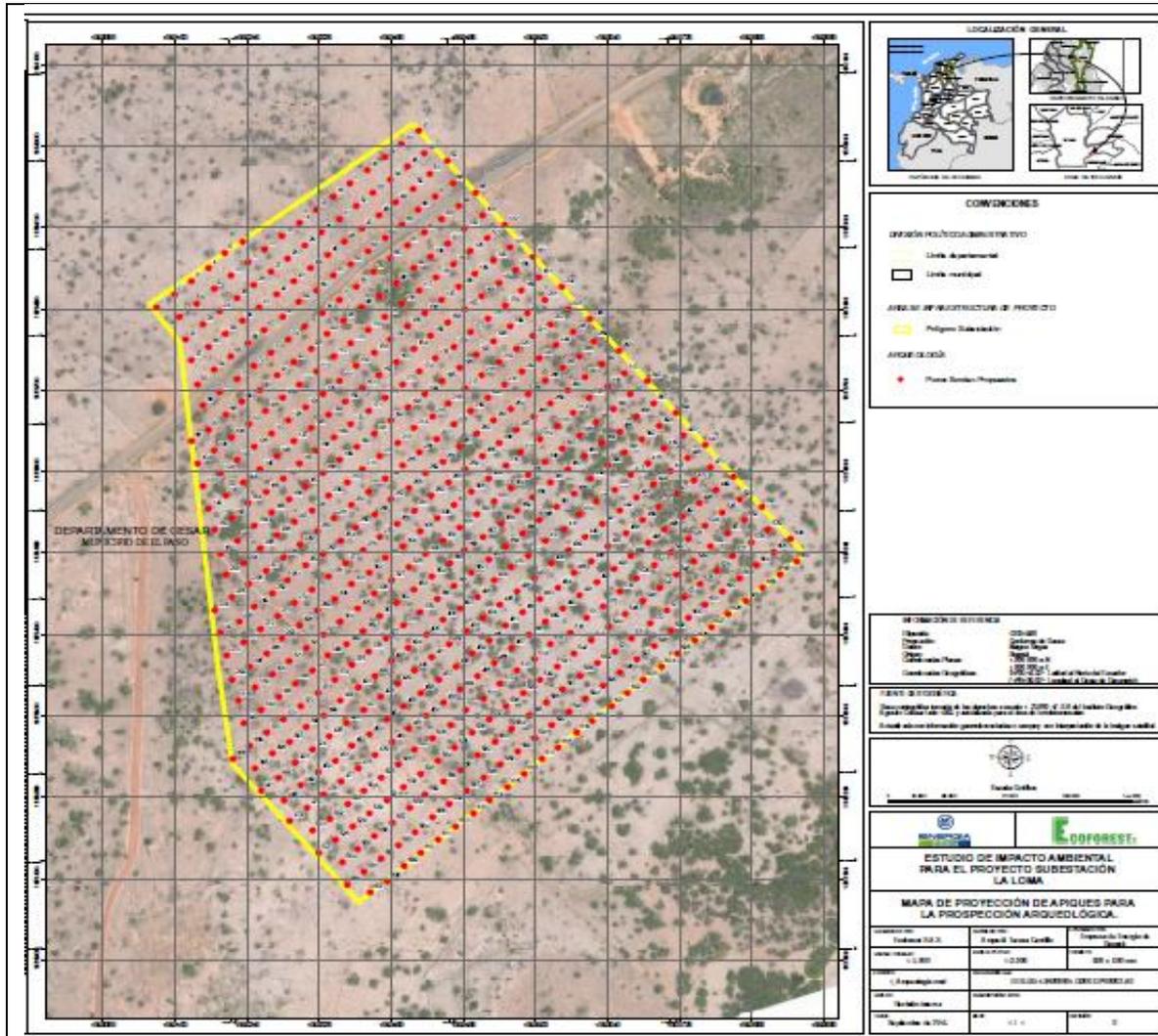


- Inspección general del área y registro de los perfiles expuestos.

- Prospección sistemática mediante retícula triangular de la totalidad del área, donde se localizaron los puntos georreferenciados para su posterior señalización, apertura, revisión, registro fotográfico y georreferenciación de los 640 pozos de sondeo.
- La distancia propuesta se mantuvo de acuerdo con la metodología aprobada por el ICANH, hubo variación en la profundidad debido a las condiciones evidenciadas en el terreno (dureza, rocosidad etc.) y en la numeración de los pozos de sondeo inicialmente planteada, la cual por facilidad en los recorridos de las hileras a prospectar Figura 1.17.



La Figura 1.18, muestra la forma como se hizo la proyección de los pozos de sondeo, mediante retícula triangular, localizando los pozos de prospección cada 35 m.



**Figura 1.18. Reticula metodológica de prospección arqueológica**  
 Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

- Registro fotográfico geo-referenciado de cada una de las pruebas realizadas.
- Entrevistas informales al personal local, indagando sobre la información de tipo arqueológico (tenencia de piezas, lugares reconocidos etc.).
- Fue necesaria la realización del laboratorio arqueológico, debido a que no se hallaron elementos arqueológicos, que requirieran del desarrollo del mismo.

**Análisis de la información obtenida en campo**

- Con los resultados de la prospección arqueológica, se elaboró mapa de potencial arqueológico, Informe Final y propuesta de Plan de Manejo Arqueológico, el cual será

de obligatorio cumplimiento por parte de la empresa constructora, una vez aprobado por el ICANH.

## 1.5.6 Metodología para zonificación ambiental

### 1.5.6.1 Aspectos metodológicos

La zonificación ambiental del proyecto se realizó tomando como referencia la caracterización socioambiental del área de influencia del proyecto, así como la legislación ambiental vigente; con base en esta información, se efectuó un análisis integral de los medios abiótico, biótico y socioeconómico, con el fin de realizar la zonificación ambiental, determinando la importancia y la sensibilidad ambiental del área, en su condición sin proyecto. Se analizaron las condiciones actuales de cada uno de los medios en cuanto a su fragilidad y vulnerabilidad ante la posibilidad de una intervención y su capacidad de retornar a sus condiciones iniciales.

Para realizar la zonificación ambiental se adoptaron las siguientes definiciones:

- **Importancia:** Es el grado de utilidad de las unidades físicas, bióticas o sociales en el área de estudio.
- **Sensibilidad:** Es el grado de fragilidad y vulnerabilidad de las unidades físicas, bióticas o sociales.
  - **Fragilidad:** Cualidad de perder el estado original con facilidad.
  - **Vulnerabilidad:** Mide la respuesta de las unidades abióticas, bióticas y socioeconómicas ante cualquier perturbación del medio.

La calificación de la sensibilidad e importancia se realizó con base en los criterios de fragilidad, vulnerabilidad y utilidad, consignados en la Tabla 1.38.

**Tabla 1.38. Criterios de calificación de sensibilidad / importancia para obtener la zonificación ambiental**

CALIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL		
CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN	CALIFICACIÓN SENSIBILIDAD / IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN
MUY BAJO	1	Son elementos del medio que tienen <u>poca Sensibilidad</u> (Fragilidad y Vulnerabilidad), al desarrollo de actividades antrópicas. Son poco susceptibles a ser modificados por el desarrollo de actividades externas, pudiendo retornar a las condiciones originales casi de forma inmediata, una vez finalizada la actividad generadora del cambio, sin la necesidad de intervención externa al medio. Este tipo de elementos presentan <u>muy bajos niveles de utilidad y capacidad para generar bienes y servicios sociales y ambientales</u> para las unidades abiótica, biótica o socioeconómica, por lo que no presentan variaciones en su potencialidad de prestación de servicios al ser intervenidos.
BAJO	2	Son elementos del medio que presentan <u>poca Sensibilidad</u> a ser intervenidos o

CALIFICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ZONIFICACIÓN AMBIENTAL		
CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN	CALIFICACIÓN SENSIBILIDAD / IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORÍA DE ZONIFICACIÓN
		<p>modificados, pero a diferencia del caso anterior, su recuperación requiere de un tiempo mayor para conseguir las condiciones iniciales. Se considera un tiempo corto de recuperación.</p> <p>Presentan niveles de <u>utilidad y capacidad de generación de bienes y servicios bajos</u> para las unidades abiótica, biótica o socioeconómica. Al ser intervenidos posiblemente no sufran una alteración en su capacidad de oferta en el corto plazo. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el mediano plazo y se requiere implementar acciones de prevención.</p>
MODERADO	3	<p>Son elementos que presentan <u>relativa facilidad</u> para ser intervenidos o modificados y para su recuperación requieren de intervención humana, bien sea con medidas de manejo ambiental, medidas mitigación o mediante la inducción de acciones de recuperación, logrando su retorno a las condiciones iniciales en el mediano plazo.</p> <p>Representan <u>niveles moderados de utilidad y capacidad para generación de bienes y servicios</u> para las unidades abiótica, biótica o socioeconómica y al ser intervenidas reflejan una leve disminución de tal capacidad.</p>
MEDIO	4	<p>Esta categoría de zonificación corresponde a elementos que tienden a mantenerse en <u>condición de equilibrio</u>, presentando un mayor grado de Fragilidad y Vulnerabilidad a ser modificados o transformados por acciones externas. Estos elementos no consiguen su recuperación por medios naturales, siendo necesaria la implementación de medidas de manejo de prevención, control, mitigación o recuperación, la cual ocurre por mecanismos o acciones humanas.</p> <p>Representan <u>niveles medios a altos de utilidad y capacidad para generación de bienes y / o servicios</u> para las unidades abiótica, biótica o socioeconómica.</p>
ALTO	5	<p>Son elementos del medio <u>altamente susceptibles</u> a ser transformados o intervenidos por acciones antrópicas y con baja capacidad de recuperación por medios naturales. Para su recuperación se requieren <u>medidas de mitigación y corrección, con resultados visibles en el largo plazo</u>.</p> <p>Representan <u>niveles altos de utilidad y capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales</u> para las unidades abiótica, biótica o socioeconómica, y al ser intervenidas reflejarán una alteración temporal de su capacidad de oferta en el corto plazo, la cual puede ser restaurada con acciones de manejo de mediano plazo.</p>
MUY ALTO	6	<p>Son elementos del medio que exhiben condiciones de sensibilidad y fragilidad ecológica <u>muy alta</u>, la cual puede haber sido previamente declarada mediante acciones de protección o delimitación en categorías especiales de protección, dada su importancia y servicios ecosistémicos. Pueden tener una baja resistencia a sufrir cambios por acciones humanas, sin embargo se logra su recuperación en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación.</p> <p>Así mismo, se consideran elementos que tienen <u>poca capacidad de recuperación</u> y su manejo se asocia a medidas de corrección y/o compensación para el caso de alteraciones de tipo irreversible. Sus resultados se observan en el largo plazo.</p>

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

La anterior calificación de Importancia y Sensibilidad (Fragilidad y Vulnerabilidad), se desarrolló en el área de influencia indirecta del proyecto, para las variables que se presentan en la

Tabla 1.39.

