

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**



Elaborado para:



Elaborado por:



Consultoría Colombiana S.A.

**Bogotá D.C.
Octubre de 2016**

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

**ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA
SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO
AUTOPISTA AL MAR 1.**

TABLA DE CONTENIDO

		PÁG.
1.	OBJETIVOS	1
1.1	OBJETIVO GENERAL.....	1
1.1.1	Del Proyecto	1
1.1.2	Del Estudio de Impacto Ambiental.....	1
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	1
1.2.1	Del Proyecto	1
1.2.2	Del Estudio de Impacto Ambiental.....	1
2.	GENERALIDADES	3
2.1	ANTECEDENTES	3
2.1.1	Justificación	3
2.1.2	Permisos y Trámites Previos	5
2.1.3	Trámites Administrativos	5
2.1.4	Interrelación con proyectos de interés presentes en la zona	13
2.2	ALCANCES	17
2.2.1	Alcance	17
2.2.2	Limitaciones y/o Restricciones.....	19
2.3	METODOLOGÍA.....	20
2.3.1	Medio Abiótico.....	20
2.3.2	Medio Biótico	42
2.3.3	Medio Socioeconómico	114
2.3.4	Zonificación Ambiental	140
2.3.5	Evaluación Ambiental	144
2.3.6	Zonificación de Manejo Ambiental	159
2.3.7	Evaluación Económica Ambiental	161
2.3.8	Plan de Gestión del Riesgo	164
2.4	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO	170

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla 2-1 Elementos de la unidad cartográfica de suelos	28
Tabla 2-2 Equipos y Reactivos	29
Tabla 2-3 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001	32
Tabla 2-4 Rangos de Zonificación Climática	39
Tabla 2-5 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra	45
Tabla 2-6 Unidades de muestreo para la Vegetación terrestre	49
Tabla 2-7 Unidades de muestreo para la Vegetación terrestre	56
Tabla 2-8 Cantidad y características de parcelas	57
Tabla 2-9 Categorías de la regeneración natural	59
Tabla 2-10 Parámetros estructurales e índices de diversidad	64
Tabla 2-11 Categorías de uso e importancia para las especies de flora	70
Tabla 2-12 Índices de estado utilizados para la evaluación del paisaje	76
Tabla 2-13 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase	76
Tabla 2-14 Métrica área total de clase	77
Tabla 2-15 Métrica tamaño promedio del parche.....	77
Tabla 2-16 Contexto paisajístico	78
Tabla 2-17 Rango de valores de fragmentación	79
Tabla 2-18 Fuentes bibliográficas para los tres grupos de vertebrados a estudiar	81
Tabla 2-19 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna	86
Tabla 2-20 Fuentes Bibliográficas consultadas para determinar taxonómicamente los individuos encontrados en el área de estudio	97
Tabla 2-21 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo.....	100
Tabla 2-22 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna	101
Tabla 2-23 Estaciones de muestreo definidas para los componente de hidrobiología según la unidad funcional	105
Tabla 2-24 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col	113
Tabla 2-25 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col	113
Tabla 2-26 Marco Normativo	119
Tabla 2-27 Recursos para el desarrollo de las actividades pre campo.....	126
Tabla 2-28. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades pre campo	126
Tabla 2-29. Esquema de convocatoria a grupos de interés.....	128

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 2-30. Agenda encuentro con grupos focales.....	130
Tabla 2-31. Cronograma de actividades etapa de campo	132
Tabla 2-32. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de campo.....	133
Tabla 2-33. Cronograma de actividades etapa post campo	136
Tabla 2-34 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo	136
Tabla 2-35 Categorías de Sensibilidad	141
Tabla 2-36 Categorías de Importancia.....	141
Tabla 2-37 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I).....	143
Tabla 2-38 Valores de calificación para la naturaleza.....	146
Tabla 2-39 Valores de calificación para la intensidad.....	147
Tabla 2-40 Valores de calificación para la extensión.....	147
Tabla 2-41 Valores de calificación para el momento	147
Tabla 2-42 Valores de calificación para la persistencia	148
Tabla 2-43 Valores de calificación para la reversibilidad	148
Tabla 2-44 Valores de Calificación para la Sinergia.....	149
Tabla 2-45 Valores de calificación para la acumulación.....	149
Tabla 2-46 Valores de calificación para el efecto	149
Tabla 2-47 Valores de calificación para la periodicidad	150
Tabla 2-48 Valores de calificación para la recuperabilidad	150
Tabla 2-49 Impactos de naturaleza negativa	151
Tabla 2-50 Impactos de naturaleza positiva	151
Tabla 2-51 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación.....	155
Tabla 2-52 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo	155
Tabla 2-53 Sistema de clasificación para la importancia ambiental	156
Tabla 2-54 Clasificación para la valoración de la importancia neta.....	157
Tabla 2-55 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo	160
Tabla 2-56 Métodos sugeridos Términos de referencia -M INA – 02 (MADS, 2015)	162
Tabla 2-57 Interpretación del indicador VPNE.....	164
Tabla 2-58 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	166
Tabla 2-59 Criterios para la calificación de vulnerabilidad	167
Tabla 2-60 Niveles de Amenaza.....	168
Tabla 2-61 Criterios para calificar la exposición.....	168
Tabla 2-62 Determinación del nivel de riesgo.....	169
Tabla 2-63 Definición del Nivel de Riesgo	169
Tabla 2-64 Estructura Organizacional del Estudio.....	170

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 2-1 Localización de la segunda Calzada (UF 1 y 3) e infraestructura de soporte frente a la Conexión Vial entre los Valles de Aburrá y del Río Cauca	14
Figura 2-2 Superposición con la ZODME Palma 1.....	14
Figura 2-3 Localización de la ZODME No. 1 frente al DDV del Poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago.....	17
Figura 2-4 Sistema de Clasificación Fisiográfica del Terreno (CIAF, 1997)	27
Figura 2-5 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000	44
Figura 2-6 El paisaje expresión del nivel ecosistémico Zonneveld, 1979.....	47
Figura 2-7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas boscosos.....	54
Figura 2-8 Forma y tamaño de las parcelas de muestreo	54
Figura 2-9 Imagen del formato para la caracterización forestal estado fustal.....	58
Figura 2-10 Formato para la caracterización forestal de la regeneración natural	59
Figura 2-11 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.	61
Figura 2-12 Localización de individuos para perfil de vegetación	62
Figura 2-13 Estratificación vertical del forófito.....	72
Figura 2-14 Materiales utilizados para la determinación taxonómica de las muestras recolectadas	74
Figura 2-15 Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles.....	88
Figura 2-16 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles	90
Figura 2-17 Puntos de redes y transectos para la observación de aves	92
Figura 2-18 Puntos de redes, trampas, cámaras trampa y recorridos para la observación de mamíferos	98
Figura 2-19 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología.....	106
Figura 2-20 Estructura del proceso metodológico.....	121
Figura 2-21 Modelo distribución de los pozos de sondeo propuestos, sobre la vía y los chaflanes (áreas de corte y relleno)	138
Figura 2-22 Ampliación de Grilla	138
Figura 2-23 Variación del impacto en función del tiempo.....	145

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Figura 2-24 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación 152

Figura 2-25 Superposición de capas para el proceso de zonificación 154

Figura 2-26 Esquema del análisis de efectos acumulativos 158

Figura 2-27 Esquema del análisis de efectos acumulativos 161

Figura 2-28 Esquema Metodológico 165

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	PÁG.
Fotografía 2-1 Identificación de las parcelas e individuos fustales.....	56
Fotografía 2-2 Marcación de parcela e individuos	60
Fotografía 2-3 Colecta de material vegetal.....	73
Fotografía 2-4 Búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats presentes en el área de influencia del proyecto	89
Fotografía 2-5 Redes de niebla instaladas en el área de influencia del proyecto.	91
Fotografía 2-6 Instalación de redes de niebla.....	94
Fotografía 2-7 Trampa Sherman.....	95
Fotografía 2-8 Trampa Tomahawk.....	95
Fotografía 2-9 Cámara trampa instalada en el área de estudio.....	96
Fotografía 2-10 Registro de huellas	97
Fotografía 2-11 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes).....	107
Fotografía 2-12 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos).....	108
Fotografía 2-13 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber).....	109
Fotografía 2-14 Toma de muestras de peces (red de mano).....	110

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

1. OBJETIVOS

A continuación se presentan los objetivos planteados para el desarrollo integral del proyecto, tanto desde su concepción como respuesta a una necesidad de optimización de la red vial del país, así como los buscados por la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental.

1.1 OBJETIVO GENERAL

1.1.1 Del Proyecto

Generar la interconexión vial entre la ciudad de Medellín con las principales concesiones viales del país, y que a su vez la conecten con los principales centros de intercambio comercial como la costa caribe, la costa pacífica, así como el río Magdalena.

1.1.2 Del Estudio de Impacto Ambiental

Suministrar la información de soporte técnico de acuerdo con los términos de referencia M-M-INA-02 adoptados por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante Resolución N° 0751 del 26 de marzo de 2015, para el trámite de licencia ambiental del proyecto de construcción de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3) - Proyecto Autopista al Mar 1, para aumentar la capacidad de la actual Ruta Nacional 62 Tramo 04.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1 Del Proyecto

- Aumentar la capacidad de la actual Ruta Nacional 62 Tramo 04 (Santa Fe de Antioquia – Medellín).
- Mejorar las condiciones de comunicación vial entre la ciudad de Medellín y la salida al mar Caribe en la región del Urabá antioqueño.
- Materializar un complemento de características adecuadas para la potenciación del proyecto Túnel del Toyo, que integrará el proyecto Autopista al Mar 1 con Autopista al Mar 2, y de esta forma totalizar la solución general del Proyecto Autopistas de la Prosperidad.

1.2.2 Del Estudio de Impacto Ambiental

- Realizar los estudios ambientales y sociales necesarios para caracterizar el área de influencia definida para el proyecto de construcción y operación de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3) - Proyecto

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

Autopista al Mar 1.

- Determinar las necesidades de solicitud de permisos ambientales de acuerdo con los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de recursos naturales.
- Formular el Estudio de impacto Ambiental como instrumento de gestión ambiental para la ejecución de las actividades del proyecto de construcción y operación de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3) - Proyecto Autopista al Mar 1.
- Adelantar el trámite requerido por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales para la obtención de la Licencia Ambiental del proyecto de construcción y operación de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3) - Proyecto Autopista al Mar 1, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2. GENERALIDADES

Dentro del desarrollo del programa de Concesiones de autopistas 4G que viene impulsando el gobierno nacional, se ha identificado como urgente el mejoramiento de las condiciones viales del departamento de Antioquia; reconociéndose fundamental dentro de este proceso el incluir las vías de salida al mar de los municipios del centro occidente de esta región del país, y en específico, optimizar la conexión entre la ciudad de Medellín y el Urabá antioqueño.

Atendiendo esta necesidad, el gobierno constituyó el proyecto “Autopista al Mar 1”, bajo la figura de concesión en la modalidad de APP (Alianza Público Privada), que incluye dentro de sus tramos a mejorar o construir la materialización de una nueva segunda calzada en el tramo comprendido entre 700 metros antes del túnel de Occidente y un kilómetro al occidente del límite de los municipios de Sopetrán y Santa Fe de Antioquia en cercanías del río Cauca, paralelo a la actual Ruta Nacional 62 Tramo 04, transitando los municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia.

La materialización de esta nueva calzada que duplicará la capacidad de la actual Ruta Nacional 62 Tramo 04 (Santa Fe de Antioquia – Medellín) ha sido analizada desde la óptica integral ambiental, cuyos resultados obtenidos a través del desarrollo de las diversas temáticas establecidas en los Términos de Referencia correspondientes, generarán un compendio de observaciones, análisis y soluciones para minimizar y/o compensar los impactos ambientales que conllevan la construcción de la vía.

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Justificación

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Plan Maestro de Transporte, para mejorar la infraestructura de transporte y garantizar la conectividad de las regiones, la Agencia Nacional de Infraestructura ha planteado un ambicioso programa de concesiones de carreteras compuesto por un grupo de seis proyectos, los cuales impactan en importantes regiones del país en materia económica, para lo cual a partir del año 2012 la Agencia Nacional de Infraestructura inició la cuarta generación de concesiones.

En este sentido, se expidió el Documento Conpes 3760 del 20 de agosto de 2013 para proyectos viales bajo esquemas de Asociaciones Público Privadas Cuarta Generación de Concesiones Viales, donde se presentan los lineamientos de política del programa de cuarta generación de concesiones viales (4G), dirigido a reducir la brecha en infraestructura y consolidar la red vial nacional a través de la conectividad continua y eficiente entre los centros de producción y de consumo, con las principales zonas portuarias y con las zonas de frontera del país. Dentro de estos proyectos viales se encuentra el Proyecto Autopista al Mar 1.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

La Vicepresidencia de Estructuración de la Agencia Nacional de Infraestructura mediante memorando No. 2014-200-011918-3 del 12 de diciembre de 2014, luego de un proceso técnico de verificación determinó que el proyecto Autopista al Mar 1 se encuentra georreferenciado y ubicado en coordenadas geográficas que se allegaron mediante archivo digital, cumpliendo con los presupuestos establecidos en las normas constitucionales y legales vigentes para ser declarado de utilidad pública e interés social.

Por lo anterior, el Ministerio de Transporte, a través de la Agencia Nacional de Infraestructura emite la Resolución No. 379 del 10 de febrero de 2015, en la cual se declara de utilidad pública e interés social el proyecto Autopista al Mar 1, estableciendo de esta manera la obligación para las diferentes instituciones públicas involucradas en el desarrollo del proyecto, tanto ambientales como gubernamentales, de adoptar las medidas pertinentes para salvaguardar el interés público.

El programa de cuarta generación de concesiones, el más ambicioso en infraestructura vial en la historia del país, permitirá fortalecer la competitividad y el crecimiento a través de cerca de 40 proyectos que involucran alrededor de 7.000 km de la red vial nacional, 141km de túneles y 150 km de viaductos, por un valor de inversión aproximado de 47 billones de pesos.

El Proyecto Autopistas para la Prosperidad hace parte del programa de cuarta generación de concesiones viales, cuyos lineamientos generales se presentan en el documento CONPES 3760 de 2013 “Proyectos Viales Bajo el Esquema de Asociaciones Público Privadas: Cuarta Generación de Concesiones Viales”. Este proyecto se desarrolla en los departamentos de Antioquia, Caldas, Risaralda y Santander con el fin de comunicar los centros de producción, consumo y puertos del país, así como canalizar el flujo de carga proveniente del centro y sur occidente del país hacia la costa del Caribe colombiano, de modo que permita descongestionar el corredor del Magdalena.

Los tramos Autopista al Mar 1 y Autopista al Mar 2 hacen parte de los corredores de Autopistas para la Prosperidad. Sin embargo, para garantizar una eficiente movilidad entre ambos tramos, es necesaria la construcción del Corredor Santa Fe de Antioquia - Cañasgordas: Túnel del Toyo y sus vías de acceso. Este corredor permitirá la operación y funcionamiento integral del Grupo II de Autopistas para la Prosperidad (Conexión al Mar), que conforma un corredor de comercio exterior y que enlaza con la concesión Transversal de las Américas.

El proyecto de Autopistas de la Prosperidad en Antioquia lo conforman 8 concesiones, más la variante del Toyo. Son ellos Autopista Conexión Norte, Autopista al río Magdalena 2, Conexión Pacífico 1, Conexión Pacífico 2, Conexión Pacífico 3, Autopista al Mar 1, Autopista al Mar 2 y Autopista al río Magdalena 1. El proyecto total tiene un costo de \$14 billones. De vigencias futuras, el Gobierno aseguró \$26,2 billones para la operación de las concesiones. En total, 1.160 kilómetros de longitud tendrán las Autopistas de la

	<p style="text-align: center;">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p style="text-align: center;">VERSIÓN 0.1</p>	

Prosperidad.

Teniendo en cuenta este importante desarrollo vial y la obligación de obtener licencia ambiental para su ejecución, el presente documento pretende sintetizar, mediante el análisis de los componentes ambientales más relevantes identificados en el área del proyecto, las características que inciden para la materialización de la Segunda Calzada que duplicará la capacidad de la actual Ruta Nacional 62 Tramo 04 (Santa Fe de Antioquia – Medellín) en el departamento de Antioquia, a través de capítulos estructurados según los Términos de Referencia pertinentes; realizando la respectiva descripción, caracterización y análisis necesarios para entender la naturaleza del proyecto, sus connotaciones ambientales dentro del área de influencia, y las soluciones planteadas para otorgar la viabilidad requerida.

2.1.2 Permisos y Trámites Previos

Durante la elaboración del presente estudio se han realizado los trámites pertinentes ante las autoridades competentes, copia de todas las comunicaciones mencionadas en los siguientes numerales se encuentra en el **Anexo Q “Correspondencia”**.

2.1.3 Trámites Administrativos

2.1.3.1 Trámites ante la ANLA

La Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S., mediante radicado ANLA No. 2016014448-1-000 del 22 de marzo de 2016, solicita pronunciamiento sobre la necesidad de presentar el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, para el desarrollo del proyecto " Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y Santa Fe de Antioquia (Unidades Funcionales 1, 2.1 y 3) - Proyecto Autopista al Mar 1" como se relacionan a continuación:

- Documento de Solicitud de pronunciamiento sobre la Construcción de la Segunda Calzada en el corredor vial en el municipio de San Jerónimo del departamento de Antioquia. Proyecto vial Autopista al Mar-1 - Unidad Funcional 1. Oficio DEV-SAL-INTEV-0040-2016.
- Documento de NDAA en el tramo Túnel de Occidente – Santa Fe de Antioquia de la Concesión Autopista al Mar-1. Oficio DEV-SAL-INTEV-0038-2016.

El Grupo Técnico de la Subdirección de Evaluación y Seguimiento revisó la información técnica presentada por la Concesionaria Desarrollo Vial al Mar S.A.S., a fin de atender las peticiones de pronunciamiento sobre la necesidad de presentar Diagnósticos Ambientales de Alternativas-DAA para el proyecto referido, informando mediante oficio ANLA 2016017313-2-000 del 7 de abril de 2016 la programación de una visita de evaluación de actividades para las Unidades Funcionales 1 y 2.1 (Expedientes EXP CTM0022-00 EXP CTM0021-00 respectivamente), la cual se llevó a cabo entre el 12 y 15 de abril de 2016.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Así mismo, la empresa Desarrollo Vía al Mar S.A.S., allegó constancia del pago realizado el día 04 de abril de 2016, por valor de TREINTA Y UN MILLONES TRESCIENTOS NOVENTA Y CUATRO MIL PESOS M/CTE (\$31.394.000) con referencia No. 2016014448-1-000, para la evaluación de la solicitud de pronunciamiento sobre la necesidad de presentar Diagnóstico Ambiental de Alternativas para el proyecto antes referido.

Con esto, el Grupo de Evaluación de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, previa evaluación y análisis de la información allegada por la empresa Desarrollo Vial al Mar S.A.S., emitió el Concepto Técnico No. 2269 del 19 de mayo de 2016.

Basados en este concepto, la ANLA mediante radicado 2016039915-2-000 del 19 de julio de 2016 informa que como resultado de la evaluación la Autoridad considera que no es necesario que en el marco del proceso de licenciamiento ambiental se elabore un Diagnóstico Ambiental de Alternativas (DAA), por lo tanto la empresa Desarrollo Vial al Mar S.A.S., podrá proceder a la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del citado proyecto.

2.1.3.2 Trámites ante el Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones – Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas (Parques Nacionales Naturales de Colombia)

- Comunicación con radicado No. DEV-SALEXT-0026-2015 dirigida a Parques Nacionales y Naturales de Colombia, en la que se hace presentación del proyecto y solicitud de información en cuanto a la identificación, delimitación, reglamentación de las áreas protegidas nacionales, regionales o locales declaradas o en proceso de declaración y de las áreas prioritarias de conservación que se encuentren dentro o traslapen con los departamentos solicitados.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, el Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas de emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación con Radicado No. 20162400004881 del 12 de febrero del 2016 del Grupo de Sistemas de Información y Radiocomunicaciones de la Subdirección de Gestión y Manejo de Áreas Protegidas (Parques Naturales y Nacionales de Colombia), en la que se suministra información acerca de Áreas del Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP), Reservas Naturales de la Sociedad Civil y Prioridades de Conservación Nacional. Con la información proveniente del radicado No. 20162400004881 del 12 de febrero del 2016 se pudo verificar que los municipios presente en el área de influencia no presentan ningún cruce con las áreas antes señaladas.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.1.3.3 Trámites ante el ICANH

- Comunicación de enero de 2016 dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), con radicado 5751 de dicha entidad se solicita la expedición de la autorización de intervención arqueológica para el proyecto.

En respuesta a este comunicado, el ICANH se pronunció mediante la siguiente notificación:

- Comunicación del 20 de enero del 2016 No. 130 – 0239 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), dirigida a la Arqueóloga Eliana Pulgarín Montoya, donde se notifica que el Programa de Arqueología Preventiva para los Municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia, no cumple con los requisitos técnicos y académicos exigidos por dicha entidad, y se solicita precisar la información sobre la descripción del proyecto, área intervenidas, justificación del patrón de muestreo propuesto, descripción de las categorías, criterios, variables metodología que se va a emplear para la actividad, además de solicitar la incorporación de otros dos arqueólogos al equipo de trabajo.

Atendiendo estas observaciones, se remite la comunicación con radicado ICANH 379 dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH) donde se solicita nuevamente la expedición de la autorización de intervención arqueológica para el proyecto.

En respuesta a este comunicado, el ICANH se pronunció mediante la siguiente notificación:

- Comunicación del 22 de febrero del 2016 No. 130 – 0758 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), dirigida a la Arqueóloga Eliana Pulgarín Montoya, donde se notifica la autorización al Programa de Arqueología Preventiva para los Municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia; resaltando que aunque se atendieron las observaciones de la primera revisión se debe tener en cuenta precisar la descripción de las obras, reducir la distancia de pozos de sondeo a mínimo 30 metros, no autorizar intervenciones en áreas de chaflanes ni en ZODME, precisar metodología en zonas de difícil prospección.

Teniendo en cuenta la necesidad de modificación de este programa de Arqueología Preventiva para prospectar chaflanes y ZODMES, en abril de 2016 se solicita ampliación de tiempos de seis meses en la autorización antes referida. En respuesta, el ICANH envía el siguiente oficio:

- Comunicación del 12 de mayo del 2016 No. 130 – 2066 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), dirigida a la Arqueóloga Eliana Pulgarín Montoya, donde se notifica la autorización al Programa de Arqueología Preventiva para los Municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia;

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

de ampliar el tiempo de ejecución de la autorización hasta el día 24 de diciembre de 2016, mediante el Adendo de Modificación No. 001.

Luego, en mayo de 2016 dando cumplimiento a las observaciones 3 y 4 de la autorización de intervención arqueológica # 5546 para proceder a la prospección de chaflanes, se remite comunicación adjuntando localización exacta con coordenadas, el área de intervención, la actividad de intervención de obra y metodología propuesta para aprobación dentro del programa referido.

En respuesta, el ICANH envía el siguiente oficio:

- Comunicación del 26 de agosto del 2016 No. 130 – 4035 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), dirigida a la Arqueóloga Eliana Pulgarín Montoya, donde se notifica la autorización al Programa de Arqueología Preventiva para los Municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia de anexar las áreas de los chaflanes para prospección arqueológica, y ampliar el tiempo de ejecución de la autorización hasta el día 24 de junio de 2017, mediante el Adendo de Modificación No. 002.

Mediante radicado 3825 del 3 agosto de 2016 se envía adenda sobre la inclusión de la infraestructura asociada al proyecto, dicha información contiene la localización exacta con coordenadas, de las áreas de intervención, el tipo de infraestructura a ubicar y la metodología propuesta.

En respuesta, el ICANH envía el siguiente oficio:

- Comunicación del 12 de mayo del 2016 No. 130 – 2066 del Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), dirigida a la Arqueóloga Eliana Pulgarín Montoya, donde se notifica la autorización al Programa de Arqueología Preventiva para los Municipios de Medellín, San Jerónimo, Sopetrán y Santa Fe de Antioquia de anexar las áreas de infraestructura asociada para prospección arqueológica.

2.1.3.4 Trámites ante CORANTIOQUIA

Presentación del Estudio y Solicitud de Información

- Comunicación con Radicado No. 120-1601-29 del 04 de enero del 2016 de CORANTIOQUIA dirigida a la misma entidad. Se hace presentación del proyecto y solicitud de información para los diferentes componentes abióticos, bióticos y sociales.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, CORANTIOQUIA, emitió la siguiente respuesta:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Comunicación con Radicado No. 090-1602-1047 del 29 de febrero del 2016 de CORANTIOQUÍA dirigida a la Concesión de Desarrollo Vial al Mar – DEVIMAR, por medio de la cual se hace entrega de la cartografía relacionada en el acta “Entrega de Información”, asimismo, se hace entrega de información solicitada en la comunicación anteriormente relacionada.

Sustracción DMI Divisoria Valle de Aburrá Río Cauca.

- Mediante comunicación radicado 160-1604-3831 y oficio NUM.154. DVM, se solicitó a CORANTIOQUIA información relacionada con el DMI y los respectivos términos de referencia, para establecer el procedimiento de sustracción.
- CORANTIOQUIA responde mediante oficio 120-1606-3457 del 14 de junio de 2016 entregando la información cartográfica, plan de manejo vigente, actos administrativos que sustentan la declaratoria (homologación a categorías del Decreto 2372 de 2010, Acuerdos 267 de 2007, 327 de 2009 y 387 de 2011); y en específico para el segundo tubo del túnel, solicita una descripción detallada del proyecto, y definir la compatibilidad en reunión a realizar el 18 de junio de 2016.
- En la reunión se establece la necesidad de contar con un grupo especializado para describir de forma precisa las implicaciones hidrogeológicas de la construcción del nuevo tubo del túnel, y poder determinar de forma clara la necesidad de realizar el trámite de sustracción. La nueva reunión se programa para el 28 de junio de 2016.
- Mediante comunicación con radicado 120-1607-3968 del 7 de julio de 2016 Corantioquía concluyó que es necesario efectuar la sustracción de toda el área superficial del túnel a construir.
- Mediante oficio DEV-SAL-EXT-118-2016 del 30 de agosto de 2016, Devimar radica el Estudio para la sustracción del Distrito de Manejo Integrado Divisoria Valle de Aburrá – Río Cauca, ante Corantioquia.
- Mediante oficio DEV-SAL-EXT-145-2016 del 19 de septiembre de 2016, Devimar radica la Solicitud para el levantamiento de veda regional, ante Corantioquia.

2.1.3.5 Trámites ante la Gobernación de Antioquía

Presentación del Estudio y Solicitud de Información

- Comunicación con Radicado DEV-SALEXT-0027-2015 del 23 de Diciembre del 2015 de DEVIMAR dirigida a la Gobernación de Antioquía. Se hace presentación del proyecto y solicitud de información para los diferentes componentes abióticos,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

bióticos y sociales.

2.1.3.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

- Comunicación del 28 de Diciembre del 2015 dirigida al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con radicado No. 4120-E1-43393 de dicha entidad. Se solicita información u orientación para la identificación, ubicación, delimitación (polígonos) y descripción de zonas establecidas como Reserva Forestal de Ley 2° de 1959, Ecosistemas Sensibles y/o Estratégicos y de especies en Veda que se encuentren dentro o traslapen con los siguientes municipios pertenecientes al departamento de Antioquía: Medellín, San Jerónimo, Santafé de Antioquía, Giraldo, Cañasgordas, Anzá, Betulia, Concordia, Venecia, Ebéjico, Armenia, Titiribí, Buriticá y Sopetrán.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, emitió la siguiente respuesta:

- Comunicación del 17 de Mayo del 2016 con radicado No. 8210-E2-43393 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos), donde se informa que el área de estudio no se traslapa con Reservas de la Biosfera, sitios RAMSAR, ni con áreas de importancia para la conservación de aves.

Mediante radicado número E1-2016-024756 del 19 de septiembre de 2016 Devimar radica la solicitud de levantamiento de veda Nacional, ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

2.1.3.7 Trámites ante la ANLA

2.1.3.7.1 Permiso de Investigación Científica

Teniendo en cuenta la Resolución 1469 del 3 de Diciembre del 2014, por la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, otorga a la empresa CONSULTORÍA COLOMBIANA S.A. permiso de estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de elaboración de Estudios Ambientales, para los proyectos en sectores de energía (líneas, termoeléctricas, presas, represas, embalses, transvases de la cuenca), infraestructura (vías, puertos, tratamiento de aguas residuales y rellenos sanitarios), minero e hidrocarburos a nivel nacional, y de acuerdo a lo establecido en el artículo tercero de dicha resolución, la empresa CONSULTORÍA COLOMBIANA S.A deberá informar por escrito a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, con quince (15) días de antelación a su desplazamiento y de acuerdo con el “Formato de Inicio de Actividades de Recolección por

	<p style="text-align: center;">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p style="text-align: center;">VERSIÓN 0.1</p>	

Proyecto”, medio físico y magnético la información correspondiente a los indicados en los literales a), b), c) y d).

Por lo anterior, ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, se emitió el siguiente comunicado:

- Comunicación del 20 de enero del 2016 No. 01-00810-2016 dirigida a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA -, con radicado 2016003013-1-000 del 22 de enero del 2016 de dicha entidad. Se informa que la fecha prevista para que el equipo de trabajo biótico se desplace al área de estudio y realice las labores pertinentes es del 10 de febrero al 31 de marzo del 2016. Se anexa al comunicado, Formato de Inicio de Actividades del Permiso de Recolección.
- Comunicación del 3 de mayo del 2016 No. 01-05787-2016 dirigida a la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA -, con radicado 201603013-1-000 del 6 de Junio del 2016 de dicha entidad. Se solicita una ampliación de un mes para la entrega del informe final de las actividades realizadas, debido a que aún se está ejecutando determinación taxonómica de algunos ejemplares.

En respuesta a esta solicitud de ampliación, la ANLA emitió el siguiente oficio:

- Oficio ANLA 201600313-2-02 del 19 de mayo de 2016, se indica la imposibilidad de otorgar la ampliación del plazo para la entrega del informe final, exigiendo que se debe allegar dentro de los 15 días hábiles siguientes al recibo de la comunicación.

Finalmente, en cumplimiento de la exigencia realizada por la ANLA para la entrega del informe final, Consultoría Colombiana mediante comunicación 01-075559-2016 del 14 de junio de 2016, radicado ANLA 2016030294-1-000 del 14 de junio de 2016 remite los documentos requeridos para el cierre de actividades enmarcadas en el Estudio de Impacto Ambiental del proyecto, adjuntando el certificado de reporte SiB número 1554BA3DFC4, Plantilla de registros biológicos del SiB, Formato Único Nacional – Relación Material Recolectado y puntos de muestreo en formato GDB.