Tabla 1.39. Componentes y variables del modelo de la zonificación ambiental

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
ABIÓTICO	Geotecnia	<p>Dentro de la caracterización del medio abiótico la construcción del mapa de geotecnia se generó a partir de un ejercicio de interacción que comprendió la evaluación de sub variables que hacen parte de los componentes geológico, geomorfológico, suelos, pendientes y sismicidad.</p> <p>Dentro del ejercicio, cada una de las anteriores variables fue calificada bajo una escala numérica que determinó las condiciones de mayor susceptibilidad asociada, al igual que definió el escenario de mejor condición asociada.</p> <p>La sectorización geotécnica del área de influencia conformó sectores de comportamiento similar, basados en las condiciones geomorfológicas, litología, erodabilidad, pendiente y sismicidad, abanico de variables que definen “zonas homogéneas” como factores intrínsecos que inciden en la respuesta del terreno natural frente a su utilización para la construcción de cualquier obra de ingeniería.</p> <p>Para establecer la categoría de zonificación de cada unidad, la variable considerada para la calificación fue la de Estabilidad Geotécnica, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Calificado como el grado de utilidad que ofrecen las unidades geotécnicas para la conservación de las condiciones actuales del medio. Se asigna un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Considerando la facilidad con que las unidades identificadas en el mapa pueden variar su nivel de estabilidad ante la presencia de actividades antrópicas. Se asigna un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Se considera como criterio de calificación la capacidad de respuesta que ofrece cada una de las unidades geotécnicas para retornar a las condiciones iniciales ante cualquier intervención del medio. Se asigna un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	Conflictos de uso del suelo	<p>El objetivo de la delimitación de las áreas con conflictos es identificar los suelos con usos inapropiados, con el fin de alertar sobre los riesgos que tienen estas áreas, de tal manera que los planificadores tomen decisiones y ejecuten los correctivos necesarios, orientados hacia la sostenibilidad en el uso de las tierras, asegurando la perpetuidad de la función social del recurso, es decir satisfacer las necesidades de alimento de las generaciones actuales y futuras.</p> <p>La determinación de los usos adecuados y los conflictos de uso de las tierras de la zona de estudio, proviene de la confrontación de</p>

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
		<p>las unidades de uso potencial de los suelos y la demanda o uso actual, representada por la cobertura y uso de las tierras.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Conflictos de uso de la tierra, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Considerando los niveles de sobreutilización que presenta el suelo. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Tomando en consideración la susceptibilidad del suelo a ser deteriorado como consecuencia del uso actual. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Está en función de la capacidad que presenta cada unidad de suelo para recuperarse. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b></li> </ul>
	<p><b>Amenazas</b></p>	<p>Para el ejercicio de zonificación se consideraron las unidades de amenaza por inundación y remoción en masa.</p> <p>Los fenómenos de remoción en masa incluyen los movimientos de suelo o roca inducidos por la acción de la gravedad y en algunos casos de la presencia de agua. Su evolución está ligada a las características litológicas, el grado de meteorización, la disposición estructural de los materiales, las características topográficas del terreno y el clima imperante que puede incidir en el contenido de humedad de los materiales. Como fenómenos de remoción en masa se agrupan la reptación de suelos, los flujos, los deslizamientos de material superficial, los volcamientos, los deslizamientos (Rotacionales y traslacionales), la expansión de terrenos, y las combinaciones que se puedan dar de estos fenómenos.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Amenazas por Remoción en Masa, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Se encuentra relacionada con la magnitud del posible evento de deslizamiento en cada unidad de relieve. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Se establece como la susceptibilidad de la unidad de relieve a la ocurrencia de un evento de remoción en masa. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Considerada como la capacidad de las unidades de relieve para resistir los fenómenos de remoción en masa y recuperarse. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul> <p>La amenaza por inundación identifica las zonas en las cuales comúnmente se presentan este tipo de fenómenos producto de las condiciones climáticas, topográficas o como resultado de intervención antrópica.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Amenazas por Inundación, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p>

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> La importancia se relaciona con la posibilidad de desarrollar actividades antrópicas en una determinada área. El porcentaje de priorización toma un valor del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Asociada al potencial de daño ocasionado a los elementos que se encuentren alrededor, toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Se presenta como la capacidad de retornar a las condiciones iniciales luego de sucedido el proceso de inundación, al igual que la fragilidad toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Hidrogeología</b></p>	<p>En la zona donde se localiza el proyecto, la evaluación de las aguas subterráneas se ha desarrollado mediante el análisis de oferta para abastecimiento de la población, ya que se trata de una región donde las fuentes superficiales no son de carácter permanente y en las áreas costeras hace que se dificulte el acceso al recurso.</p> <p>Los estudios regionales desarrollados sobre temas hidrogeológicos resaltan la importancia que representa la identificación de acuíferos no salobres apropiados para la explotación de aguas subterráneas potables.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Hidrogeología, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Posibilidad de utilizar las unidades hidrogeológicas como fuente de abastecimiento de aguas subterráneas por parte de la población. El porcentaje de priorización toma un valor del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Susceptibilidad al deterioro en la cantidad y calidad de las aguas subterráneas por eventos externos. Toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Capacidad de la unidad hidrogeológica para recuperar caudales y calidad de aguas ante eventos antrópicos. Toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Paisaje</b></p>	<p>Las ciencias relacionadas con el hombre, denominan el paisaje, como las huellas de la actividad humana, la cual encuentra en el medio natural una fuente de recursos y un lugar para modificar y adecuarlo a sus necesidades (Morláns, 2005).</p> <p>Se incluyó el paisaje en los mapas de cruce para zonificación, considerando que la alteración del paisaje es uno de los impactos que puede trascender los límites de los frentes de obra y determinó para algunos aspectos la delimitación del área de influencia indirecta.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Unidades de Paisaje, considerando los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Calidad visual de la unidades de paisaje. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Susceptibilidad al deterioro de la calidad visual por</li> </ul>

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
		<p>efecto de actividades antrópicas. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Capacidad de recuperación de la calidad visual del paisaje. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
BIÓTICO	Cobertura de la tierra	<p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Cobertura de la tierra, incluyendo todas las unidades que fueron identificadas de acuerdo con la metodología Corine Land Cover y con base en los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Está en función de los servicios ambientales que potencialmente puede brindar cada cobertura. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Considerada en función de la susceptibilidad al daño que puede sufrir cada una de las coberturas frente a eventos naturales o antrópicos. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Se establece de acuerdo con la capacidad de asimilar las actividades externas y recuperar sus condiciones iniciales. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	Áreas de Importancia Ambiental	<p>En la zonificación ambiental adquiere relevancia la identificación y calificación de áreas de importancia ambiental, para cuya determinación se consultaron las siguientes fuentes: Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio El Paso, áreas registradas en SINAP, SIRAP, AICAS, Ramsar, RNSC, Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015 (Artículo 2.2.1.1.18.2. Protección y conservación de los bosques). Si bien es cierto la ANLA en su comunicación 2015043254-2-000 del 18 de agosto de 2015, solicita considerar el Plan de Ordenación y Manejo del río Cesar, este aún no ha sido adoptado, se encuentra en proceso de elaboración. La información identificada se incluyó en la cartografía y se analizó de acuerdo con los siguientes criterios:</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Áreas Sensibles, de acuerdo con los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Calificada de acuerdo con la función ecológica que potencialmente puede ofrecer cada una de las áreas consideradas, teniendo en cuenta la comparación entre ellas. Su porcentaje de priorización corresponde al <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Se entiende como el daño que pueden sufrir las áreas consideradas frente a eventos naturales o de carácter antrópico. Se asigna un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Corresponde a la capacidad de recuperación que poseen las áreas para retornar a su condiciones iniciales luego de cualquier intervención natural o antrópica. Se asigna un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
SOCIOECONÓMICO	Concentración poblacional	<p>Se tomó la densidad poblacional como parámetro para establecer la concentración poblacional que pudiera existir en la zona de estudio.</p>

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
		<p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Densidad Poblacional, de acuerdo con los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Considerando que a mayor cantidad de población por km<sup>2</sup> mayor necesidad de implementación de medidas, de políticas de atención, de demanda de servicios, entre otras. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Proporcional a la dinámica que se presenta en la importancia, se considera un territorio socialmente sensible donde se presenta mayor concentración poblacional, porque se verían más afectados ante un evento natural o antrópico. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Se considera que a mayor cantidad de población se presenta mayor afectación si se genera un cambio y menor será la capacidad de retornar a las condiciones iniciales. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	<p><b>Áreas de producción económica</b></p>	<p>La identificación de áreas de producción económica permite establecer las zonas donde actualmente se adelantan actividades productivas como cultivos agroindustriales, plantaciones forestales, explotación de materiales de construcción, infraestructura logística e industrial, entre otras, que requerirán de su identificación y calificación en los rangos de sensibilidad e importancia definidos para el proyecto, considerando las ventajas y desventajas de este tipo de áreas para la población.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Áreas de Producción Económica, de acuerdo con los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Nivel de sostenibilidad de la actividad económica. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Susceptibilidad al cambio de la actividad económica, producto de la intervención natural o antrópica. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Susceptibilidad a que el renglón productivo desaparezca o se mantenga. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	<p><b>Infraestructura y servicios básicos</b></p>	<p>La identificación de vías, oleoductos, gasoductos, redes de alta tensión, viviendas concentradas y dispersas, infraestructura de servicios, entre otras, permitirá establecer la sensibilidad e importancia que este tipo de infraestructura representa para el medio.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Infraestructura, de acuerdo con los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Cantidad de infraestructura y servicios básicos ofertados a la población, se considera que la importancia está dada en cuanto hay mayor prestación de servicios. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Se considera que a menor infraestructura mayor fragilidad, en este sentido, el análisis de las condiciones del</li> </ul>