2.1.3.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería

- Comunicación con radicado No. 20155510422082 del 29 de Diciembre del 2015 dirigida a la Agencia Nacional de Minería, en la que se hace solicitud de información en relación con los títulos mineros y solicitudes mineras vigentes para materiales de construcción en 14 municipios del departamento de Antioquía.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, la Agencia Nacional de Minería, emitió la siguiente respuesta:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Comunicación del 19 de Enero del 2016 con radicado No. 20162200007071 de la Agencia Nacional de Minería, donde la Gerencia de Catastro y Registro Minero emite información de acuerdo a lo solicitado en la comunicación anterior.
- Mediante Derecho de petición del 7 de marzo de 2016 (DEV-SALEXT-0086-2016), DEVIMAR solicita a Corantioquia una certificación de las fuentes de materiales que cuentan con autorización ambiental vigente para la explotación y venta de materiales de construcción.
- En respuesta al Derecho de petición Corantioquia mediante oficio 160 HX-1603-108 del 15 de marzo de 2016, proporciona el listado de títulos mineros que cuentan con licencia ambiental vigente.

2.1.3.9 Trámites ante el Ministerio del Interior

- Mediante comunicación radicado MININTERIOR EXTMI16-0011185 del 16 de marzo de 2016, la Concesión Desarrollo Vial al Mar S.A.S. – DEVIMAR, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto “ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SEGUNDO TÚNEL DE OCCIDENTE Y SUS ACCESOS – UNIDAD FUNCIONAL 3”, anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas donde se ejecutará el proyecto.
- Con base en la información presentada, la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior elaboró el informe técnico el día 08 de abril de 2016, en el cual se presenta: *“Por lo anterior, se concluye que para el proyecto Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la Construcción del Segundo Túnel de Occidente y sus accesos – Unidad Funcional 3. Contrato de Concesión APP No. 014 de 2015 suscrito entre la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI y la Concesión Desarrollo Vial al Mar S.A.S. DEVIMAR, no se registra presencia de comunidades étnicas”*.
- En mérito de lo anteriormente expuesto, la Dirección de Consulta Previa del Ministerio del Interior mediante **Certificación No. 353 del 08 de abril de 2016** asevera que **no se registra presencia** de comunidades indígenas, Minorías y ROM, comunidades negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras en el área del proyecto, identificado con las coordenadas entregadas para la consulta.
- Mediante Certificado número 341 del 08 de abril de 2016 el Ministerio del Interior certifica que: *“no se registra presencia de comunidades Indígenas, Minorías y Rom, en el área del proyecto: ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA AL CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA ENTRE EL TÚNEL DE OCCIDENTE Y SAN JERÓNIMO UF – 1 CONTRATO DE*

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

CONCESIÓN APP NO. 014 DE 2015 SUSCRITO ENTRE LA AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA – ANI Y LA CONCESIÓN DESARROLLO VIAL AL MAR S.A.S. DEVIMAR”; de igual forma en esta certificación se señala que no hay presencia de comunidades Negras, Afrocolombianas, Raizales y Palenqueras en el área del proyecto.

2.1.4 Interrelación con proyectos de interés presentes en la zona

Aplicando sistemas de información geográfica se realizó superposición del área de influencia del proyecto con otros proyectos ubicados en la zona, consultando principalmente la información disponible en:

- Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH
- Unidad de Planeación Minero-Energética -UPME
- Agencia Nacional de Minería -ANM
- Sistema de Información Ambiental de Colombia –SIAC.

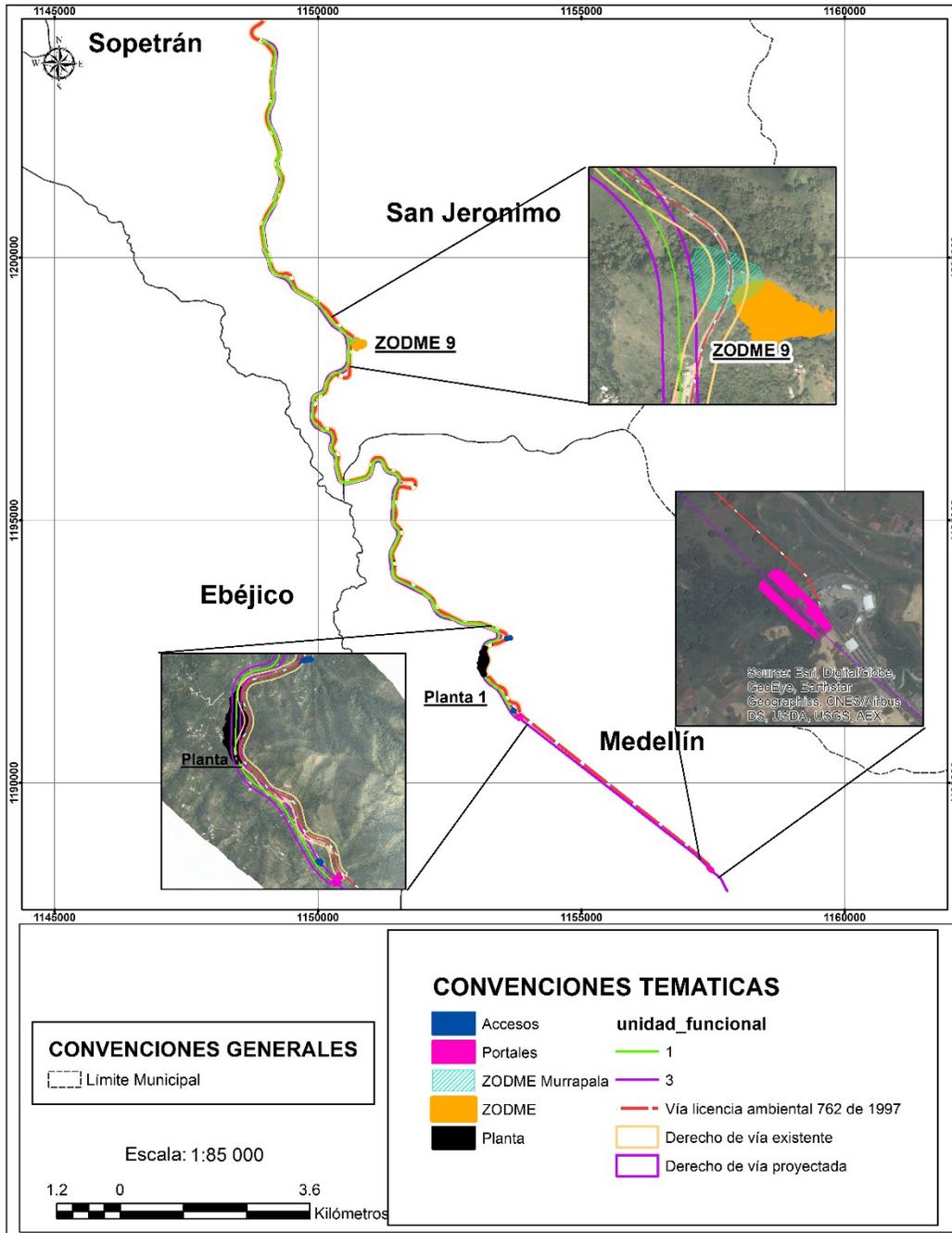
Se tienen las interacciones que se listan a continuación:

- Como interacción se registra la existente con la Licencia Ambiental del corredor vial actual, contenida en la Resolución 762 de 1997; ya que teniendo en cuenta lo establecido en la Ley 1228 de 2008 en cuanto a zonas de reserva para carreteras de la red vial nacional, la Conexión Vial entre los Valles de Aburrá y del Río Cauca cuenta con una zona de reserva de 30 metros a lado y lado a partir del eje vial, de tal forma que la segunda calzada proyectada presenta superposición con esta por el corredor vial proyectado y por la infraestructura de soporte a adecuar tales como la ZODME 9, la Planta 1 y los portales como se muestra en la Figura 2-1; otra superposición que se presenta con el proyecto ya licenciado es la de la ZODME Palma 1, la cual se sobrepone con la ZODME 1 del presente proyecto ver Figura 2-2.

Teniendo en cuenta esta interacción, se realizaron acercamientos con el titular de la licencia (INVIAS, ver anexo Q), y en común acuerdo con esta entidad se elaboró un documento de mutuo acuerdo sobre el traslape de áreas y superposición de licencias ambientales, donde se manifiesta de forma explícita que entre la Sociedad Desarrollo Vial al Mar S.A.S. y el Instituto Nacional de Vías – INVÍAS, que los proyectos descritos pueden coexistir, y por parte de DEVIMAR se manifiesta que el Estudio de Impacto Ambiental a presentar para la obtención de la Licencia Ambiental, se relacionan con el detalle que se exige y los soportes correspondientes, la evaluación ambiental de las actividades a desarrollar, así como las medidas correspondientes, de prevención, mitigación, corrección y compensación del caso.

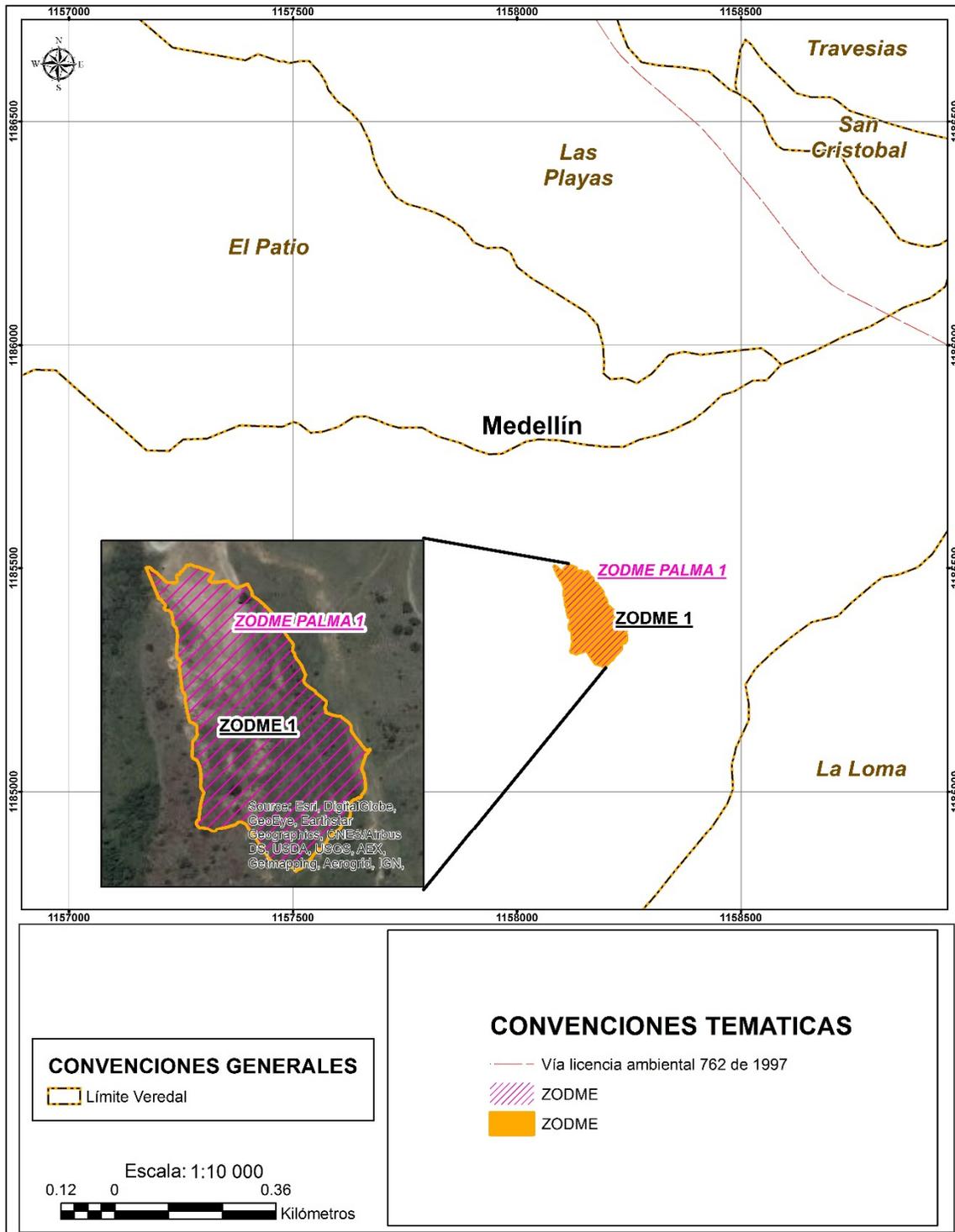
Dicho documento firmado es remitido a la ANLA como soporte en el tema de interacción del proyecto con los existentes.

Figura 2-1 Localización de la segunda Calzada (UF 1 y 3) e infraestructura de soporte frente a la Conexión Vial entre los Valles de Aburrá y del Río Cauca



Fuente: Consultoria Colombia, 2016.

Figura 2-2 Superposición con la ZODME Palma 1



Fuente: Consultoria Colombia, 2016

- Se señala que aunque no hay superposición de proyecto, si se encuentra cercana una

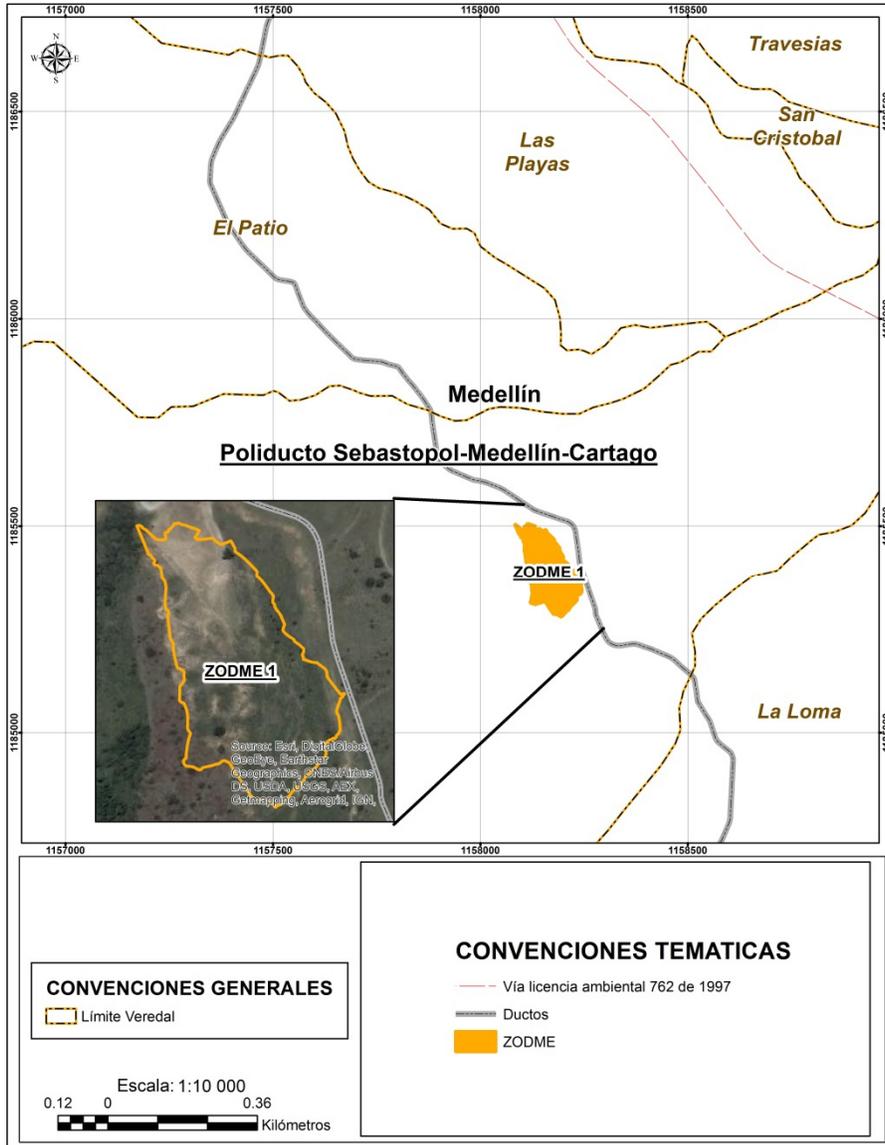
	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

infraestructura asociada (ZODME 1), al Poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago, el cual cuenta con un Plan de Manejo Ambiental establecido por la ANLA mediante Resolución 1086 de octubre de 2013. Actualmente el titular del instrumento de control corresponde a CENIT TRANSPORTE Y LOGISTICA DE HIDROCARBUROS S.A.S –CENIT, de acuerdo a la resolución 0431 de mayo de 2014, por la cual la ANLA autorizó la cesión total de derechos y obligaciones del PMA de ECOPETROL S.A. a CENIT.

En el área localizada en la vereda La Palma del municipio de Medellín del departamento de Antioquia se hace necesario para el proyecto la localización de la Zona de Disposición de Materiales de Excavación - ZODME No. 1, la cual se ubica a 11.5 metros del trazado de la tubería del Poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago como se muestra en la Figura 2-3; el derecho de vía considerado para el ducto es de 10m (cinco a cada lado de la tubería instalada), de acuerdo a las Normas de Ingeniería de Oleoductos – NIO 0400 de ECOPETROL S.A. Es importante mencionar que en principio la Zodme 1 se sobreponía con dicho poliducto, para lo cual se realizó un acercamiento con CENIT (ver Anexo Q), sin embargo se realizó una redefinición del área de esta infraestructura, quedando la zodme por fuera del derecho de vía del poliducto

Por lo tanto el diseño propuesto para la ZODME 1 respeta el Derecho de Vía establecido para el Poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago, alejándose del mismo 6,5 metros y hasta el eje de la tubería 11,5 metros, por lo cual, se considera que no habrá afectación al poliducto, ni se configurará la superposición de proyectos de que trata el Decreto 1076 de 2015 (Artículo 2.2.2.3.6.4).

Figura 2-3 Localización de la ZODME No. 1 frente al DDV del Poliducto Sebastopol-Medellín-Cartago



2.2 ALCANCES

2.2.1 Alcance

- Describir las características y especificaciones técnicas de las fases y actividades del proyecto.
- Delimitar el área de influencia del proyecto de acuerdo a los criterios técnicos para los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural, partiendo de los posibles

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

impactos significativos que genere el proyecto.

- Caracterizar y actualizar las condiciones de los medios abiótico, biótico, socioeconómico y cultural del área de influencia del proyecto, con el propósito de establecer la línea base que permita evaluar la importancia y sensibilidad de los elementos ambientales antes de la ejecución del proyecto.
- Definir la zonificación ambiental del proyecto mediante un método cualitativo y cuantitativo, que permita valorar los grados de sensibilidad e importancia de los elementos del medio ambiente en su condición sin proyecto.
- Establecer los requerimientos del proyecto en cuanto al uso y aprovechamiento de los recursos naturales, partiendo de la cuantificación y evaluación de la oferta existente en el área de estudio, con el fin de determinar la viabilidad de su uso para el proyecto.
- Evaluar los posibles impactos que se pueden generar por la ejecución del proyecto vial y proponer las respectivas medidas de manejo para prevenir, mitigar, controlar y/o compensar dichos impactos sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico y cultural.
- Establecer la zonificación de manejo ambiental del proyecto, que responda a los resultados de la zonificación ambiental y a los elementos legamente establecidos, como herramienta de planeación para la intervención área de influencia.
- Presentar la evaluación económica ambiental desarrollada para el proyecto, como instrumento para ser validado en el proceso de modificación de la licencia ambiental.
- Actualizar los planes, programas y acciones de manejo socioambiental orientadas a promover la gestión planificada del medio, en las actividades que contempla el proyecto.
- Presentar el plan de inversión del 1% diseñado a partir de proyectos ambientales existentes a nivel municipal, departamental y nacional, con el objetivo de facilitar su implementación e impacto en el sistema socioecológico en el que se enmarca el uso del recurso hídrico por parte del proyecto.
- Identificar y valorar los riesgos que se podrían generar sobre el medio ambiente y el componente socioeconómico por la ejecución del proyecto, con el fin de establecer lineamientos generales de prevención, atención y control eficiente de las emergencias.
- Documentar las acciones que hacen parte del Plan de Abandono y Restauración, las cuales permitirán restituir las variables estructurales de los ecosistemas impactados por el proyecto, una vez éste se finalice.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Establecer el plan de compensación por pérdida de biodiversidad, en concordancia con la afectación generada por las obras o actividades del proyecto sobre los ecosistemas del área de estudio.
- Desarrollar y documentar los procesos de participación ciudadana que se ejecutaron en el contexto del estudio, con el fin evidenciar el proceso de construcción conjunta realizada con las comunidades del área.

2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones

Durante el desarrollo de los estudios ambientales es frecuente la ocurrencia e identificación de limitantes o deficiencias de información de carácter secundario con la que se debe fundamentar buena parte de la línea base socio-ambiental del área de influencia del proyecto, así como en el levantamiento de la información primaria, dentro de los principales aspectos identificados se presentan información de carácter institucional desactualizada como es el caso de los Planes de Ordenamiento Territorial, variación en el régimen climático, los cuales se explican a continuación. De manera particular se percibieron deficiencias específicas en la información de ordenamiento territorial de los municipios, que se refleja en los siguientes aspectos:

- Los municipios que conforman el área de influencia del estudio, aun cuando cuentan con planes o esquemas de ordenamiento territorial y planes de desarrollo municipal, algunos no se encuentran actualizados, o su cartografía no están en formatos georreferenciados.
- En el caso de los Planes de Desarrollo Municipal, se encontró al momento de realizar la caracterización del Área de Influencia, que la información contenida en ellos es la misma que se encuentra en los EOT o PBOT, es decir, que no se han llevado a cabo estudios o diagnósticos que permitan la actualización de dicha información.

Por lo anterior, una parte importante de la información secundaria para la elaboración del documento, fue obtenida de documentos como encuestas, las cuales en muchas ocasiones tienen deficiencia en cuanto a la cobertura de su aplicación. Igualmente, se recurrió a información proveniente del Censo realizado por el DANE en 2005 y la disponible en el Sistema de Información Geográfica para el Ordenamiento Territorial – SIGOT-, Planeación Nacional, Estadísticas Departamentales y estudios sectoriales realizados a nivel municipal y/o departamental.

Los aspectos mencionados anteriormente, hacen que exista un sesgo en la información presentada para los municipios y veredas que comprenden las áreas de influencia del Estudio.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

2.3 METODOLOGÍA

El estudio se estructuró según la Metodología General para la Presentación de Estudios Ambientales (2010) del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), y según los Términos de Referencia para la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental (EIA) requeridos para el trámite de la Licencia Ambiental de los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles son sus Accesos – Resolución 751 del 26 de Marzo del 2015.

A continuación se expone la síntesis de las actividades y metodologías empleadas para el desarrollo de los diferentes numerales y capítulos contenidos en el presente Estudio de Impacto Ambiental.

2.3.1 Medio Abiótico

2.3.1.1 Geología y Geomorfología

2.3.1.1.1 Revisión de Información Existente

Se revisó y compiló la información existente de la zona de proyecto, en entidades como el Servicio Geológico Colombiano -SGC, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi -IGAC, el IDEAM, la Agencia Nacional Minera, Oficina de Planeación municipales, entre otras entidades oficiales, así como informes de diferentes empresas de consultoría.

2.3.1.1.2 Fotointerpretación

Mediante el uso de estereoscopio de espejos, se hizo la fotointerpretación de la zona de influencia, buscando identificar unidades litológicas, fallas, lineamientos, características morfológicas, unidades geomorfológicas y áreas afectadas por amenazas naturales de origen geológico relacionadas con procesos morfodinámicos.

2.3.1.1.3 Determinación y Localización de la Vía (Proyectada)

Sobre el plano geológico regional y local que se obtuvo de fuentes oficiales ajustado con los resultados del trabajo de fotointerpretación, se hizo la localización de la vía para dimensionar y ubicar regionalmente los materiales que van a ser intervenidos, así como estructuras, fallamientos y lineamientos.

2.3.1.1.4 Geología Regional

Con base en el plano geológico regional y local que se obtuvo de fuentes oficiales ajustado con los resultados del trabajo de fotointerpretación y la información bibliográfica existente, se indicaron los materiales y estructuras regionales que se encuentran en la zona de influencia del proyecto.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.3.1.1.5 Geología Estructural

Se hizo la identificación y localización de estructuras de plegamiento, fallamientos y lineamientos y su afectación sobre la vía.

2.3.1.1.6 Geología Económica

Según la información secundaria obtenida y revisión de estudios realizados por fuentes oficiales y por la empresa privada, se localizaron las áreas, donde afloran rocas y materiales que puedan ser utilizados, para la obtención de agregados pétreos de materiales in situ y materiales de arrastre de los ríos y drenajes principales de la zona.

2.3.1.1.7 Localización de Posibles Sitios de Disposición de Estériles

Personal técnico realizó las visitas a los posibles sitios, que pueden ser utilizados, como sitios para almacenamiento temporal de estériles, que se generen durante el proceso de construcción de la vía. Este ejercicio se apoyó en las fotografías aéreas, que permiten localizar áreas con una morfología que permita el almacenamiento de altos volúmenes de material y cuya localización, no esté en zonas de amenaza, zonas de protección o áreas pobladas.

2.3.1.1.8 Diseño de información temática

Se generaron planos de escala regional y local, donde se consignó toda la información obtenida.

2.3.1.1.9 Elaboración de Informe Final

Se elaboró un informe final, cumpliendo con los requisitos y términos de referencia licitados, soportada esta información con información temática y anexos, que permitieron el entendimiento del informe presentado, base para el Estudio de Impacto Ambiental.

2.3.1.2 Paisaje

La caracterización del componente paisaje se realizó a partir del análisis la información de fisiografía generada en el componente fisiografía-suelos a escala 1:25.000, en un análisis conjunto de los atributos de geformas y coberturas de la tierra.

2.3.1.2.1 Objetivos específicos

Cumplir con los términos de referencia, para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Calidad Visual del paisaje
- Capacidad de Absorción
- Intervisibilidad

Estos elementos permitieron establecer los sitios de belleza escénica y las encuestas de campo permitieron establecer su importancia regional y determinar la incidencia en torno a las costumbres del lugar. A partir de esta información se realizó cartografía a escala 1:25.000.

2.3.1.2.2 Etapa Precampo

La unidad de paisaje (landscape, landshaft, geosistema) se constituyó en la unidad fundamental de análisis y se definió como “una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, conformada por un conjunto complejo de sistemas producto de la actividad de las rocas, agua, aire, plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es reconocible y diferenciable de otras vecinas” (Zonneveld, 1979).

Se efectuó la caracterización de las unidades de paisaje fisiográfico que tuvieron como elemento central las geoformas del área de estudio y que permitieron plasmar cartográficamente y en forma integrada áreas similares en cuanto a su geogénesis, litología, hidrología, relieve, biota y acción antrópica. Para cada unidad de paisaje se consideraron los siguientes aspectos:

- Calidad Visual del Paisaje

Para la evaluación de la calidad visual del paisaje se utilizó el método indirecto del Bureau of Land Management (BLM, 1980). Este método se basa en la evaluación de las características visuales básicas de los componentes del paisaje, a saber: morfología, vegetación, agua, color, fondo escénico, rareza y actuación humana. Se asignó un puntaje a cada componente según los criterios de valoración, y la suma total de los puntajes parciales determinó la clase de calidad visual, por comparación con una escala de referencia.

- Capacidad de Absorción

La capacidad de absorción se evaluó de acuerdo a la metodología Yeomans 1.986, la cual define la fragilidad visual como la susceptibilidad que tiene el paisaje al cambio, o la capacidad de absorción como la cualidad que tiene el paisaje para acoger acciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual. Para realizar su evaluación se asignaron puntajes a un conjunto de factores del paisaje como la erosionalidad, el potencial estético, la diversidad de vegetación, el contraste de color y la actuación humana; cuya sumatoria se potenció con el valor asignado a la pendiente, generando como resultado un valor dentro de la escala de capacidad de absorción para cada una de las unidades de paisaje.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

– **Intervisibilidad**

El cálculo de intervisibilidad se efectuó haciendo uso de las herramientas 3D Analyst de ArcGis 9.3. La herramienta Wiewshed (cálculo de la cuenca visual) tiene como principal función evaluar la exposición visual de una entidad (en este caso el eje de la línea) sobre una superficie de elevación construida a partir de las curvas de nivel de la cartografía 1:25.000 del IGAC.

2.3.1.2.3 Etapa de Campo

Se realizó la toma de fotografías representativas de cada unidad de paisaje que facilitó la descripción de las relaciones geoformas-coberturas.

Se registraron los atributos incluidos en el formato de calificación de unidades de paisaje.

2.3.1.2.4 Etapa Poscampo

– **Procesamiento de Información Primaria y Secundaria**

Comprende la síntesis del estudio del componente paisaje por medio del procesamiento de la información, lo que integra la realización de los aspectos referentes a la determinación de las unidades de paisaje y la integración de su calificación en términos de los atributos definidos.

– **Procesamiento de la Cartografía Fisiográfica**

Agrupación de las diferentes unidades fisiográficas en términos de subpaisaje y forma de terreno altamente similares, lo cual especializa unidades de alta homogeneidad en donde se presentaron las principales características abióticas del medio natural.

– **Procesamiento de la Cartografía de Cobertura**

Agrupación de unidades de cobertura en términos de su estrato vegetal y su funcionalidad, lo que permitió espacializar unidades de alta homogeneidad biótica, determinando igualmente las principales características del medio.

2.3.1.3 Suelos y Usos de la Tierra

La caracterización del componente suelos se realizó a partir del análisis la información secundaria de suelos generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) correspondiente a los estudios generales de suelos a escala 1:100.000 de los departamentos que abarcan el área de interés.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Los estudios de suelos realizados a escala 1:100.000 presentaron información general de suelos y las geoformas asociadas, los cuales fueron ajustados y adecuados a la información requerida a escala 1:25.000; lo cual requirió dos procesos principales como son la reinterpretación de geoformas en el marco de la fisiografía y consolidación del contenido pedológico conforme a la información secundaria y verificación en campo.

2.3.1.3.1 Objetivos Específicos

Según los términos de referencia Anexo 1 - Acuerdo N° 462 los aspectos caracterizados fueron:

1. Identificación de las Unidades Cartográficas de Suelos.
2. Clasificación de Tierras por su Capacidad y Vocación de Uso.
3. Uso Actual.
4. Conflictos de Uso y posibles interacciones con el proyecto.
5. Uso Reglamentado del Suelo.

Estos cinco temas principales de suelos se caracterizaron para el área de influencia del proyecto y se realizó la cartografía a escala 1:25.000

2.3.1.3.1.1 Identificación de los impactos asociados a las actividades inherentes al desarrollo del proyecto y formulación de medidas de manejo apropiadas.

2.3.1.3.1.1.1 Etapa Precampo

La etapa de precampo comprendió actividades principales como son la recopilación y análisis de la información secundaria, selección y alistamiento de imágenes de sensores remotos, reinterpretación de geoformas y ajuste de unidades climáticas, estructuración de la leyenda fisiografía-suelos, consolidación de unidades cartográficas de suelos, uso reglamentado del suelo y selección de áreas de muestreo en campo.

- Recopilación y Análisis de Información Secundaria

Comprende la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos. Se realizó la consulta y revisión de los estudios de suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi correspondiente a los departamentos del área de interés, los cuales fueron una base fundamental para la comprensión y el entendimiento de la distribución de las geoformas y su relación con los suelos.

Así mismo se realizó la recopilación y análisis de la información secundaria asociada al tema de geología, geomorfología, clima y suelos en el Servicio Geológico de Colombia, IDEAM e IGAC.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Selección y Alistamiento de Imágenes de Sensores Remotos

Se realizó el alistamiento de imágenes de sensores remotos adecuadas para realizar la reinterpretación de geofomas como:

- Imágenes de Radar, ALOS-1 con resolución espacial de 12.5m.
- Imágenes multiespectrales Rapideye con resolución espacial de 5m.