MEDIO	VARIABLE	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS DE IMPORTANCIA Y SENSIBILIDAD
		<p>servicio se articula también con la cantidad de población, es decir en la medida que se tengan condiciones de concentración de población y baja cantidad de servicios se considera de mayor fragilidad. En el caso de infraestructura de interés cultural se refiere a la posibilidad de pérdida de estos. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Capacidad de respuesta de los servicios básicos e infraestructura para atender las necesidades de la población actual. En el caso de infraestructura cultural se determina teniendo en cuenta se determina teniendo en cuenta la posibilidad de afectación de los sitios de interés. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>
	<b>Potencial arqueológico</b>	<p>Es necesario identificar y calificar las diferentes áreas de interés cultural existentes en la zona, buscando determinar aquellas áreas con niveles altos o muy altos de potencial arqueológico y cultural que requieran ser protegidas y conservadas.</p> <p>Para establecer las categorías de zonificación, la variable considerada para la calificación fue la de Potencial Arqueológico, de acuerdo con los siguientes criterios de ponderación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>Importancia:</b> Se define de acuerdo con la presencia de áreas de potencial arqueológico alto. Se toma un porcentaje de priorización del <b>20%</b>.</li> <li>➤ <b>Fragilidad:</b> Posibilidad de pérdida o deterioro de los vestigios arqueológicos ante afectaciones naturales o antrópicas. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> <li>➤ <b>Vulnerabilidad:</b> Se determina por la imposibilidad de retornar a las condiciones iniciales ante eventos naturales o antrópicos. Se toma un porcentaje de priorización del <b>40%</b>.</li> </ul>

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Una vez identificadas las variables temáticas, que serían incluidos en la interacción para obtener la zonificación ambiental del área de influencia indirecta del proyecto, se definieron los pesos porcentuales de cada variable de acuerdo con los resultados de la caracterización socioambiental, priorizando las temáticas que presentaron mayor sensibilidad en la zona de estudio para los medios abiótico, biótico y socioeconómico.

### 1.5.6.2 Zonificación del medio abiótico

En el Medio Abiótico se calificaron las siguientes variables temáticas:

- Geotecnia, con un peso dentro del medio, del 25%,
- Conflictos por uso del suelo, con peso del 20%,
- Amenazas con un 20%, distribuidos en un 10% para las amenazas por remoción en masa y un 10% para las amenazas por inundación,
- Hidrogeología con un 20%
- y finalmente Paisaje con un peso dentro del medio del 15%.

Cada una de las variables temáticas se calificó de manera individual obteniendo valores de Sensibilidad / Importancia por tema, los cuales se representaron en mapas temáticos,

los que posteriormente se cruzaron utilizando el SIG teniendo en cuenta el peso de cada uno de los temas dentro de la calificación final del medio. Una vez concluido el cruce de mapas se obtuvo el 100% de los temas considerados y se obtuvo la Zonificación del Medio Abiótico.

#### **1.5.6.3 Zonificación del medio biótico**

Para el Medio Biótico se calificaron las variables temáticas de:

- Cobertura de la tierra, con un peso dentro del medio, del 50%, y
- Áreas de Importancia Ambiental, con un peso del 50%.

Al igual que en el medio abiótico, las variables de cobertura y áreas de importancia ambiental, se calificaron de manera individual, considerando para cada unidad temática los criterios de Fragilidad, Vulnerabilidad e Importancia establecidos con anterioridad. Posteriormente se realizó la superposición geográfica de los mapas temáticos, dando como resultado la Zonificación del Medio Biótico.

#### **1.5.6.4 Zonificación del medio socioeconómico**

Finalmente para el Medio Socioeconómico, se realizó la calificación y cruce de los siguientes temas:

- Concentración poblacional, con un peso del 35%
- Áreas de producción económica, con un peso del 25%
- Infraestructura y servicios básicos, con un peso del 20%, y
- Potencial arqueológico con un peso dentro del medio del 20%

La calificación individual de las categorías de Fragilidad, Vulnerabilidad e Importancia para cada una de las unidades temáticas y su posterior interacción con la ayuda de las herramientas del Sistema de Información Geográfico, permitió la obtención de la Zonificación del Medio Socioeconómico.

Una vez obtenidos los resultados individuales de la Zonificación Abiótica, Biótica y Socioeconómica, mediante el Sistema de Información Geográfico, se realizó el cruce de las tres zonificaciones otorgando un peso del 33,33% a cada uno de los medios, con lo cual se obtuvo el mapa de Zonificación Ambiental del proyecto, como se muestra en la Figura 1.19.

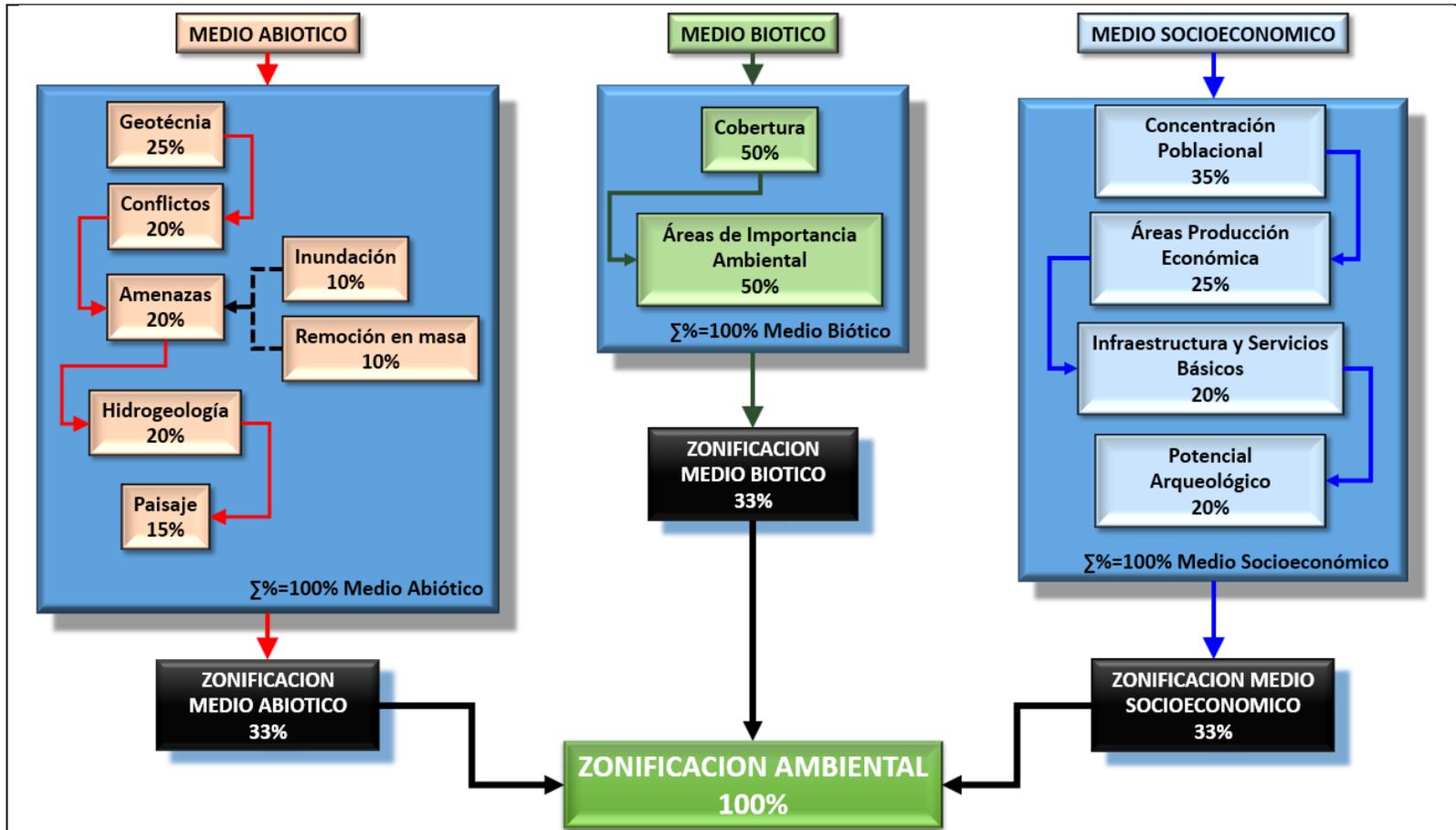


Figura 1.19. Superposición de mapas temáticos en el SIG con su peso porcentual, para obtener la zonificación ambiental del Proyecto La Loma

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

### 1.5.7 Evaluación ambiental y económica

La metodología a aplicar, para la evaluación de impactos y evaluación económica, da cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en la Metodología general para la presentación de estudios ambientales y el Manual Técnico de evaluación económica de impactos ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental, como se presenta a continuación.

#### 1.5.7.1 Evaluación ambiental

En el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental EIA, del proyecto Subestación La Loma 550kV y sus líneas de transmisión asociadas (UPME-01-2014) y de acuerdo con el Decreto 2041 de 2014 y los términos de referencia LI-TER-1-01, se debe realizar la evaluación ambiental con base en la identificación y evaluación de impactos.

Estos impactos se deben evaluar en la condición actual, es decir, sin la presencia del proyecto y en la situación futura, es decir, en la condición en la que se ejecuta el proyecto.

En concordancia con lo anterior, la metodología aplicada para la evaluación de impactos ambientales, da cumplimiento a lo establecido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, en la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales en proyectos sujetos a licenciamiento ambiental, de acuerdo con la Resolución 1503 de 2010.

La etapa de evaluación de impactos ambientales dentro del EIA se desarrolla con base en la Guía Metodológica para Evaluación de Impacto Ambiental propuesta por CONESA, VICENTE 1995 (actualizada en 2010)<sup>9</sup>, la cual se fundamenta en el análisis de las condiciones ambientales donde se construirá el proyecto en los siguientes escenarios: sin proyecto y con proyecto.