- Reinterpretación de Geofomas

Se efectuó la verificación de la coherencia espacial de la información digital de suelos, suministrada en formato shape por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).

Se realizó la reinterpretación digital en pantalla en formato vector haciendo uso del Software ArcGis 10.1, con el módulo ArcEditor. Se aplicaron técnicas de mejoramiento de despliegue visual de las imágenes tales como realces, filtros y contraste (brillo, color e intensidad) y filtros para mejoramientos de bordes.

Este proceso comprendió la verificación y confirmación de la interpretación de geofomas asociadas a las unidades de suelos y la re-delimitación de unidades que no presentaron coherencia espacial con lo observado en las imágenes de sensores remotos y el DTM a 12.5m derivado de imágenes de Radar ALOS 1.

El proceso de reinterpretación permitió realizar el ajuste y mejoramiento de la calidad de la información por las deficiencias observadas en el empalme de los estudios departamentales de suelos, lo cual requirió dar solución a dos inconsistencias. La primera, garantizar la continuidad en el trazado de las unidades, algunas de las cuales presentaron interrupción de su trazado por el cambio del límite administrativo, y la segunda dar solución a problemas de huecos o gaps de información asociados a deficiencias de topología como son los gaps.

- Estructuración de la Leyenda Unificada Fisiografía-Suelos

La leyenda tuvo dos grandes componentes: El primero asociado a la desagregación de las geofomas en 5 unidades que van de mayor a menor detalle conforme al sistema de clasificación fisiográfica del terreno (CIAF, 1.997) y el segundo, relaciona las unidades cartográficas de suelos, correspondiente a cada paisaje fisiográfico¹.

El sistema de clasificación fisiográfica del terreno permitió jerarquizar una zona de lo general a lo particular, en diferentes categorías. Al ser un método multicategorico de

¹ Para la delimitación de un cuerpo de suelo o de un grupo de cuerpos de suelos, es necesario conocer las posibles relaciones entre las geofomas que observamos y los suelos que pudieran desarrollarse en ellas. Al delimitar unidades fisiográficas, lo que se delimitan son unidades de terreno que tienen relieve (geofomas), material parental, edad y clima semejantes; en consecuencia, sus suelos deben ser iguales o similares (Villota H. , 1997).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

clasificación del terreno, involucró la mayoría de los elementos medioambientales comprometidos en la génesis de las geoformas y sirvió de base para la realización de los diferentes niveles de levantamientos de suelos, así como la zonificación física de tierras y caracterización ecológica, ya que permitió visualizar en forma clara la relación clima - paisaje - suelo - vegetación/ uso de la tierra.

Se basó en el Análisis Fisiográfico, el cual es un método moderno de interpretación de imágenes de sensores remotos, donde se integraron aspectos tales como geomorfología, geología, material parental, pendientes, vegetación, que se enmarcaron dentro de condiciones climáticas definidas. (VILLOTA, 1992).

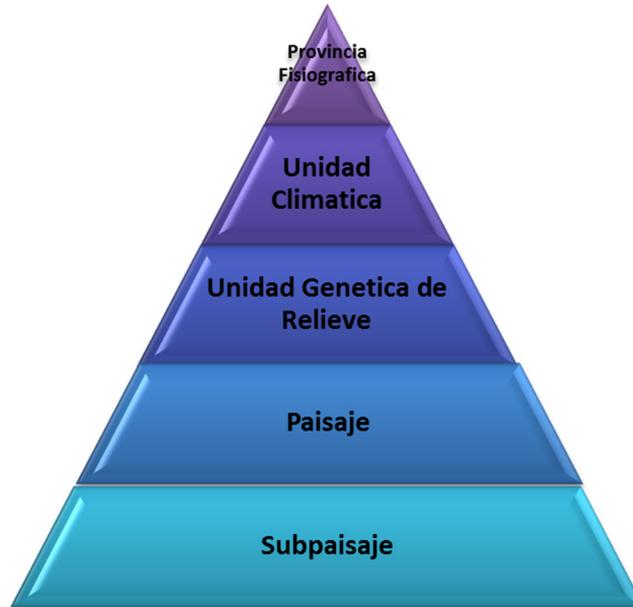
En la Clasificación Fisiográfica del Terreno, la unidad de paisaje constituyó el elemento fundamental de análisis que permitió ordenar la investigación física y biótica, gracias a que varios factores responsables de la morfogénesis, fueron los mismos que originaron la diferenciación de los perfiles edáficos y la distribución de la vegetación (VILLOTA, 2005).

Como lo establece el Manual de Levantamientos de Suelos de USDA, 1.951, los suelos son perfiles tanto como paisajes. De una parte, el suelo es un componente del paisaje fisiográfico, pero sus características morfológicas, físicas, químicas mineralógicas resultan de la interacción de los restantes componentes del paisaje, como son: relieve, material litológico y cobertura vegetal, todos actuando bajo un mismo clima, en un lapso de tiempo determinado (Villota, Una nueva aproximación a la Clasificación Fisiográfica del Terreno, 1.997).

Este es uno de los principios de la cartografía de suelos ya que el suelo como cuerpo natural, tiene su origen, formación y evolución regidos por factores preexistentes, los que al actuar en un mismo orden y con igual intensidad, generan poblaciones de suelos semejantes. Es decir los suelos no ocurren al azar sino en patrones lógicos que corresponden a la interacción de los factores formadores.

El sistema de Clasificación Fisiográfica del Terreno (CIAF, 1.997) tiene una estructura piramidal con cinco categorías a saber:

Figura 2-4 Sistema de Clasificación Fisiográfica del Terreno (CIAF, 1997)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- Provincia fisiográfica.
- Unidad climática.
- Gran paisaje o Unidad Genética del relieve
- Paisaje
- Subpaisaje

En el sistema de Clasificación Fisiográfica (CIAF, 1.997), la provincia fisiográfica, facilita la ubicación geográfica e integra unidades con parentesco de tipo geológico con una o más unidades climáticas. Así mismo, la unidad climática hace parte de la integral de la estructura del sistema, lo cual no ocurre en el sistema Taxonómico Jerarquizado de Zinck (1.987).

- **Consolidación de Unidades Cartográficas de Suelos**

A cada unidad de paisaje fisiográfico le corresponde una unidad cartográfica de suelos, asumiendo el criterio que los límites de cada unidad cartográfica coincidan del todo con los de la unidad taxonómica, dado que los suelos son un continuum, con variaciones horizontales y verticales, pero sin individuos separados.

La unidad cartográfica se compone de un nombre y un símbolo. El nombre de las unidades cartográficas se integra de varios elementos que le dan al usuario de los mapas de suelos, información sobre las relaciones que existen entre los diferentes cuerpos de suelo. Así mismo se relaciona el porcentaje de participación de cada una taxonómica.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- **Componente Taxonómico**

Es el segundo elemento que va en el nombre de la unidad Cartográfica y sus términos provienen de un sistema de clasificación el cual corresponde al Soil Taxonomy del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) a nivel de subgrupo².

La estructura funcional del Sistema Taxonómico está integrada por las categorías: Orden, Suborden, Gran grupo, Subgrupo, Familia y Serie. A las clases anteriores se agregan las tierras misceláneas, cobijadas bajo el concepto de No suelo, las cuales pueden conformar unidades extensas y homogéneas, o pueden aparecer asociadas con suelos.

Tabla 2-1 Elementos de la unidad cartográfica de suelos

Unidad Cartográfica de suelos			Código
Nombre	Componente Taxonómico	%	K2.1
CONSOCIACION	HumicDystrudepts TypicUdorthents	80 20	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

- **Uso Reglamentado del Suelo**

Se realizó la consolidación de información georeferenciada y no georeferenciada de Uso Reglamentado de los POT, POMCAS y la solicitud de la información faltante, dejando registro documentado.

- **Plan de Muestreo**

Comprendió la planeación del trabajo de campo para realizar la verificación de la interpretación fisiográfica y el levantamiento de información de suelos.

Se identificaron las unidades de paisaje sobre las cuales se tuvieron dudas respecto a material parental y composición de las unidades cartográficas de suelos.

Se priorizaron las unidades de paisaje asociadas a áreas mal drenadas, dada su importancia ambiental y las cuales constituyeron una información base para la identificación de ecosistemas.

Para el desarrollo del trabajo de campo se contó con un formato único normalizado para los levantamientos de suelos

²En Colombia se introdujo el sistema del Soil Taxonomy en 1.973(IGAC) para caracterizar y correlacionar los suelos durante los levantamiento edafológicos y simultáneamente se adoptaron varias unidades funcionales, para estrechar el rango de variación de las unidades taxonómicas con fines prácticos.

2.3.1.3.1.1.2 Etapa de Campo

El desarrollo de las actividades de campo comprendió la verificación de unidades de fisiografía, el muestreo de unidades de suelos y verificación del uso actual del suelo

- Verificación de la Interpretación Fisiográfica

Se realizó la verificación de unidades de paisaje y sus características, haciendo el chequeo de material parental, pendientes, condición de drenaje y grado de erosión mediante recorrido en campo.

Permitió validar las delimitaciones de las unidades de paisaje y subpaisaje obtenidas a partir del análisis fisiográfico del terreno por medio de la fotointerpretación, lo cual también permitió ajustar las delineaciones realizadas.

- Levantamiento de Información de Suelos

Se realizó el levantamiento detallado de información de suelos a través de calicatas en sitios considerados críticos y los cuales están asociados principalmente a áreas inundables.

Los principales aspectos a describir por calicata correspondieron a los siguientes: profundidad en centímetros, nomenclatura, epipedón, endopedón, color matriz en húmedo, moteados, fragmentos de roca, materiales orgánicos, textura, estructura, consistencia, concentraciones, poros, raíces, reacciones, límites y pH, principalmente. Igualmente se incluyen los aspectos externos de la forma de terreno identificada.

Se realizó la toma de muestras de suelos en la cual se describió el suelo de mayor representatividad, para cada horizonte descrito en una cantidad equivalente a un (1) kilogramo para cada muestra.

Equipo y Reactivos: Para la realización de la descripción del perfil modal de cada suelo dominante por unidad fisiográfica, se requiere con el siguiente equipo y reactivos.

Tabla 2-2 Equipos y Reactivos

Equipos	Reactivos
- Cuchillo	- Ácido clorhídrico HCL (al 10%),
- Pala	- Peróxido de hidrogeno H2O2 (al 30%),
- Palín	- Fluoruro de sodio NaF (al 4%),
- Barra	- Sulfato de bario SO4Ba,
- Metro	- Hellige
- TablaMunsell (soil color charts)	- Papel filtro impregnado con fenoltaleína.
- Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010,	- Frasco de vidrio ámbar con gotero de 60 ml
- GPS o PDA	
- Cámara fotográfica	

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> - Bolsas plásticas de 2 kg - Fichas bibliográficas blancas - Marcador - Paleta de pintura - Formatos de descripción de campo 	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

A las muestras de suelos tomadas a todos los horizontes de cada observación de calicata, se les realizó el paquete analítico que se integró por los siguientes parámetros químicos; pH, textura por Bouyoucos, CICA, bases totales, Ca, Mg, K, Na, Aluminio de cambio, fósforo disponible, saturación de bases, carbón orgánico. A los resultados se les desarrollaron las apreciaciones, interpretaciones y relaciones propias de los análisis de suelos, lo que permitió igualmente suministrar los datos para ajustar la taxonomía y el cálculo de su fertilidad natural. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi o a laboratorio certificado.

2.3.1.3.1.3 **Etapas de Poscampo**

- **Ajuste a las Unidades Cartográficas de Suelos**

Una vez realizada la etapa de campo se obtuvieron caracterizaciones provenientes de información primaria para reevaluar las unidades cartográficas de suelos que se encontraban fuera de las zonas de cateos o revisiones en campo, lo cual permitió realizar potenciales ajustes y validar la misma, a partir de la extrapolación de información.

Los ajustes a la unidad cartográfica comprendió dos aspectos principales:

- *Verificación de la Clasificación Taxonómica*

De acuerdo con la descripción de los perfiles modales de los suelos dominantes clasificados de forma preliminar en campo y los resultados de los análisis de laboratorio, se realizó la reconfirmación de la clasificación taxonómica de los suelos por medio de la Clave para la Taxonomía de Suelos Soil Survey Staff, publicadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA, Servicio de Conservación de Recursos Naturales NRCS. Undécima Edición 2.010, sistema que tiene seis categorías: orden, suborden, gran grupo, subgrupo, familia y serie, la clasificación se realizó a nivel categórico de familia quinto nivel de la pirámide taxonómica para los suelos levantados en campo.

Los resultados de los análisis de las muestras de suelos permitieron validar igualmente la clasificación taxonómica, establecer características físicas y químicas y desarrollar el cálculo de la fertilidad (metodología del Laboratorio Nacional de Suelos del IGAC)

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

- *Identificación de la categoría de clase de unidad cartográfica*

Conforme a los resultados de campo se estableció la categoría de unidad cartografía para cada unidad de paisaje fisiográfico a saber: Consociación, Asociación, Complejo o Grupo indiferenciado.

2.3.1.3.1.2 Uso Actual y Potencial

- **Clasificación de Tierras por su Capacidad de Uso**

La Clasificación Agrológica es la asignación de clases, subclases y unidades de capacidad o grupos de manejo que se da a las diferentes unidades cartográficas definidas en un estudio de suelos para un uso práctico inmediato o futuro, con base en la capacidad para producir de los suelos que las integran (IGAC, 2007).

Se fundamenta en la adaptación realizada para Colombia, por Mosquera, L (1986) de la Clasificación de Tierras por Capacidad de Uso del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, según el manual 210 del Servicio de Conservación de Suelos.

La clasificación agrológica es de tipo interpretativa y se basa en los efectos de las combinaciones de clima y características permanentes de los suelos sobre los riesgos de deteriorarlos, las limitaciones para el uso, la capacidad de producir cosechas y los requerimientos de manejo de los suelos.

Las características permanentes de los suelos hacen referencia a pendiente, textura, profundidad efectiva, permeabilidad, capacidad de retención de humedad, tipo de arcilla y condición de drenaje natural.

La capacidad es el potencial que tiene la tierra para ser utilizada bajo cierto tipo general de uso o con prácticas específicas de manejo.

Los suelos que están agrupados dentro de una clase por capacidad son similares solamente con respecto al grado de limitaciones para propósitos de uso o respecto al riesgo de degradarse. Cada clase de capacidad incluye muchas clases de suelos. Muchos de los suelos dentro de cualquiera de las clases requieren distintas prácticas de manejo.

- **Uso Actual**

Para el establecimiento del uso actual se recurrió a un insumo esencial el cual correspondió al mapa de coberturas vegetales, realizado por medio de la clasificación CorinLandCover. Sobre la base del análisis de las coberturas se realizó la reclasificación y/o agrupación de las unidades de cobertura identificadas en función de sus características fisionómicas, su origen natural o introducido y sus principales características producto de la explotación que los seres humanos realizan sobre estas, asignándoles nombres relacionados con su principal

actividad extractiva o su funcionalidad.

Tabla 2-3 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2001

Grupo de Uso	Subgrupo de Uso	Símbolo
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos	CTI
	Cultivos transitorios semiintensivos	CTS
	Cultivos semipermanente y permanente intensivos	CSI
	Cultivos semipermanente y permanentes semiintensivos	CSS
Agroforestal	Silvoagropecuaria	SAG
	Agrosilvopastoril	SAP
	Silvopastoril	SPA
Ganadería	Pastoreo intensivo y semiintensivo	PSI
	Pastoreo extensivo	PEX
Forestal	Producción	FPR
	Protección - Producción	FPP
Conservación	Forestal protectora	CFP
	Recursos hídricos	CRH
	Recuperación	CRE

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.1.3.1.3 Conflicto de Uso del Suelo

Los conflictos de Uso de la Tierra son el resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace actualmente del medio natural y aquel que debería tener de acuerdo con la oferta ambiental (IGAC, CORPOICA, 2001).

Para evaluar la concordancia, compatibilidad o discrepancia en el uso, se elaboró una matriz de decisión que permitió confrontar las unidades de Vocación Actual de Uso vs el Uso Actual.

Cada una de las unidades de Cobertura y Uso actual se valoró en relación con la Vocación Actual de Uso, para lo cual a cada clase de Cobertura Actual se asignó el uso actual en términos de la Vocación de Uso Principal, para comparar niveles similares dentro de la matriz.

2.3.1.4 Hidrología

2.3.1.4.1 Fase Precampo

Se hizo una exhaustiva investigación en las entidades oficiales y particulares que tienen relación con la zona de influencia del proyecto (CORANTIOQUIA, IDEAM, IGAC).

Mediante esta investigación se hizo un inventario que incluyó los siguientes aspectos:

- Cartografía y Aerofotogrametría

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Hidrometeorología
- Uso de la tierra
- Monografías y estudios regionales

Para determinar los patrones de drenaje a nivel regional, básicos para la caracterización y base para la evaluación morfométrica, se empleó la siguiente información con la que se realizaron los respectivos análisis.

Cartografía:

La información cartográfica que se empleó para los análisis de hidrología fue a la mejor escala disponible, 1:25.000 y 1:100.000 de entidades como se resumen a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 100.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC
- Cartografía IGAC digital a escala 1:25.000
- Información hidrológica basada en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

Información Hidrológica:

Para la descripción hidrológica del área de influencia del estudio, se utilizó información hidrométrica actualizada suministrada por la Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia CORANTIOQUIA y del IDEAM.

Para efecto de realizar los respectivos estudios de regionalización se emplearon los registros de estaciones de las corrientes principales en la zona de estudio, en especial Quebrada Sinifaná y del río Cauca.

2.3.1.4.2 Fase de Campo

La información recolectada se analizó con procedimientos que dependieron de la calidad de los datos obtenidos. Con base en el análisis se programarán las labores de campo que sirvieron para complementar la información inicial.

Por parte del grupo de profesionales se hizo el reconocimiento general en campo de puntos específicos relacionados con cruces de corrientes, información que permitió al grupo de Hidrología, verificar las condiciones de los corredores en estudio. Esta inspección de campo permitió observar la condición de algunos aspectos morfológicos, patrón de drenaje y dinámica fluvial actuales de corrientes naturales que requieren análisis especiales, especialmente en los sitios de cruce importantes y áreas de localización de infraestructura especial.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

2.3.1.4.3 Fase Poscampo

- Se elaboró una Figura de Localización general de la zona de estudio, incluyendo toda el área de drenaje de la zona de proyecto.
- Se determinó la existencia de los sistemas lénticos y lóticos en el área de influencia del proyecto.
- Dentro del Área de Influencia se verificó la existencia de cuerpos lénticos, se determinó su ubicación, municipio, coordenadas Norte – este, área aproximada, altura sobre el nivel del mar y usos. Se presentó un registro fotográfico de cada uno de estos sistemas y se presentaron las características físicas y ambientales del cuerpo léntico, sus fuentes de recarga, su estado ambiental, la calidad del agua y se evidenciará la presencia de seres vivos peces y aves principalmente; y sus condiciones de vida.
- Se precisó la presencia de Sistemas loticos en el área de Influencia del proyecto vial, precisando sus condiciones físicas y ambientales, incluyendo las principales corrientes de la zona de estudio, que hacen parte de la quebrada Sinifaná y del río Cauca.
- Se presentó las características de ríos, quebradas y corrientes de agua en el área de influencia, determinando si los cuerpos de agua son permanentes, intermitentes o estacionarios.
- Se recopiló toda la información relacionada con la Red de drenaje, haciendo énfasis en la quebrada Sinifaná y el Río Cauca y de las demás corrientes de importancia para el proyecto.
- Se determinaron las características hidrográficas de toda el área, incluyendo las fuentes principales y sus correspondientes afluentes bajan, precisando sus condiciones de drenaje.
- Se determinaron las condiciones de las aguas subterráneas (nivel freático) presentes en la zona de proyecto, determinando sus principales características incluyendo sus profundidades.

2.3.1.5 Calidad del Agua

2.3.1.5.1 Fase de Precampo

2.3.1.5.1.1 Selección de Sitios de Monitoreo

Según los cuerpos de agua identificados como susceptibles a intervención en el área de influencia del proyecto, se seleccionarán los sitios de monitoreo de calidad del agua,

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

georreferenciándose a través de sistemas de información geográfica, y justificando su representatividad en cuanto a cobertura espacial y temporal.

2.3.1.5.1.2 Definición del Laboratorio Acreditado

Para el desarrollo de los muestreos de la caracterización físico-química, bacteriológica e hidrobiológica, en los sitios de monitoreo previamente establecidos, se contrató un laboratorio acreditado por el IDEAM, verificando que las metodologías de muestreo correspondan a las definidas en el “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 22ª edición, 2012 y en el “U.S. EPA”. Los parámetros a monitorear fueron los establecidos en la Resolución 751 del 2015 y la Resolución 631 del 2015.

2.3.1.5.2 Fase de Campo

2.3.1.5.2.1 Verificación de Sitios de Monitoreo de Calidad del Agua

Una vez en campo, se verificó que los puntos de monitoreo escogidos preliminarmente, contaban con las condiciones idóneas de acceso y representatividad para la realización de la actividad, con el fin de ajustar o no las coordenadas de muestreo para posterior notificación al laboratorio contratado.

2.3.1.5.2.2 Toma de Muestras por parte del Laboratorio

El laboratorio contratado colectó el número de muestras requeridas en los puntos seleccionados, para luego enviarlas al laboratorio y efectuar las pruebas y ensayos analíticos, con el fin de determinar la concentración de cada uno de los parámetros medibles.

2.3.1.5.3 Fase de Poscampo

Los resultados obtenidos para calidad del agua, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos y mínimos permisibles por la normatividad ambiental vigente.

2.3.1.6 Usos del Agua

2.3.1.6.1 Fase de Precampo

Previo a la salida de campo, se elaboró mediante cartografía base, un diagnóstico ambiental preliminar en el cual se evidenciaron los puntos que debían ser visitados en campo para la identificación de los usos actuales sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce), lo cual a su vez permitió establecer el plan de trabajo en campo (tiempos y recursos).

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Como fuentes de información secundaria, se consultaron los objetivos de calidad, planes de ordenamiento territorial y desarrollo municipales, planes de gestión ambiental regional de Corporaciones Autónomas Regionales, y planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas, y la información de concesiones autorizadas por las Corporaciones Autónomas Regionales con jurisdicción en el área del proyecto.

2.3.1.6.2 Fase de Campo

Se realizó en campo un inventario de los usos y usuarios del agua actuales y potenciales existentes sobre las fuentes de agua susceptibles a intervención (captación, vertimiento y ocupación de cauce). Para ello se utilizó un formato de campo con la información principal a recolectar, identificando aquellos puntos donde por presencia de viviendas o actividades productivas, se considere probable la utilización del recurso, y las áreas donde se identifique la presencia de acueductos veredales o municipales.

Así mismo, a partir de la aplicación de los formatos en consulta con la comunidad de las veredas dentro del área de influencia, se identificaron los conflictos actuales y/o potenciales que se presentaron en cuanto al uso y disponibilidad del recurso hídrico.

2.3.1.6.3 Fase de Poscampo

Una vez procesada la información obtenida en campo mediante el formato establecido, y recopilada a través de la Corporación Autónoma Regional, se realizó el respectivo análisis cuantitativo y cualitativo de los usos principales del agua, los tipos de tratamiento existentes, información de usuarios, y vertimientos asociados.

La determinación de los posibles conflictos actuales o potenciales sobre la disponibilidad y usos del agua, se realizó a partir del comportamiento hidrológico y de información obtenida de consultas directas a la comunidad y de la revisión de estudios regionales y demás información obtenida en las Corporaciones Autónomas Regionales, referente a los planes de ordenamiento y manejo de cuencas, definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones, entre otros.

2.3.1.7 Hidrogeología

Se realizaron actividades de compilación y análisis de información hidrogeológica existente, relacionadas con los aspectos geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- El Atlas de Aguas Subterráneas de Colombia, INGEOMINAS, 2004, en Escala 1:500.000. Plancha y Memoria técnica.
- Con la información existente y de acuerdo a las características de la zona, se realizó el plan de trabajo para la adquisición de información primaria de campo, relacionada con

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

las actividades que conllevaran a elaborar el modelo hidrogeológico conceptual del sitio.

2.3.1.7.1 Fase de Campo

Las actividades de adquisición de información de campo incluyeron el reconocimiento del área de estudio, inventario de puntos de agua subterránea encontrados en el área de estudio.

- Inventario de Puntos de Agua Subterránea

Se realizó un inventario de puntos de agua subterránea dentro del Área de Estudio, que incluyó aljibes, pozos y manantiales, encontrados durante las visitas realizadas predio a predio, donde se tuvieran los permisos de ingreso.

Para la captura de la información del inventario en campo se utilizó el Formulario Único Nacional para Inventario de Puntos de Agua Subterránea (FUNIAS) del IDEAM e INGEOMINAS, en la cual se registró la localización, características constructivas de las captaciones, usos y usuarios y caudales.

Se obtuvo como resultado una ficha de información de cada uno de los puntos inventariados, con registro fotográfico, cuyas captaciones fueron identificadas con un código y un número de identificación.

2.3.1.7.2 Fase de Campo

- Fase de Procesamiento de Información

En las actividades poscampo se realizó la evaluación e interpretación de la información adquirida en campo, la integración de la información primaria y secundaria, el informe técnico que incluyó direcciones de flujo, caracterización hidrogeológica, zonas de recarga, mapa de vulnerabilidad, modelo hidrogeológica conceptual.

- Caracterización de las Unidades Hidrogeológicas

El mapa hidrogeológico se generó utilizando como base el mapa geológico del presente estudio y usando como referencia el Atlas de Agua Subterránea de Colombia, elaborado por el INGEOMINAS (ahora Servicio Geológico Colombiano) para la definición de los principales acuíferos, características y nomenclatura.

La elaboración de la cartografía hidrogeológica y caracterización de las unidades, se realizó según la metodología de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) “Leyenda

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Internacional de los Mapas Hidrogeológicos”³; La leyenda 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 litológica evaluada.

2.3.1.8 Geotecnia

Una vez definido el lineamiento geométrico de la vía es necesario establecer las condiciones geotécnicas del subsuelo, definir los métodos de estabilidad y las intervenciones necesarias, es importante conocer desde el principio del alcance del proyecto si implica un lineamiento vial nuevo o de una modificación de una vía existente.

El primer paso fue establecer la campaña de exploración del subsuelo, para ello se tuvo como referencia lo establecido por el Código Colombiano de Puentes y la Norma Sismo Resistente (NSR-10), donde se establece que para los puentes y viaductos ya implantados por la especialidad de estructuras; es necesario hacer perforaciones para las pilas de apoyo de la estructura, teniendo como área de cobertura de cada sondeo un radio de 30 m.

A continuación con los resultados de la exploración y de los ensayos de laboratorio se realizó un análisis de la información determinando propiedades del suelo, condiciones especiales y el perfil estratigráfico, siendo esta la base para el diseño de la cimentación de puentes y edificaciones así como la estabilización de taludes.

2.3.1.9 Atmósfera

2.3.1.9.1 Meteorología

Para la caracterización climatológica del área de estudio se utilizó la información disponible de las estaciones del IDEAM o de aquellas entidades o empresas debidamente autorizadas para la operación de estaciones meteorológicas, que contaban con registros históricos amplios y se encuentran distribuidas espacialmente cerca o al interior del área de influencia del proyecto. Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaron estas estaciones, y la información de los parámetros de acuerdo a lo requerido en la Resolución 751 del 2015.

- Temperatura superficial, promedio, temperatura máxima diaria registrada, temperatura mínima diaria registrada.
- Presión atmosférica promedio mensual (mb).
- Precipitación: media diaria, mensual y anual; y su distribución en el espacio..
- Humedad relativa: media, máximas y mínima mensual.
- Viento: Dirección, velocidad y frecuencias en que se presentan. Elaborar y evaluar la

³ UNESCO, 1983. International Legend For Hydrogeological Maps, Paris.

rosa de los vientos.

- Radiación solar
- Nubosidad
- Evaporación

A partir de esta información, se analizaron para cada una de las estaciones los datos registrados para cada uno de los parámetros requeridos en la Resolución 751 del 2015 y, se determinó el comportamiento general para el área de influencia del proyecto. En cuanto a los parámetros de temperatura y precipitación, no solo se determinó su distribución temporal, sino también su distribución espacial mediante la generación del mapa de isoyetas e isotermas.

Para determinar los parámetros que no se encontraban registrados en la información climatológica, como la presión atmosférica se aplicó la ecuación recomendada por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006).

$$P = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065z}{293} \right)^{5,26}$$

Donde,

P= Presión atmosférica (kPa)

Z=Elevación sobre el nivel del mar (m)

2.3.1.9.1.1.1 Zonificación Climática

En cuanto a la zonificación climatológica, cuya base es la correlación existente entre los gradientes de temperatura y altitud topográfica, se realizó con base en la información de los valores medios multianuales de los parámetros precipitación y temperatura de las diferentes estaciones. Esta información fue el insumo para la generación de los mapas de isotermas e isoyetas, los cuales al cruzarse, a través de herramientas de ARCGIS, dieron como resultado unidades espaciales cuyos polígonos relacionan un rango de precipitación con un rango termal, y que pueden clasificarse de acuerdo a las categorías que se presentan en la Tabla 2-4. Dichas categorías corresponden a las propuestas por el IDEAM *et al.*, (2007) en el documento “Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia”.

Tabla 2-4 Rangos de Zonificación Climática

Denominación Termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura media anual	Denominación precipitación	Rangos de precipitación anual mm/año
Cálido	0 – 800	T> 24°C	Árido	0 – 500
Templado	801 – 1.800	18 – 24°C	Muy seco	501 – 1.000
Frío	1.801 – 2.800	12 – 18°C	Seco	1.001 – 2.000
Muy frío	2.801 – 3.700	6 – 12°C	Húmedo	2.001 – 3.000

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

Extremadamente frío y/o nival	3.701 – 4.500 y > 4500	1,5 – 6°C y < 1,5°C para nival	Muy húmedo	3.001 – 7.000
			Pluvial	> 7000

Fuente: IDEAM *et al.*, (2007).

Cabe resaltar que para la generación de las isotermas se utilizó la relación existente entre la altura topográfica y el gradiente vertical de temperatura, que permitió realizar un análisis estadístico de regresión para expresar los valores de temperatura, en función de la altura sobre el nivel del mar, usando un modelo digital de elevación de mediana resolución. En cuanto a las isoyetas, se realizó mediante el software ArcGIS, seleccionando Kriging como método de interpolación.

Finalmente, para el desarrollo del balance hídrico, se utilizaron los registros de precipitación y temperatura de las estaciones seleccionadas para aplicar la metodología de Thornthwaite (2005) para el cálculo de la evapotranspiración potencial y su posterior uso en la determinación del déficit y los excesos hídricos.

2.3.1.9.1.2 Identificación de Fuentes de Emisiones

2.3.1.9.1.2.1 Fase Precampo

Se realizó una identificación preliminar de fuentes de emisión existentes en el área de estudio, asentamientos poblacionales, y vías de acceso, georreferenciando su ubicación en el mapa temático preliminar que fue generado como insumo base para la verificación y complementación de información en campo.

2.3.1.9.1.2.2 Fase de Campo

Se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes de emisión de contaminantes atmosféricos que fueron definidas a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes.