Conesa propone emplear una matriz de identificación y evaluación de impactos, del tipo causa-efecto, consistente en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas se listan las actividades del proyecto y dispuestos en filas los componentes del medio (v.gr: abiótico, biótico y socioeconómico) y los posibles impactos a ser causados en cada uno de ellos.

El desarrollo de la metodología de evaluación permite identificar bajo un enfoque crítico cómo las diferentes formas de intervención pueden causar impactos sobre los recursos naturales y sociales característicos del Área y de qué manera estos impactos pueden ser evitados, corregidos, mitigados o compensados de forma tal que se pueda garantizar la ejecución del proyecto y la conservación de la calidad y abundancia de los recursos naturales y socio económicos directamente afectados.

---

<sup>9</sup> CONESA FERNANDEZ-VITORA Vicente. 1995. "Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental", editorial Mundi Prensa, segunda edición.

**Identificación de impactos:** La identificación de impactos resulta de los efectos que las diferentes etapas del proyecto pueden causar sobre el medio en el que se desarrolla (v. gr: biótico, abiótico y socioeconómico), así, para cada una de las actividades en las que se desarrollará el proyecto (v. gr: pre-construcción, construcción y montaje, operación y mantenimiento, abandono) se identifica cómo esto puede afectar los componentes de cada uno de los medios.

Teniendo claridad frente a los impactos que se pueden generar, se inicia la construcción de la matriz de identificación de impactos para los escenarios CON y SIN Proyecto a partir de los cuales se podrá realizar posteriormente la calificación de los impactos de acuerdo con la metodología de CONESA.

La identificación de los impactos se realiza para cada una de las actividades actuales (para el escenario SIN Proyecto) y futuras (para el escenario CON Proyecto).

Una vez se ha construido la matriz, se realiza la identificación de las interacciones, es decir, el cruce de la actividad que genera el impacto y el componente del medio que es afectado por dicha actividad.

Calificación de impactos: Para la calificación de cada una de las interacciones: impactos vs actividades del paso anterior, se emplean los criterios que permiten calificar el impacto causado. Cada criterio utiliza rangos de calificación numérica, de acuerdo a lo establecido por Conesa (2010).

En la Tabla 1.40 se presentan los criterios y atributos de calificación, según la metodología de Conesa y utilizada en la evaluación de los impactos en el Proyecto.

**Tabla 1.40. Criterios de calificación del Impacto de acuerdo con la Guía Metodológica para la evaluación del impacto ambiental, Conesa (2010)**

CRITERIO	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>SIGNO DEL IMPACTO</b>	Hace alusión al carácter <i>benéfico (+)</i> o <i>Perjudicial (-)</i> de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados	Benéfico	+1	El impacto se considera POSITIVO (+) cuando el resultado de las acciones sobre el factor ambiental considerado produce una mejora de la calidad ambiental de este último.
		Perjudicial	-1	El impacto se considera NEGATIVO (-) cuando el resultado de la acción produce una disminución de la calidad ambiental del factor ambiental considerado.
<b>INTENSIDAD DEL IMPACTO (In)</b>	Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. Expresa el grado de destrucción del factor considerado en el caso en que se produzca un efecto	Baja	1	La valoración estará comprendida entre 1 y 12, en el que el (12) expresará una destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto, <i>Intensidad en grado TOTAL (12)</i> ; el (1) una afectación mínima y poco significativa <i>Intensidad BAJA</i> . Los valores comprendidos entre esos
		Media	2	
		Alta	4	
		Muy alta	8	
		Total	12	

CRITERIO	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
	negativo, independientemente de la extensión afectada. Cuando la acción causante del efecto, de lugar a un efecto positivo, la intensidad del impacto reflejará el grado de construcción o restauración del factor, o sea, el grado de mejora cualitativa de su calidad ambiental.			dos términos reflejarán situaciones intermedias: <i>Intensidad MUY ALTA (8)</i> ; <i>Intensidad ALTA (4)</i> ; <i>Intensidad MEDIA (2)</i> .
<b>EXTENSIÓN DEL IMPACTO (Ex)</b>	La extensión es el atributo que refleja la fracción del medio afectada por la acción del proyecto. Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor.	Puntual	1	Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter <i>PUNTUAL (1)</i> . Si, por el contrario el efecto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será <i>TOTAL (8)</i> , considerando las situaciones intermedias, según su gradación, como impacto <i>LOCAL o PARCIAL (2)</i> y <i>EXTENSO (4)</i> . En el caso de que el efecto, sea puntual o no, se produzca en un lugar crucial o crítico (Ejemplo: Vertido próximo y aguas arriba de una toma de agua para consumo humano), estaremos ante un Impacto de Ubicación <i>CRÍTICA</i> y se le atribuirá un valor de cuatro (+4) unidades por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión en que se manifiesta y, en caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas correctoras, habrá que buscar inmediatamente otra alternativa al proyecto, anulando la causa que produce este efecto.
		Local	2	
		Extenso	4	
		Total	8	
		Crítico	+4	
<b>MOMENTO (MO)</b>	El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor del medio considerado	Largo plazo	1	El plazo de manifestación del impacto toma más de cinco (5) años
		Mediano plazo	2	El plazo de manifestación del impacto está entre uno (1) y cinco (5) años
		Corto plazo	3	El impacto será de manifestación a corto plazo cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea inferior a un (1) año
		Inmediato	4	El Impacto será de manifestación inmediata cuando el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto sea nulo.

CRITERIO	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO	
		Crítico	+4	Si concurrese alguna circunstancia que hiciese crítico el plazo de manifestación del impacto, cabría atribuirle un valor de una a cuatro unidades por encima de las especificadas	
<b>PERSISTENCIA O DURACIÓN DEL IMPACTO (Pe)</b>	Se refiere al tiempo que, supuestamente, <i>permanecería el efecto</i> desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción	Fugaz	1	Cuando la permanencia del efecto, por las circunstancias que sea, es mínima o nula (cese la acción o no, cesa la manifestación del efecto que aquella produce en el factor considerado) el efecto se considera FUGAZ	Las manifestaciones tienen una duración inferior a seis (6) meses
		Temporal	2	El impacto TEMPORAL permanece solo por un tiempo limitado, haya finalizado o no la acción.	Duración entre seis (6) meses y cinco (5) años
		Permanente	4	El impacto PERMANENTE no cesa de manifestarse de manera continua, durante un tiempo ilimitado	Las consecuencias permanecen por más de cinco (5) años
<b>REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO (Rv)</b>	Se refiere a la posibilidad de recuperación del factor ambiental afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez esta deja de actuar sobre el medio.	Corto plazo	1	El impacto será reversible cuando el factor ambiental alterado puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a (10) años	El retorno a condiciones originales toma menos de un (1) año
		Mediano plazo	2		Se requieren de uno (1) a cinco (5) años
		Largo plazo	3	El impacto será irreversible cuando el factor ambiental alterado no puede retornar, sin la intervención humana, a sus condiciones originales en un periodo inferior a (10) años	El retorno a condiciones originales toma más de cinco (5) años
		Irreversible	4		El retorno a condiciones originales toma más de diez (10) años

CRITERIO	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
				originales en un periodo inferior a (10) años
<b>RECUPERABILIDAD DEL IMPACTO (Mc)</b>	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto, es decir la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la actuación, por medio de la intervención humana o sea mediante la introducción de medidas correctoras y restauradoras	Inmediato	1	La recuperación se da en un plazo menor a un (1) año
		Mediano plazo	2	Entre uno (1) y cinco (5) años
		Mitigable o compensable	4	En el caso de que la alteración se recupere parcialmente, al cesar o no, la presión provocada por la acción y previa incorporación de medidas correctoras, el impacto será MITIGABLE. En el caso de que se presente un impacto irrecuperable, pero exista la posibilidad de introducir medidas compensatorias, estaremos ante un IMPACTO COMPENSABLE, el valor adoptado será (4)
		Irrecuperable	8	El efecto es irrecuperable cuando la alteración es imposible de reparar en su totalidad, por la acción humana
<b>SINERGIA (Si)</b>	La sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es superior a la suma de los efectos individuales. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de los efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea.	Sin sinergismo	1	Cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el atributo toma el valor (1), si presenta un sinergismo moderado(2) y si es altamente sinérgico, potenciándose la manifestación de manera ostensible (4)
		Sinergismo moderado	2	
		Altamente sinérgico	4	
<b>ACUMULACIÓN DEL IMPACTO (Ac)</b>	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.	Simple	1	Cuando una acción se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación ni en la de su sinergia, se presenta un caso de acumulación SIMPLE
		Acumulativo	2	Cuando una acción al prolongarse en el tiempo, incrementa progresivamente la magnitud del efecto, al carecer el medio de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante del impacto, estamos ante una ocurrencia ACUMULATIVA.

CRITERIO	DEFINICIÓN	CALIFICACIÓN	ESCALA	SIGNIFICADO
<b>EFFECTO (Ef)</b>	Este atributo se refiere a la relación Causa-Efecto, es decir, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción.	Indirecto	1	Se dice que los impactos son indirectos cuando son producidos por un impacto anterior, que este caso actúa como agente causal.
		Directo	2	El efecto puede ser directo, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de esta.
<b>PERIODICIDAD (Pr)</b>	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto	Irregular y discontinuos	1	El efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia
		Periódicos	2	El efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continua en el tiempo
		Continuo	4	El efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Todas las interacciones identificadas en las matrices de los escenarios CON y SIN proyecto son calificadas considerando cada uno de los criterios anteriormente descritos. En la Figura 1.20 se presenta un ejemplo de la calificación de los impactos identificados.

<h2 style="text-align: center;">MATRIZ CALIFICACIÓN DE IMPACTOS CON PROYECTO</h2>				8										9									
				Movilización de personal										Movilización de materiales, e y estructuras									
				Supno	Intensidad (P)	Extensión (E)	Momento (Mo)	Puntaje (Pe)	Reversibilidad (Rv)	Recuperabilidad (Mco)	Sensibilidad (S)	Accumulación (Ac)	Efecto (E)	Periodicidad (P)	Importancia (I = HGM + 2ES + Mo + Pe + Rv + S + Ac + ET + P + Mco)	Supno	Intensidad (P)	Extensión (E)	Momento (Mo)	Puntaje (Pe)	Reversibilidad (Rv)	Recuperabilidad (Mco)	Sensibilidad (S)
MEDIO	COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTOS																				
ABIOTICO	Aqua	<i>Hidrología</i>	<i>Alteración de la calidad del agua superficial</i>																				
	Suelos	<i>Características de los Suelos</i>	<i>Alteración de las capas del suelo</i>																				
		<i>Uso actual del suelo</i>	<i>Cambio en el uso actual del suelo</i>																				
	Atmosférico	<i>Geotecnia</i>	<i>Alteración de las condiciones de estabilidad geotécnica</i>																				
		<i>Aire</i>	<i>Alteración de la calidad del aire</i>		4	6	4	6	6	1	6	6	6	-55	1	6	4	6	1	1	6	6	1
Paisaje	<i>Ruido</i>	<i>Alteración de los niveles de ruido</i>		4	6	4	1	1	6	6	4	-55	1	6	4	1	1	6	6	1			
	<i>Paisaje</i>	<i>Modificación en la calidad y fragilidad visual</i>																					
BIOTIC	Flora	<i>Cobertura vegetal</i>	<i>Afectación a la cobertura vegetal</i>																				
		<i>Epifitas</i>	<i>Afectación de epifitas</i>																				
	Fauna	<i>Especies</i>	<i>Ahuventamiento de la fauna silvestre</i>		4	6	4	1	1	1	1	6	-26	4	6	4	1	1	1	1	6	1	
		<i>Hábitats</i>	<i>Interferencia en los comedores biológicos de la fauna</i>		4	6	4	1	1	1	1	6	-26	4	6	4	1	1	1	1	6	1	
		<i>Alteración de hábitats</i>		2	6	6	1	1	1	1	6	-31	4	6	6	1	1	1	1	6	1		
SOCIOECONOMI	DIMENSIÓN ESPACIAL	<i>Infraestructura de Transporte</i>	<i>Alteración de las condiciones de movilidad</i>	2	2	2	2	2	1	2	2	-26	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	
			<i>Riesgo de accidentalidad por cambio de flujo vehicular</i>	2	2	2	2	2	1	2	2	-26	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	
	DIMENSIÓN ECONÓMICA	<i>Estructura de la propiedad</i>	<i>Limitación al uso del área intervenida</i>																				
		<i>Mercado Laboral</i>	<i>Posible afectación infraestructura social y económica</i>									1	1	5	1	1	1	1	2	1			
	DIMENSIÓN CULTURAL	<i>Valores y Prácticas Culturales</i>	<i>Cambios en los ingresos temporales de la población</i>		2	1	4	2	1	1	1	1	-32	2	1	4	2	1	1	1	1	2	
	ASPECTOS ARQUEOLÓGICOS	<i>Patrimonio Arqueológico</i>	<i>Afectación de patrimonio arqueológico</i>																				
	DIMENSIÓN POLITICO	<i>Organizaciones civiles, comunitarias y gremiales</i>	<i>Generación de expectativas</i>																				
ORGANIZATIVA		<i>Afectación de las relaciones comunitarias</i>																					
TENDENCIAS DE DESARROLLO	<i>Proyectos de Desarrollo</i>	<i>Incremento en el desarrollo de las comunidades vecinas al</i>																					

Figura 1.20. Calificación dada para el escenario CON proyecto en algunas de las actividades

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

**Importancia y jerarquización de impactos:** De acuerdo con Conesa (2010), la importancia del impacto viene representada por un número que se deduce en función del valor asignado a los atributos individuales considerados.

La importancia del impacto (I) es el resultado de la siguiente función:

$$I = +/- (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Mc)$$

Donde:

I	:	Importancia
In	:	Intensidad del Impacto
Ex	:	Extensión del Impacto
Mo	:	Momento
Pe	:	Persistencia o Duración del Impacto
Rv	:	Reversibilidad del Impacto
Mc	:	Recuperabilidad del Impacto
Si	:	Sinergia
Ac	:	Acumulación del Impacto
Ef	:	Efecto
Pr	:	Periodicidad

La importancia toma valor entre 0 y 100

De acuerdo con Conesa (2010), uno de los resultados finales de la evaluación de los impactos, es la posibilidad de la clasificación de los mismos con base en los valores de importancia establecidos. Para ello la metodología propone agruparlos o jerarquizarlos de acuerdo con la información contenida en la Tabla 1.41.

**Tabla 1.41. Equivalencia para clasificación de los impactos**

IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN	
De -13 a -25	Compatible	Impactos cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad sin requerir practicas protectoras o correctoras. Para este tipo de impactos se deben implementan medidas de prevención y control que permitan evitar la generación del impacto.
-26 a -50	Moderado	Corresponde a impactos cuya recuperación requiere de buenas prácticas constructivas y el seguimiento de las medidas de prevención, control y mitigación, y en el que el retorno del medio a las condiciones ambientales iniciales se logra en el corto plazo.
-51 a -75	Severo	En este tipo de impactos la recuperación de las condiciones del medio exige la implementación de medidas protectoras o correctoras; retornando el medio a las condiciones iniciales en el largo plazo.
< -75 a -100	Crítico	La calificación de Crítico corresponde a impactos cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las

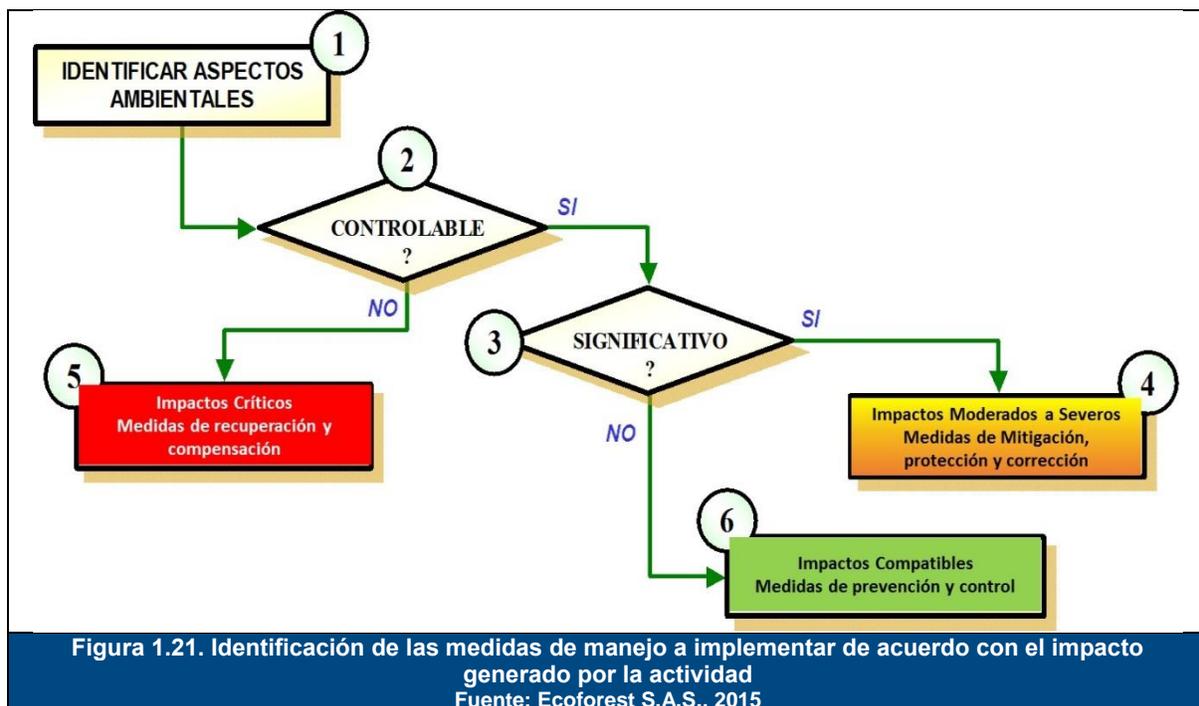
IMPORTANCIA	DESCRIPCIÓN	
		condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras. Este tipo de impactos requiere la implementación de medidas de restauración y compensación.
De 13 a 25	Imp. Positivo: Reducido	
26 a 50	Imp. Positivo: Localizado	
51 a 75	Imp. Positivo: Mayor	
> 75 a 100	Imp. Positivo: Masivo	

Fuente: Ecoforest S.A.S., 2015

Así, un impacto cuya importancia supere -75 puntos se considera crítico, en contraste un impacto cuya importancia sea mayor a 75 puntos será positivo masivo.

Para efectos de facilitar el análisis se suele utilizar un código de colores, como se muestra en la Tabla 1.50, en el cual los colores verdes reflejan impactos compatibles o positivos, los tonos amarillos y anaranjados impactos moderados o severos y los tonos rojos alertan sobre los impactos críticos.

Este código facilita también identificar las medidas de manejo como se muestra en la Figura 1.21.



### 1.5.7.2 Evaluación económica

#### 1.5.7.2.1 Definición del proyecto a evaluar

Para la definición del proyecto a evaluar se parte de lo detallado en el Capítulo 2 del Estudio de Impacto Ambiental, en el cual se presenta la descripción del proyecto y las características del mismo, incluyendo cada una de las actividades requeridas para su ejecución.

#### 1.5.7.2.2 Identificación de los impactos del proyecto

Tal como ha sido explicado arriba, la evaluación de impactos se basa en el análisis de las condiciones ambientales sin proyecto y con proyecto, desde el punto de vista del componente físico, biótico y social. Con tal propósito, se empleó una matriz de impactos, del tipo causa-efecto, consistente en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figuran las actividades que generan impactos y dispuestos en filas, los factores medio-ambientales susceptibles de afectación.

La valoración cuantitativa de los impactos ambientales se realizó a partir de la matriz de impactos, en cada casilla de cruce en la matriz, generando como resultado la calificación de impactos y la relevancia de cada uno de ellos.

#### 1.5.7.2.3 Identificación de los impactos más relevantes

Con base en la matriz de impactos se determinaron las actividades del proyecto y los impactos que éstas generaran, clasificados como compatible, moderado, severo, crítico y positivos.