2.3.1.9.1.3 Calidad del Aire

2.3.1.9.1.3.1 Fase Precampo

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria concerniente a estudios realizados sobre la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, en donde se requieren permisos de emisiones atmosféricas (instalaciones de trituración, planta de asfalto, frentes de explotación minera, entre otros).

Se contempló la realización de monitoreos de la calidad del aire en zonas aledañas al proyecto identificadas como las más sensibles (asentamientos poblacionales

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

principalmente) y/o zonas críticas de contaminación. Para el desarrollo de los muestreos de la calidad del aire, se contrató un laboratorio acreditado por el IDEAM, tanto para toma de muestras como para análisis.

2.3.1.9.1.3.2 Fase de Campo

Los contaminantes que se midieron fueron: partículas suspendidas totales (PST), material particulado (PM₁₀), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO), teniendo en cuenta lo establecido en el Protocolo de monitoreo y seguimiento de calidad del aire del IDEAM, y Resolución 601 de 2006.

2.3.1.9.1.3.3 Fase de Campo

Los resultados obtenidos para calidad del aire, fueron analizados cuantitativa, e igualmente se compararon con los valores máximos por la normatividad ambiental vigente.

2.3.1.9.1.4 Ruido

2.3.1.9.1.4.1 Fase Precampo

Previo al trabajo de campo, se realizó la consulta de fuentes de información secundaria que relacionaran los niveles de ruido ambiental existentes en el municipio de Medellín, San Jerónimo y Ebéjico en el departamento de Antioquía, tales como los planes de ordenamiento y desarrollo municipales, planes de gestión ambiental regional, y planes de manejo y ordenamiento de cuencas hidrográficas, entre otros, depurando y analizando aquella información útil para el proyecto.

De igual forma, se identificaron asentamientos poblacionales, viviendas e infraestructura socioeconómica, que se consideró potencial fuente generadora de ruido o puntos susceptibles a presentar impactos por alteración en los niveles de presión sonora, para ser visitados en campo y como puntos preliminares de monitoreo de ruido.

2.3.1.9.1.4.2 Fase de Campo

Se realizó un recorrido por el área de influencia del proyecto con el fin de verificar y validar las fuentes generadoras de ruido y puntos susceptibles a presentar impactos por generación de ruido que fueron definidos a partir de información secundaria; así como la identificación y georreferenciación de nuevas fuentes de contaminación.

2.3.1.9.1.4.3 Fase de Poscampo

Se generó el documento relacionado con el ruido ambiental, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la Resolución 751 del 2015, integrando para ello la información primaria recolectada y la información secundaria consultada para las fuentes

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

generadoras de ruido presentes en la zona, anexando los respectivos formatos de campo diligenciados.

En el caso de los monitoreos de ruido, se realizó el informe de análisis de resultados integrándolo al documento de caracterización ambiental, y presentando los mapas de isófonas.

2.3.2 Medio Biótico

2.3.2.1 Ecosistemas Terrestres

Se realizó la identificación de Ecosistemas a escala 1:25.000 para el área de estudio siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el mapa de Ecosistemas de Colombia a escala 1:000.000 y en los cuales están relacionados los elementos básicos para la representación cartográfica de los ecosistemas como son: Clima, Geomorfopedología y Cobertura de la Tierra y los cuales están enmarcados en grandes unidades caracterizadas por el tipo de plantas y animales que alberga, como son los Biomas.

El marco conceptual del mapa de Ecosistemas de Colombia es jerárquico y de integración interdisciplinaria en donde se involucran elementos bióticos y abióticos en el marco de una caracterización nacional. Para la caracterización regional a escala 1:25.000 del presente estudio, se siguieron los lineamientos jerárquicos, interdisciplinar, integrando información concordante a la escala de trabajo 1:25.000 de Geoformas, Suelos, Biomas, clima y Cobertura de la Tierra.

El mapa de ecosistemas tiene como propósito plasmar la síntesis de las relaciones ecológicas más significativas que tienen lugar en un determinado espacio geográfico. La leyenda del mapa constituye una síntesis de los diferentes tipos de ecosistemas y facilita la comprensión de los procesos genéticos responsables de la estructura biofísica y funcionamiento de los ecosistemas a escala 1:25.000.

Es así como los biomas facilitan la comprensión de unidades genéticas clímax o potenciales en el área de estudio, la información geomorfológica aporta elementos para la comprensión de la geogénesis regional y los materiales parentales de los suelos, relacionan características fundamentales del medio físico en relación a la oferta para la vegetación natural y las actividades antrópicas.

Elementos dinámicos que describen y caracterizan el estado actual de los ecosistemas están representados por el clima y cobertura de la tierra. La cobertura constituye un elemento fundamental en la comprensión de la dinámica por intervención antrópica y la naturaleza de los disturbios. De esta forma se integran características de clasificación y características de

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

cartografía de ecosistemas⁴.

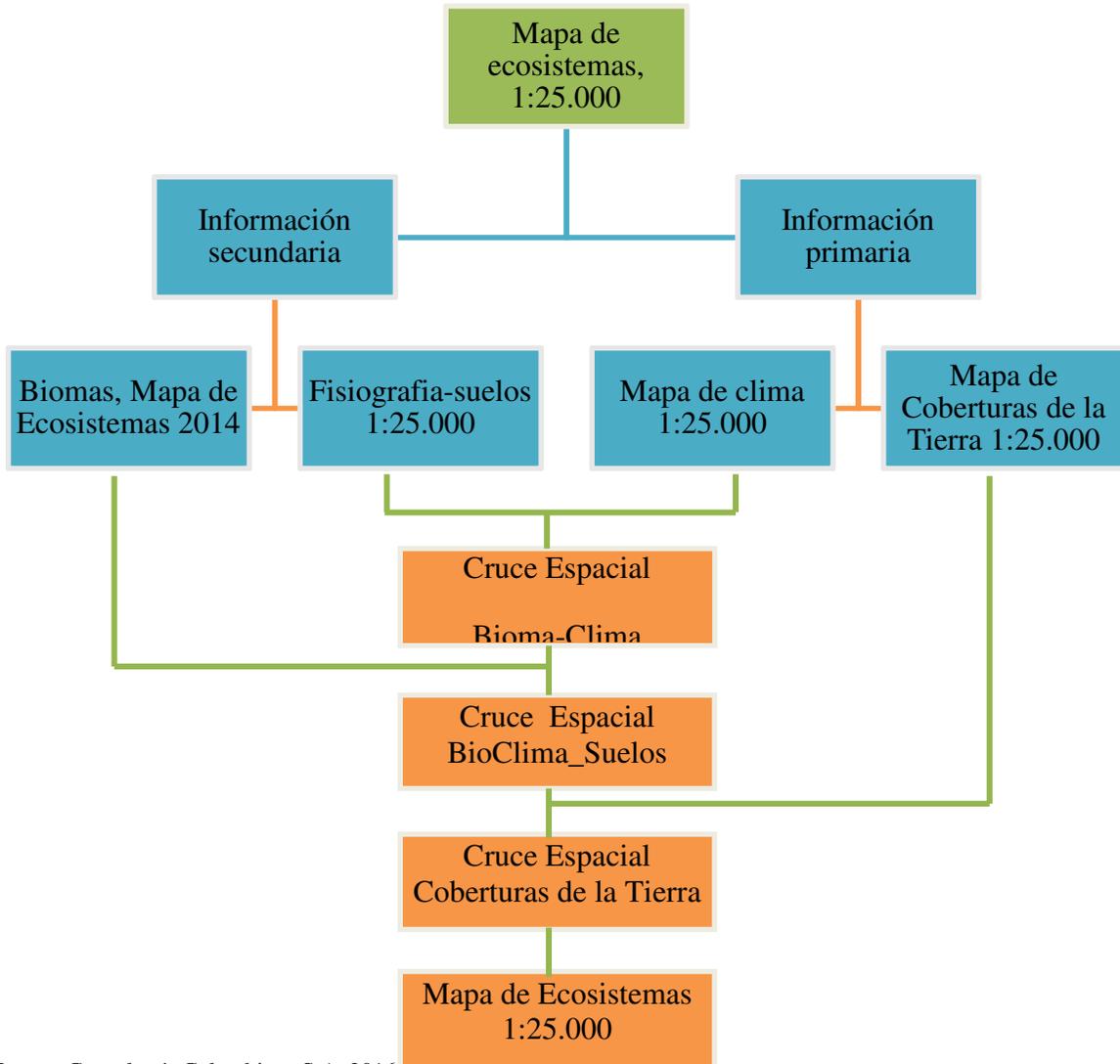
Este enfoque asume los principios básicos de la metodología para la zonificación de ecosistemas del Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt en cuanto al mapeo predictivo de ecosistemas en donde se asumen dos elementos fundamentales que son las geofomas y la cobertura; fácilmente identificables en imágenes de sensores remotos.

El mapeo predictivo de ecosistemas se fundamenta en la delimitación de ecosistemas en relación a los componentes del territorio y en combinación de varias metodologías y tecnologías de sensores remotos, dejando una estructura jerárquica abierta que permite incorporar información de biotas para caracterizar a nivel de grupos biológicos, las unidades delimitadas de esta forma.

En la Figura 2-5 se presenta el Diagrama metodológico para la realización del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000, en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

⁴ Un aspecto básico para la clasificación y cartografía de ecosistemas , es la adecuada selección de propiedades y atributos que van a servir para clasificarlos y delimitarlos en un mapa Udo de Haes&Klijn (1994) y Zonneld (1994)

Figura 2-5 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.1 Coberturas de la Tierra

Mediante la interpretación de un mosaico de imágenes Rapideye de 2014 y orto fotografías de la zona se elaboró el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000. En él se presenta de manera integral y sintética la información referente a las unidades de cobertura de la tierra conforme a la metodología Corine Land Cover para Colombia (CLCC) y la leyenda estructurada a escala 1:25.000.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

La integración de la información se realizó a través de herramientas SIG en las cuales se superpusieron las capas de información de biomas, geomorfología-suelos así como la generada para Coberturas de la Tierra y Clima.

En la Figura 2-5 se presenta el Diagrama metodológico para la realización del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000, en el cual se relacionan todas las actividades requeridas para la integración de la información.

2.3.2.1.1.1 Fase Precampo

La metodología para el mapeo de coberturas de la tierra tiene su base en la interpretación visual de imágenes de satélite con la ayuda de ordenador (PIAO- Photo Interpretation Assisté par Ordinateur) teniendo como base los elementos pictórico-morfológicos de las imágenes digitales de sensores remotos. Es importante precisar que la metodología no incluye procesamiento digital de imágenes asociado a clasificaciones supervisadas y no supervisadas.

Para la digitalización de la interpretación visual se utilizó el software ArcGIS en su módulo ArcMap, el cual facilita en su módulo Editor, realizar edición a la capa de coberturas. La definición de las unidades de cobertura y uso del suelo se realizó tomando como guía la metodología Corine Land Cover para Colombia (CLCC) a escala 1:100.000 (IDEAM *et.al.*, 2010).

El marco metodológico de CLCC establece la organización de los datos en una estructura de geodatabase la cual permite tener un control en la disposición y almacenamiento de los datos y facilita la realización de los controles de calidad temático, topológico y semántico del archivo digital.

Las características de las imágenes con cubrimiento en el área de estudios utilizados en la interpretación se presentan en la Tabla 2-5 tanto del proceso de interpretación en pantalla como la revisión de control de calidad se realizó a una escala 1:5.000 lo cual permite la generación de la cartografía preliminar a escala 1:25.000 empleando un área mínima cartografiada de 6,25 ha para territorios naturales y seminaturales y 1 ha para territorios artificializados.

Tabla 2-5 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra

No.	Imagen/ Sensor	Cubrimiento	Año	Resolución Espacial
1	Ortofotomosaico	Municipios de Santa Fe de Antioquia, Sopetrán, San Jerónimo, Ebéjico y Medellín.	2015	1 m
2	Rapideye	Los mismos municipios del	2014	5 m

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

No.	Imagen/ Sensor	Cubrimiento	Año	Resolución Espacial
		Ortofotomosaico y la totalidad del área de influencia		

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.1.2 Fase de Campo

El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de las unidades de cobertura interpretadas y que presentan mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requieren realizar un control temático.

En la medida que se avanzó en la interpretación se identificaron las áreas con mayores dificultades y dudas que no pudieron ser despejadas con información secundaria o por experiencia del control de calidad.

El trabajo de campo tuvo tres etapas: la preparación del trabajo de campo, la verificación en campo de la información interpretada y la realización de las correcciones encontradas como resultado de las comprobaciones de campo.

Los puntos obligados de control de campo corresponden a las coberturas que no pudieron ser identificadas por el intérprete ni control de calidad.

Una vez definida y aprobada la ruta para la verificación de campo, se realizó el desplazamiento y la observación de las unidades a comprobar.

Se empleó la PDA y dispositivo tipo TABLET, las cuales se constituyeron en herramientas de apoyo a la toma de datos en campo facilitando la captura y la incorporación de observaciones específicas. El procedimiento para su utilización consistió en el registro de un punto GPS y una fotografía digital en cada uno de los sitios de verificación. Como información de apoyo en campo, se generaron los siguientes shapes:

- Shape de la interpretación
- Shape de puntos obligados de verificación de coberturas
- Vías
- Centros poblados

2.3.2.1.1.3 Fase Poscampo

Con base en el mapa de coberturas inicial y los puntos de control tomados en campo, se llevó a cabo la actualización cartográfica, de esta manera se modificaron polígonos y se rectificó la definición de las unidades de cobertura. Luego de la actualización y reprocesamiento, de nuevo se verificaron y consolidaron las bases de datos, se realizó el proceso de validación de topología y consistencia lógica, se calcularon áreas y finalmente

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra final, de acuerdo a la metodología Corine Land Cover 2010 adaptada para Colombia y a las especificaciones cartográficas dadas por la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

2.3.2.1.2 Flora

El propósito de este ítem es la caracterización de la flora para los ecosistemas del área de influencia del proyecto, para lo cual se describen las coberturas de la tierra a escala 1:25.000; además de hacer el levantamiento de parcelas de muestreo las cuales son una representación estadística en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema; identificando la presencia de especies en veda, endémicas, amenazadas, con valor científico y cultural.

A su vez, contribuye en la determinación del volumen de aprovechamiento forestal presente para cada una de las coberturas vegetales de cada ecosistema; mediante un muestreo estadístico.

2.3.2.1.2.1 Caracterización Florística y Cultural

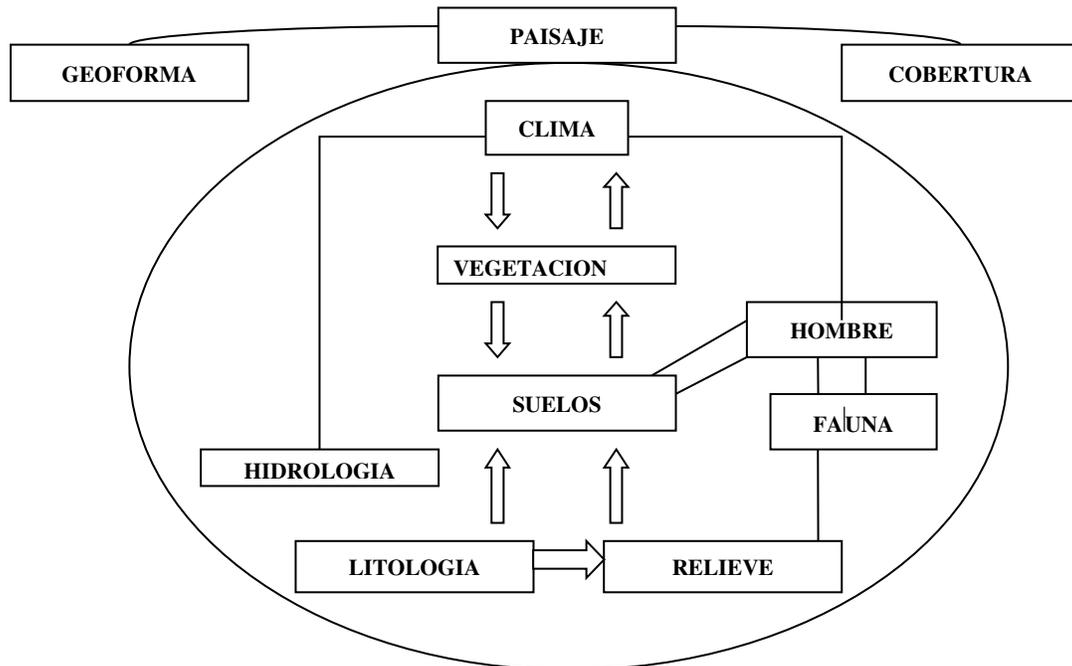
Para la caracterización de la vegetación o cobertura vegetal en un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), como lo indica su nombre, es saber que se tiene, como está conformada y cuál es su función con el medio en que se desarrolla y esto se puede conseguir a través de la aplicación de los principios de la silvicultura, la dasometría, la estadística, la ecología vegetal y los Levantamientos Forestales en Zonas Tropicales.