A pesar que, tanto el Manual Técnico (Uniandes, 2010) como la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010) hacen énfasis en que la evaluación económica de impactos ambientales debe llevarse a cabo teniendo en cuenta la internalización y por tanto, valoración económica, de los **impactos relevantes**, en la presente evaluación se toma en consideración todos los impactos ambientales identificados para las actividades del proyecto para los cuales se proponen medidas de prevención y mitigación, definidas en el Plan de Manejo Ambiental.

#### 1.5.7.2.4 Cuantificación física de los impactos

Considerando los tipos de funciones que puede cumplir el medio ambiente: funciones mercadeables, funciones comercializables y funciones no mercadeables, pueden expresarse los impactos ambientales en cantidades físicas y valores que permitan la internalización de la externalidad generada por la actividad de proyecto.

La metodología del Costo de Restauración (CR), aplicada en la valoración, contabiliza lo que se gastaría en recuperar y en devolver a un estado similar al inicial (es decir, antes de

la intervención) el sistema ambiental que sufrirá potenciales alteraciones, como una buena aproximación del valor de ese bien ambiental. Por tanto, la cuantificación física de los impactos determina el costo de restauración y/o mitigación en términos de unidad de manejo.

#### 1.5.7.2.5 Valoración monetaria de los impactos

Una vez cuantificado el valor de los recursos naturales y ambientales, en el área de influencia del proyecto, se pasa a la proyección de cuantificación de impactos y su valoración monetaria. El manual técnico propone la valoración económica ambiental, bajo el escenario de la línea base, teniendo en cuenta la definición de valor económico total (VET), con lo cual es útil desagregar cualquier impacto ambiental en componentes de valor individuales, donde un impacto es descompuesto en una cantidad de categorías del valor que afecta.

Toda vez que el CR asume que, de producirse el daño o efecto ambiental, se estima cómo podría volverse al estado inicial y el costo que ello implica, considerando únicamente los casos en los cuales puede realizarse la reposición, éste lleva implícitos los valores de uso y no uso, por cuanto se considera que el atributo ambiental vale, al menos, lo que costaría reponerlo a un estado al menos similar al inicial. Sin embargo, es importante resaltar que los componentes ambientales afectados por las actividades del proyecto están determinados principalmente por atributos con valor de uso directo.

De acuerdo con el manual técnico (Uniandes, 2010), los impactos ambientales de un proyecto pueden tener una escala amplia. Pueden ir desde lo más sencillo, donde se puede revertir la consecuencia negativa que generan las actividades del proyecto sobre el medio ambiente y la sociedad, hasta lo más complejo, cuando se afectan recursos naturales y ambientales únicos e irreversibles, ecosistemas con baja capacidad de resiliencia, con un alto componente de riesgo ambiental e incertidumbre sobre los verdaderos impactos.

Los impactos internalizables pueden corregirse a través de la implementación de los planes de manejo ambiental (PMA), que sean efectivos en revertir las afectaciones. En este caso, la relación impacto – abatimiento es proporcional. Es decir, se puede generar un impacto sobre un ecosistema y se puede reparar el recurso natural hasta llevarlo al estado que tenía antes de la intervención. En el caso de los impactos no internalizables, pueden aplicarse valoraciones relacionadas con la transferencia de costos y/o beneficios, dependiendo de si el impacto es negativo o positivo.

Por tanto, son aplicables metodologías basadas en gastos actuales y potenciales, tales como costos de reemplazo, precios sombra y costo efectividad. También se encuentra dentro de esta categoría la metodología de Costos de Restauración, que asocia la valoración económica del conjunto de medidas contenidas en el PMA para prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales del proyecto y que están asociados con la valoración económica de los impactos mitigables.

Asimismo, esta metodología está vinculada con los efectos que tienen los impactos ambientales sobre la productividad de los ecosistemas, pues se considera que un cambio en la calidad ambiental se traduce en cambios en la productividad de los mismos. Por lo tanto, el valor de la productividad reducida se asimila al valor del costo ambiental. Este es el enfoque que desarrolla la metodología de Costos de Restauración (CR), que cumple con las características propuestas por el manual técnico, para la valoración monetaria de los impactos más relevantes.

En este sentido, la metodología de Costos de Restauración (CR) se basa en la consideración de precios de mercado – cambios en la productividad – para los costos relacionados con el componente social de los impactos ambientales<sup>10</sup> y en gastos actuales y potenciales, para la internalización de los costos relacionados con el componente biofísico (suelo, agua, coberturas vegetales, paisaje, aire y fauna).

Adicionalmente, dadas las características de las actividades del proyecto y el medio afectado, la valoración relacionada con paisaje y biodiversidad será llevada a cabo por el método de la transferencia de costos/beneficios, determinada por el traspaso del valor monetario de un bien ambiental (denominado sitio de estudio) a otro bien ambiental (denominado sitio de intervención).

#### **1.5.7.2.6 Flujo de beneficios y costos descontado**

Esta etapa de la evaluación consiste en descontar el flujo de beneficios y costos en términos de la sociedad. Es decir, los costos/beneficios cuantificados a partir de las técnicas de valoración, deben agregarse dependiendo de la población beneficiada/afectada, y el período de vida útil del proyecto. A su vez, la inversión y los costos del proyecto deben ser contabilizados a precios económicos, a través del uso de precios cuenta<sup>11</sup>.

Como se señaló en el marco conceptual, de acuerdo con el manual técnico, una vez se han identificado y calificado los impactos ambientales y su afectación sobre los flujos de bienes y servicios ambientales, se aplican las metodologías correspondientes, con el fin de obtener en términos monetarios el valor de los impactos (positivos/negativos). Finalmente, se hace la agregación de los beneficios y costos ambientales, a precios cuenta, y se obtienen los principales criterios de decisión, tales como son el Valor Presente Neto Económico (VPNE) y la Relación Costo Beneficio Económica (RCBE).

---

<sup>10</sup> Denominado pérdida de beneficios – valoración económica del impacto ambiental desde la perspectiva social en la metodología aplicada en la presente evaluación

<sup>11</sup> Cuando se habla de precios cuenta, sociales o sombra, se está refiriendo a los valores reales de los recursos utilizados dentro del desarrollo de un proyecto, es decir, el costo de oportunidad de usarlos.

Una vez se tiene el flujo de costos y beneficios consolidado, este se descuenta utilizando la tasa social de descuento<sup>12</sup>, para obtener el Valor Presente Neto Económica (VPNE) de los beneficios/costos.

#### **1.5.7.2.7 Obtención de los principales criterios de decisión**

Los criterios de decisión empleados para el análisis costo – beneficio son el VPNE y el RBC. En este sentido, una vez obtenido el VPNE se analiza el valor presente del proyecto teniendo en cuenta que el criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad del proyecto, consiste en un VPNE mayor que cero, menor que cero e igual a cero, respectivamente.

Del mismo modo, se emplea la Relación Beneficio Costo (RBC), la cual está dada por el cociente entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costos. Los resultados de este indicador muestran la relación de un proyecto, en términos del bienestar social que genera.

#### **1.5.7.2.8 Análisis de sensibilidad**

En el marco del análisis financiero y económico de proyectos, el análisis de sensibilidad consiste en suponer variaciones que castiguen el flujo de caja, por ejemplo una disminución de cierto porcentaje en ingresos, o un aumento porcentual en los costos y/o gastos, etc. y, a la vez, mostrar la flexibilidad con que se cuenta para su realización ante eventuales cambios de tales variables en el mercado.

En este sentido, algunas de las variables que con mayor frecuencia se manejan para los análisis de sensibilidad son variaciones en los ingresos, costos y/o gastos, así como los porcentajes de variación que deberían suponerse.

De acuerdo con Castro & Mokate (2004), para realizar el análisis de sensibilidad es aconsejable suponer variaciones en ingresos y costos de hasta un máximo del 10%, de las cifras originalmente calculadas sin riesgo, aunque no debería tomarse esta afirmación dogmáticamente. Si se considera que, el riesgo es mayor al 10% de variaciones, por ejemplo el 18%, entonces es mejor preparar varios presupuestos de caja contingentes que incluyan variaciones del 15%, 18%, 20%, etc., o mejor aún recurrir a un modelo de simulación, que simule una gran gama de variaciones combinadas.

La importancia del análisis de sensibilidad se manifiesta en el hecho de que los valores de las variables que se han utilizado para llevar a cabo la evaluación del proyecto pueden tener desviaciones con efectos de consideración en la medición de sus resultados. Entonces, la evaluación de los impactos del proyecto, será sensible a las variaciones de uno o más parámetros si, al incluir estas variaciones en el criterio de evaluación

---

<sup>12</sup> De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Tasa Social de Descuento, para Colombia, es del 12% anual.

empleado, la decisión inicial cambia. El análisis de sensibilidad, a través de los diferentes modelos, revela el efecto que tienen las variaciones sobre la rentabilidad en los pronósticos de las variables relevantes.

Dependiendo del número de variables que se sensibilicen en forma simultánea, el análisis puede clasificarse como unidimensional o multidimensional. En el análisis unidimensional, la sensibilización se aplica a una sola variable, mientras que en el multidimensional, se examinan los efectos sobre los resultados que se producen por la incorporación de variables simultáneas en dos o más variables relevantes.

Es importante visualizar qué variables tienen mayor efecto en el resultado frente a distintos grados de error, en su estimación permite decidir acerca de la necesidad de realizar estudios más profundos de esas variables, para mejorar las estimaciones y reducir el grado de riesgo por error.

## **1.5.8 Componente SIG**

### **1.5.8.1 Descripción general**

En la presente metodología se dan los lineamientos tenidos en cuenta para la elaboración y manejo de la información geográfica recopilada o generada en los proyectos realizados por Ecoforest S.A.S., además de ser la guía de procedimientos, formatos y medios requeridos para la entrega de la cartografía.

El principal lineamiento es la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales, con actualización a Agosto de 2012, según la Resolución 1415 donde se complementa con estándares y políticas de información geográfica oficiales vigentes, como también los lineamientos propios generales de los términos de referencia aplicados al caso dados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

### **1.5.8.2 Objetivos**

- Manejar la información geográfica que se produce durante el proyecto, fundamentados en los conceptos de la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales y términos de referencia correspondientes.
- Establecer normas mínimas que se deben cumplir en el proceso de captura y estructuración de la información geográfica y que puedan ser utilizados siguiendo políticas y estándares oficiales vigentes.
- Cumplir con los propósitos, objetivos y políticas de calidad de Ecoforest S.A.S para la elaboración de la cartografía base y temática.

### **1.5.8.3 Alcance**

Para espacializar correctamente toda la cartografía básica y temática se debe cumplir con los siguientes requisitos y alcances:

El formato como mínimo tendrá la siguiente información:

- Nombre del proyecto
- Nombre del estudio
- Fecha
- Logo de empresa solicitante de la licencia
- Logo empresa consultora
- Quien elaboro, reviso y dibujo
- Escala
- Nombre de archivo
- Sistema de referencia
- Fuente
- Ubicación regional.

En cuanto al soporte, se entrega un Geodatabase en el sistema de Coordenadas Planas (metros) Magna Sirgas origen Bogotá, con los siguientes parámetros:

- Projection: Transverse\_Mercator
- False\_Easting: 1000000.000000
- False\_Northing: 1000000.000000
- Central\_Meridian: -74.077508
- Scale\_Factor: 1.000000
- Latitude\_Of\_Origin: 4.596200
- Linear Unit: Meter (1.000000)
- Geographic Coordinate System: GCS\_MAGNA
- Angular Unit: Degree (0.017453292519943299)
- Prime Meridian: Greenwich (0.0000000000000000)
- Datum: D\_MAGNA
- Spheroid: GRS\_1980
- Semimajor Axis: 6378137.000000000000
- Semiminor Axis: 6356752.31414035610000000000
- Inverse Flattening: 298.257222101000020000

La información geográfica digital se entrega de acuerdo al modelo de almacenamiento geográfico (Geodatabase), especificada en la “*Metodología general para la presentación de estudios ambientales*” adoptada mediante la resolución 1415 del 17 de agosto de 2012.

Los mapas serán entregados en proyectos MXD y los diseños en proyectos DWG, con un soporte en formato PDF.

La escala de ploteo de los mapas es de 1:1000, 1:2000 o mayor de acuerdo con el área de influencia y a lo establecido en los Términos de Referencia del Ministerio del Medio Ambiente.

Si los mapas tienen archivos asociados externos como imágenes, documentos o librerías de símbolos también son entregados.

Para el caso de la simbología se siguen los estándares establecidos por las Instituciones competentes en cada temática, como el (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) IGAC, Ingeominas, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) IDEAM, entre otros.

Las capas mantienen la geometría de acuerdo con el Modelo de Datos y guardan las reglas topológicas como completitud, conectividad y continuidad.

La descripción de la calidad, distribución, actualidad, referencia espacial y en general el conjunto de datos se entrega mediante el metadato mínimo de acuerdo a la Norma Mínima de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana NTC-4611 segunda actualización en formato xls o xlm.

La información secundaria empleada corresponde a la versión oficial actualizada a la fecha de realización del estudio.

El versionamiento de la información que incluye formatos .mxd, .dwg, .shp, .kml y .gpx se realiza mediante números consecutivos, es decir el archivo con el número mayor es el vigente. Así, es posible evidenciar en la salida final de la cartografía la versión a la que corresponde. Guardando al mismo tiempo, los archivos anteriormente trabajados como evidencia de cambios y evolución del trabajo, además como soporte y backup de la información.

#### **1.5.8.4 Desarrollo**

##### **1.5.8.4.1 Consulta de información secundaria**

###### **1.5.8.4.1.1 Insumos y herramientas**

Como herramienta básica con el fin de obtener la cartografía base y temática para la salida de campo se contó con el software necesario para la ejecución de las actividades, en este caso ArcGis 10.3. Para obtener estos insumos en la calidad y detalle requerido, fue necesario contar con planchas oficiales que suministran información cartográfica oficial, para ello se adquirieron planchas en el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) a la escala solicitada, de acuerdo con los términos de referencia, además se utilizó ortofotomosaicos, imágenes satelitales y demás recursos con el fin de realizar la interpretación de la cobertura de la tierra, localización detallada y espacialización de zonas de importancia e imágenes satelitales a partir de las cuales se generó análisis geofísicos. Este recurso raster contó con la adecuada resolución espacial, temporal y radiométrica adecuada para el estudio.

#### **1.5.8.4.1.2 Georreferenciación e información base**

Tomando las planchas del IGAC en formato digital (.tiff o .pdf) se realizó la georreferenciación de las mismas, para comenzar el trabajo de digitalización en ArcGis 10.3., teniendo en cuenta el límite de la zona de estudio y parámetros topológicos; la georreferenciación se realizó tomando mínimo cuatro puntos de referencia teniendo en cuenta el origen de las planchas y el sistema de coordenadas; una vez georreferenciados los cuatro puntos se realizaron las transformaciones y migraciones correspondientes para llegar al Sistema de Referencia MAGNA SIRGAS, Origen Bogotá. En el mismo software ArcGis 10.3, se digitalizaron drenajes, curvas de nivel, vías, sitios, cuerpos de agua, pistas de aterrizaje, zonas urbanas, toponimia y al mismo tiempo se completó la base de datos asociada a cada tema de acuerdo como corresponda en cada caso, por ejemplo en el tema de curvas de nivel se diligenció la altura sobre el nivel del mar a la cual corresponde. Posterior a la digitalización, se realizó la verificación de topología y consistencia entre las capas base, por ejemplo entre cuerpos lénticos y lóticos.

Se verificó la temporalidad de la información base, de tal forma que se aseguró la vigencia del producto presentado, esto se realizó con las entidades pertinentes, en el caso de la cartografía base, con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

#### **1.5.8.4.1.3 Mapa de cobertura de la tierra**

Para la generación del mapa de cobertura de la tierra se realizó la revisión de la resolución espacial y temporal del ortofoto utilizado, con el fin de definir la escala de trabajo de tal forma que se cumplan con los requisitos establecidos en los términos de referencia, se realizó la interpretación y la clasificación de acuerdo con Corine Land Cover actualizado al año 2010, para así generar el mapa preliminar de cobertura de la tierra a ser verificado en campo.

#### **1.5.8.4.1.4 Productos para campo**

Cada profesional solicitó la cartografía requerida y la localización de puntos específicos en ella (de acuerdo al caso) para la realización de su trabajo en campo; todo esto con tiempo prudencial con el fin de contar con el insumo que esté de acuerdo con lo solicitado en formato análogo. Con respecto a la cartografía base, se generó un mapa en escala regional (1:200.000) para localización de vías de acceso, topografía, hidrología, sitios de importancia y áreas de conservación prioritaria, adicionalmente, una visualización a detalle se generaron vistas del área del proyecto a escala 1:5.000 con sitios, drenajes, curvas de nivel, vías, cuerpos de agua, toponimia, municipios y con información predial. La cartografía temática requerida es principalmente cobertura de la tierra a escala 1:25.000, geología estructural y estratigráfica a escala 1:500.000. Adicional a la cartografía base y temática se generaron mapas con el ortofotomosaico para obtener mayor detalle de la zona.

#### 1.5.8.4.1.5 GPS

Es necesaria la alimentación de información requerida en los GPS de acuerdo a la temática, para ello a través del software GPS Trackmaker ó Mapsource se realizaron las migraciones y transferencias al GPS. Se revisaron las unidades y sistema de referencia en el que se encuentra el GPS, en este caso se corroboró que estuviera en WGS 84, unidades métricas en metros, presión en milibares y temperatura en grados centígrados.

Se cargó la información al GPS Garmin Oregon 550 que se utilizó en campo, para esto se migró la información a formato .gpx, básicamente se cargó el área del proyecto, con el fin de no saturar de información el GPS, vías y puntos de referencia como puntos de muestreo propuestos.

Luego de cargada la información, se verificó que la información fuera coherente y visible, de esta forma queda el GPS listo para la toma de información. En el momento de la entrega se aclaró que es importante mantener la configuración para no tener inconvenientes ni conflictos de datum tanto en campo como en oficina.

#### 1.5.8.4.1.6 Especificaciones para toma de datos en campo

En la reunión de inicio de la salida, el equipo de SIG y cartografía entregaron los parámetros a ser evaluados en campo por cada temática, con el propósito que se cuente con la información que se requería para cumplir con los parámetros de la entonces, Dirección de Licencias, permisos y trámites ambientales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dentro del documento *“Metodología general para la presentación de Estudios Ambientales de acuerdo a los estándares, lineamientos y políticas actuales vigentes”* en el capítulo *Especificaciones para la elaboración de la cartografía* según la actualización realizada en la Resolución 1415 del 17 de Agosto de 2012.

Para ello se entregaron tablas en formato .xls por temática con la información a ser tomada en campo, en la Figura 1.17 se muestra un ejemplo de los formatos entregados.

En cada archivo se consignaron los *feature class* por *feature data set* correspondientes, en la muestra anterior tenemos los *feature class* para el medio biótico. Adicionalmente, cada encabezado tiene un comentario que especifica su significado y paso para ser llenado.

#### 1.5.8.4.2 Trabajo de campo

Cada profesional en campo durante su recorrido y reconocimiento de la zona realizó la actualización de acuerdo con la temática de aspectos relacionados con ríos, sitios, vías, cobertura vegetal mediante el GPS. Estos puntos fueron insumo para la actualización de la cartografía base y de cobertura vegetal lo cual brindó a la información, veracidad en el tiempo y espacio.

Adicionalmente se tomaron los datos requeridos de acuerdo con los parámetros entregados en la reunión de inicio; sin embargo, existieron algunos datos que específicamente al estudio no le corresponde, por lo tanto fueron filtrados de acuerdo con el criterio del profesional.

La información tomada en el GPS fue descargada periódicamente por el coordinador en campo, el cual llevó en su equipo portátil instalado Map Source o GPSTrackmaker con el fin de organizar y estandarizar la información por temática. Esta información fue entregada al equipo de SIG y Cartografía en el momento de llegada del equipo de campo a la oficina, durante el trabajo de campo no fue enviada información debido a que requería depuración por parte del profesional antes de ser entregada.

#### 1.5.8.4.3 Procesamiento de información y resultados

Inicialmente se realizó la actualización de la información base teniendo en cuenta los *track* y *waypoints* tomados en campo por cada profesional, transformados y migrados mediante el software *Map Source* o *GPS Trackmaker* y analizados en ArcGis 10.3. De esta forma, se tiene una base cartográfica partiendo de planchas oficiales del IGAC y actualizadas con el *raster* y con los datos tomados en campo.

Para la actualización del mapa de cobertura vegetal, fue necesario contar con los datos tomados por el profesional en campo y las parcelas realizadas para que de esta manera, se generara un mapa que corresponda con lo visto en campo, evidenciando cambios en el uso del suelo o nuevas áreas de conservación.

De la misma forma, se procesaron los datos de los puntos correspondientes a las zonas de muestreo de cada temática; por ejemplo, punto de monitoreo de fauna, cuerpo de agua muestreado, zona de apiques arqueológicos, etc., cada uno de ellos con la información en una base de datos, requerida de acuerdo con lo solicitado previamente.

Teniendo la información base y temática completa se realizó la revisión topológica respectiva y se estructura debidamente de acuerdo con la metodología del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en una Geodatabase (GDB) y a los términos de referencia correspondientes. Para esto, se requirió información base en escala 1:100.000 para la presentación de cartografía general como es el caso de cuencas y clima y además de la base cartográfica en escala 1:25000 para la presentación del resto de temáticas en vistas más detalladas.

De acuerdo con estándares de presentación, se realizó el montaje de la cartografía en layout en el software ArcGis 9.3., para el caso de una escala mayor la presentación se realizó en dos vistas por layout y los mapas requeridos por temática de tal forma que cubra la totalidad del área de estudio y para la escala menor un mapa por temática el cual cubre el área de estudio en su totalidad. Esto con el fin que en cada salida, se observe el detalle requerido y sea posible su análisis eficazmente.

Adicionalmente de acuerdo con la norma técnica colombiana NTC 4611 del año 2011 segunda actualización, se realizaron los metadatos por tema o capa que se haya incluido dentro de la presentación de la cartografía, así como las temáticas relevantes que fueron insumo para la generación de otras.

Esta cartografía, metadatos y demás archivos que se incluyeron como elemento explicativo de la cartografía como el listado de mapas y léeme, se entregaron para correcciones iniciales, luego de la ejecución de las mismas se realiza la entrega final en formato digital y análogo para la revisión y entrega final.

### 1.5.8.5 Logística

#### 1.5.8.5.1 Materiales y equipos

- Computadores
- Software: ArcGis 10.3., Autocad, Map Source, GPS Trackmaker, Surfer, Magna Sirgas Pro, Google earth.
- GPS: Garmin Oregon 550. Precisión < 33 ft. (10m) 95% típica. Sujeto a una degradación de la precisión a 100 m bajo el Programa de disponibilidad selectiva.
- Plotter: HP Desing jet 4000, tinta y cabezales negro, cian, amarillo y magenta.
- Papelería: Rollos de papel bond para plotter.

### 1.5.9 Equipo profesional

En la Figura 1.22, se presenta el organigrama de la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P., el cual incluye el personal profesional que se encuentra vinculado al proyecto.

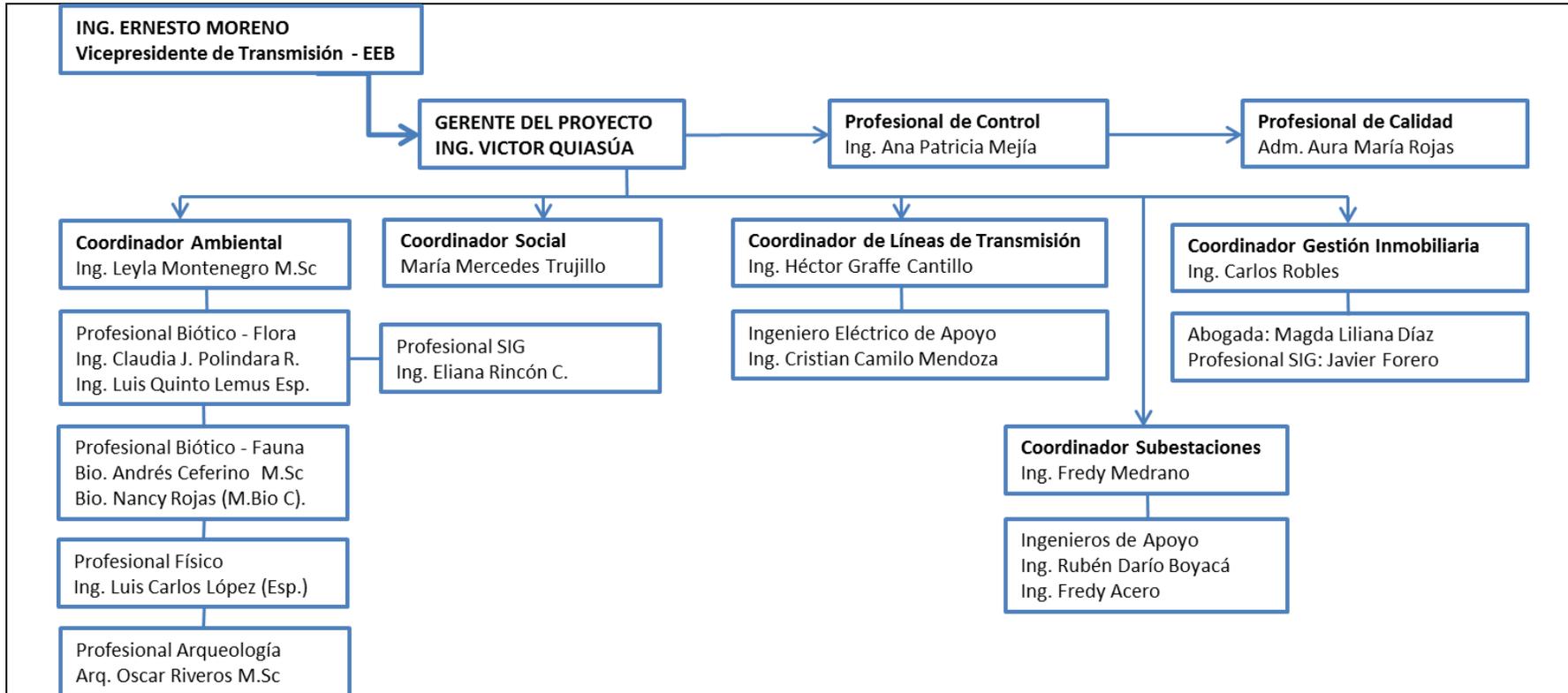


Figura 1.22. Organigrama de la Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P. vinculado al proyecto UPME-01-2014

Fuente: Empresa de Energía de Bogotá S.A. E.S.P., 2014

La Tabla 1.42 lista el equipo profesional de Ecoforest S.A.S. que participó en la Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para el UPME-01-2014.

**Tabla 1.42. Equipo de trabajo del proyecto**

NOMBRE	PROFESIÓN	DEDICACIÓN	RESPONSABILIDAD	FORMACIÓN	EXPERIENCIA
Rocío Obregón	Ingeniero Civil	13%	Dirección del proyecto	Ingeniería Civil. Magister en Evaluación de Impacto Ambiental	29 años
Jaime Hernando Leal	Ingeniero Civil	100%	Coordinación aspectos ambientales	Ingeniería Civil. Dirección de proyectos	15 años
Luisa Johanna León	Ing. Forestal	100%	Coordinadora aspectos forestales	Ingeniera Forestal Especialista en Gerencia de Proyectos	12 años
Sergio Peralta	Ingeniero Civil.	25%	Descripción de vías y cuantificaciones de obras civiles.	Gerencia de proyectos de ingeniería. Geotecnia y pavimentos.	18 años
Fabián Corzo	Ingeniero Civil	25%	Descripción de vías y cuantificaciones de obras civiles.	Ingeniería Civil	4 años
James Díaz	Ingeniero de Petróleos	25%	Evaluación ambiental de impactos. Plan de Contingencia y Análisis de Riesgos	Evaluaciones ambientales	14 años
Neida Alvarado	Geólogo	50%	Caracterización aspectos físicos Geología, Geomorfología, Geotecnia e	Geólogo Especialista en Gerencia para el Manejo de los Recursos Naturales del Medio ambiente y Prevención de Desastres	21 años
Gustavo Arturo Lara	Hidrogeólogo	25%	Hidrogeología	Geólogo Especialista en hidrogeología	21 años
Julio Alfonso Delvasto	Ing. Recursos Hídricos	25%	Hidrología	Ingeniero en Recurso Hídricos y gestión Ambiental	7 años
Orlando Méndez	Agrólogo	25%	Interpretación de fotografías aéreas, descripción de uso actual y potencial del suelo, conflictos y clasificación agrológica.	Agrología	15 años
Natalia Montaña	Ingeniera Ambiental	25%	Atmosfera	Ing. Ambiental y Sanitaria	2 año

NOMBRE	PROFESIÓN	DEDICACIÓN	RESPONSABILIDAD	FORMACIÓN	EXPERIENCIA
María Claudia Franco	Ecóloga	25%	Paisaje	Ecóloga Maestría en conservación y uso de biodiversidad	5 años
Liliana Yaruro	Ingeniera Forestal	100%	Flora	Ingeniería forestal Especialista en Gestión Ambiental.	10 años
Erika Espinosa	Bióloga	33%	Fauna	Bióloga	6 años
María del Pilar Rodríguez	Trabajadora Social	25%	Estudio social y económico. Socialización de comunidades y autoridades.	Trabajadora social	14 años
Xexetni Crespo	Trabajadora Social	50%	Estudio social y económico. Socialización de comunidades y autoridades.	Trabajo social	7 años
Teresa Cantillo	Antropólogo	25%	Aspectos arqueológicos.	Antropología	20 años
Angela Duque	Ingeniera Forestal	25%	Evaluación económica	Magister en Economía del Medio Ambiente y los Recursos Naturales	19 años
Lorena Aguirre	Ingeniera Forestal	25%	Coordinadora Cartografía y SIG	Sistemas de Información Geográfica	10 años
Carolina Bohórquez	Ingeniera Forestal	50%	Cartografía y SIG	Sistemas de Información Geográfica	5 años
Yesenia Vásquez	Ing. Ambiental	50%	HSE	Ingeniera Ambiental	7 años

Fuente: Ecoforest S.A.S. 2014