En este sentido, el objetivo de este proceso metodológico, es recopilar la información básica sobre los métodos de muestreo y análisis utilizado en estudios de coberturas vegetales, teniendo en cuenta los aspectos técnicos y legales establecidos actualmente por parte de las entidades ambientales.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se realizó la caracterización de la vegetación a partir de los ecosistemas identificados en el área de estudio a escala 1:25.000.

La caracterización de la flora a partir de Ecosistemas comprende áreas homogéneas que se definen a partir de un número mayor de atributos como son unidades biogeográfica, clima, coberturas de la tierra, geomorfología y suelos (IDEAM, 2010) (Ver Figura 2-6).

Figura 2-6 El paisaje expresión del nivel ecosistémico Zonneveld, 1979



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.2.1.1 Fase de Precampo o Alistamiento

Esta fase consistió básicamente en la planificación del inventario e implicó actividades, tanto de oficina como de campo (premuestréos), como preparación, para posteriormente efectuar los muestreos y la sistematización de la información recolectada en desarrollo del inventario forestal, para lo cual se realizaron las siguientes actividades:

Prueba del diseño premuestral: Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado, esto conlleva a que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población estadística y la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores que pueden influir en una determinada variable y para ello se debe tener en cuenta la realización de un pre-muestreo o muestreo piloto y en principio se emplea un Diseño Estadístico al Azar.

Como su nombre lo indica, no es más que un muestreo a pequeña escala, que una vez reconfirmado es reproducido a escala o nivel macro; de la información resultante, sale la información global que cubra desde el tamaño, la forma y número de unidades de muestreo, hasta haber dejado funcionando lo más perfectamente que se pueda los formularios de campo.

Forma y Tamaño de las unidades de muestreo: La unidad de muestreo tradicional usada en los inventarios forestales es la parcela y su utilización origina una distribución

aproximada de la variabilidad de la población, teniendo en cuenta el criterio de área, ya que el bosque siempre se divide en pequeñas áreas que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre la población estudiada.

La parcela o unidades de muestreo empleadas fueron de forma rectangular (100x10), por ser las más prácticas en el campo y empleadas en inventarios forestales en bosques naturales bajo condiciones tropicales y a su vez garantizan el menor efecto de borde, implementándose los planteamientos metodológicos de Rangel & Velasquez (1997) y Villarreal, et al. (2004), los cuales se basan en la propuesta de Gentry (1982). En la Tabla 2-6 se describen las unidades de muestreo para la vegetación terrestre.

Tabla 2-6 Unidades de muestreo para la Vegetación terrestre

Vegetación Terrestre	Estados Sucesionales	Unidad de Muestreo
Bosques (en todas sus categorías, arbustales, herbazales y de vegetación secundaria alta y baja) incluyendo sus estados sucesionales	Fustales	Se estableció un área de muestreo de 1.000 m ² , en parcelas de 100 x 10 m (Total: 3 parcelas), que se divide en subparcelas de 10 x 10 m o las que se requieran para cumplir con una representatividad estadística en función del área, con una probabilidad del 95% y EM% no mayor al 15%.
	Latizal	Se estableció un área de muestreo de 250 m ² , distribuidos en parcelas de 5 x 5 m (Total: 10 parcelas).
	Brinzal y renuevo	Se estableció un área total de muestreo de 40 m ² , distribuidos en parcelas de 2 x 2 m (Total: 10 parcelas).

Fuente: Resolución 1469 diciembre 3/14 ANLA a Consultoría Colombiana S.A.

Análisis de los resultados del premuestreo: Esta actividad se entiende como el procesamiento estadístico y dasométricos de la información silvicultural de los bosques recolectada en campo en el premuestreo y para ello se realizaron las siguientes actividades:

Cálculos dasométricos: se realizó el cálculo de las variables dasométricas, área basal, volumen total y volumen comercial, para obtener sus promedios por parcela y tener la base de información para los análisis estadísticos; es importante señalar que la información colectada y procesada en el premuestreo sirvió de insumo para completar el número total de unidades muestrales requeridas.

Análisis estadístico de la muestra: se emplearon las variables volumen total y número de árboles para efectuar el análisis estadístico, en consideración a que hacen mención los términos de referencia, a pesar que los volúmenes totales y comerciales dependen de variables no controladas, tales como la altura del fuste o la altura total.

Las formulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Área Basal:

Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm² o m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno.

$$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$$

La medición del DAP se realiza tomando el diámetro del fuste a una distancia desde el suelo de 1,3 m. Cuando los árboles se ramifican por debajo de 1,3 m se utiliza la fórmula del diámetro cuadrático promedio, empleada por la FAO y el CATIE (2001).

$$DAP = \sqrt{\sum DAP_i^2}$$

Dónde:

$\sum DAP_i^2$ es la sumatoria del cuadrado de cada uno de los diámetros medidos.
 DAP_i^2 es el diámetro de cada tallo a 1,3 metros elevado al cuadrado.”

Determinación del Volumen:

Este parámetro es la resultante más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque; el volumen que se obtiene se refiere a árboles en pie y se calcula sobre la base del DAP, la altura y el factor de forma.

El volumen de un inventario puede ser expresado como volumen por unidad de área y volumen total del área a inventariar en forma de volumen bruto y comercial. El cálculo del volumen de los árboles en pie más utilizado es mediante la ecuación de volumen convencional:

$$V = \frac{3.1416 * d^2}{4} * h * f$$

Dónde:

V : Volumen del árbol
 d : Diámetro normal a 1,3 m al cuadrado
 h : Altura del fuste
 f : Factor de forma

El factor de forma o mórfico empleado, corresponde a 0,7 de acuerdo a lo documentado en el libro “Compilación de Tablas de Volumen para árboles en pie” preparado por el Ingeniero Forestal Francisco N Posada del INDERENA, Subgerencia de Bosques y Aguas,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

División Administración de Bosques (mayo/89) y el documento “Manual de Inventario Forestal para Bosques Tropicales” de la FAO 1974, los cuales describen a través de ensayos, que las especies latifoliadas del trópico arrojan un valor equivalente a 0,7.

Volumen Total:

Este volumen total es aquel que involucra la altura del árbol medida desde la base del tronco hasta el ápice del mismo. Para calcular el volumen total se utilizó la siguiente fórmula:

$$V. \text{ TOT} = AB * Ht * ff$$

Dónde:

V. TOT = Volumen total (en m³);
 AB = Área Basal (en m²);
 Ht = Altura total (en m);
 ff = Factor forma igual a 0,7

Volumen Comercial:

Este volumen comercial es aquel que involucra la altura del árbol medida desde la base del tronco hasta la primera ramificación. Para calcular el volumen comercial se utilizó la siguiente fórmula:

$$V. \text{ COM} = AB * Hc * ff$$

Dónde:

V. COM = Volumen Comercial (en m³);
 AB = Área Basal (en m²);
 Hc= Altura comercial (en m);
 ff = Factor forma igual a 0,7

Posteriormente, y para cumplir los requerimientos de los términos de referencia para el proyecto, se realizó el cálculo de los estadígrafos sobre el volumen total de las parcelas por ecosistema de acuerdo con la metodología para la realización de inventarios forestales a nivel semidetallado tomado del documento: Guías Técnicas para la Ordenación y el Manejo Sostenible de los Bosques Naturales. MADS, ACOR, OIMT – 2002.

Tamaño de la muestra (n)

Una vez determinada **la forma de la parcela**, la etapa siguiente fue conocer **el tamaño de la muestra**, es decir, cuantas parcelas a medir en el terreno se deben establecer para dar

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

cumplimiento a lo dispuesto en los términos de referencia en lo relacionado a “*para los sectores que requieran remoción de cobertura vegetal leñosa, se deberá dar cumplimiento de conformidad con el Artículo 18 del Capítulo Cuarto del Decreto 1791 del 4 de octubre de 1996 realizar un inventario forestal, con un error de muestreo no superior al 15% y un nivel de probabilidad del 95%, incluyendo la cuantificación de los individuos en sus estados fustal, latizal y brinzal*” e igualmente, se tuvo en cuenta la intensidad de muestreo indicada en los términos de referencia, por lo tanto, la fijación de la muestra, tamaño de la muestra (n), se determino por:

- Intensidad de muestreo
- Método estadístico o matemático

El tamaño de muestreo tiene un límite máximo, a partir del cual las muestras pierden eficiencia; considerando una población dada de tamaño fijo, mientras la muestra aumenta en relación cuadrática el error de muestreo disminuye en proporción aritmética, es decir, al reducir el error de muestreo a la mitad, se aumenta el tamaño de la muestra en una proporción de cuatro veces, lo cual a la vez significa un aumento de los costos en esa misma proporción.

Intensidad de Muestreo

$$I = A_m / A_t \quad (1)$$

Dónde:

- I : Intensidad de muestreo
- A_m : Área muestreada o tamaño de la muestra
- A_t : Área total

El Área de muestreo o tamaño de la muestra corresponde a:

$$A_m = T_m = n \times T_p \quad (2)$$

Al despejar en (1) el área muestreada, se tiene:

$$A_m = I \times A_t \quad (3)$$

Al reemplazar (3) en (2), se tiene:

$$I \times A_t = n \times T_p$$

Luego:

$$n = I \times A_t / T_p \quad (4)$$

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Dónde:

- n : Número de parcelas
 I : Intensidad de muestreo
 At : Tamaño de la muestra
 Tp : Tamaño de la parcela

Método Estadístico o Matemático

Se realizó a través del muestreo y las técnicas previstas en el método estadístico y su cálculo se realizó a partir del número de parcelas empleadas para la caracterización de la cobertura de la tierra, a través de la siguiente relación matemática:

$$n = \frac{t^2 * CV^2}{E\%^2}$$

Dónde:

- n = número de parcelas
 t = constante de Student
 CV = Coeficiente de variación
 E% = Error esperado (15%)

Esta fórmula se utilizó a partir de parcelas piloto o de muestreo con el fin de obtener un valor confiable de la variación de la muestra de la siguiente manera:

- No existen reglas definidas para hacerlo en cuanto al número de muestras, forma, tamaño, etc., más bien la experiencia ganada en labores similares va conformando los criterios que puede conducir el proceso. Rigurosamente la técnica de muestreo, habla de la escogencia al azar y la estadística provee de los recursos para ello, pero en algunas ocasiones es posible la toma de muestras en forma sistemática.
- Es un proceso en el que por medio de ayudas (imágenes de satélite, visitas de campo, información de inventarios, etc.), es posible ubicar entre tres y cinco parcelas con parámetros que cumplan con el objetivo propuesto en las diferentes coberturas identificadas (bosque de galería, bosque denso alto, etc.) con el fin de buscar el CV%. Es costumbre en los pre-muestreos, basarse en inventarios anteriores realizados en estudios cercanos para estimar de forma preliminar el tamaño de la muestra.
- No es exagerado afirmar que por encima de muchas consideraciones técnicas, el muestreo da las claves precisas para un buen inventario. Se debe categorizar como fase obligatoria en cualquier proceso de muestreo, ya que es comparable casi siempre, que el primer efecto que produce es de tipo económico.

Determinación del Diseño de Muestreo

Se propuso un muestreo estratificado al azar, el cual se realizará para cada uno de los ecosistemas naturales identificados en el área de influencia directa. Las unidades de muestreo correspondieron a parcelas las cuales varían de acuerdo con la vegetación terrestre dominante del ecosistema que se va a caracterizar.

- Tamaño y Forma de las Parcelas

El tamaño y forma de las parcelas para las unidades de vegetación terrestre de caracterización, tales como: bosque denso alto de tierra firme, bosque fragmentado, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque ripario, vegetación secundaria alta y baja, los arbustales del estrato arbóreo y arbustivo e igualmente en el estrato herbazal rasante, se implementaron las parcelas del esquema de la Figura 2-7, las cuales cumplen con lo dispuesto en la Resolución 1469 de diciembre 3 de 2014.

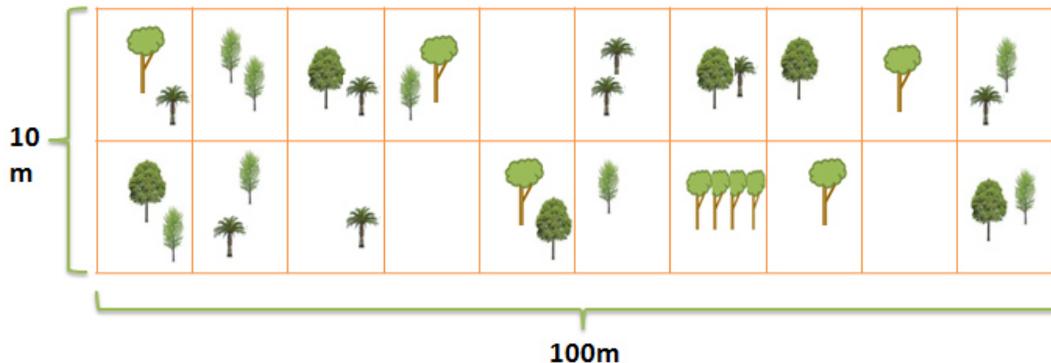
Figura 2-7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas boscosos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Otra de las situaciones que se consideró en la selección de los sitios de muestreo fue que de acuerdo con la información suministrada por el mapa temático de ecosistemas terrestres se escogieron los puntos al azar y no se tuvieron en cuenta como sitios probables aquellos predios con dificultades para acceder por falta de permiso de ingreso, así como aquellas zonas de acceso con dificultad y aquellas con problemas de orden público, en este diseño la unidad de muestreo es una parcela de 1.000 m² (0.1 ha) de extensión correspondiente a un rectángulo de 100 m de longitud por 10 m de ancho como se muestra en la Figura 2-8

Figura 2-8 Forma y tamaño de las parcelas de muestreo



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

2.3.2.1.2.1.2 Fase de Campo

Demarcación de las Unidades de Muestreo

A continuación se presenta la manera en que se establecieron las parcelas o como se realizó el inventario forestal, para caracterizar las diferentes coberturas vegetales y dar cumplimiento al contenido de los términos de referencia y para ello se contemplaron las siguientes etapas:

- Ubicación de las unidades de muestreo: sobre la base cartográfica, del mapa de ecosistemas se plasmó el diseño estadístico, en el terreno se ubicaron las unidades de muestreo o parcelas empleando un GPS, georeferenciando el punto inicial y final, de tal manera que correspondan a las coordenadas estipuladas en la cartografía dentro del área de influencia directa e igualmente se ejecuta en el área de influencia indirecta.
- Demarcación: para efectuar la demarcación, se localizó el vértice de la unidad de muestreo o parcela y a partir de él se trazó el eje central de la unidad de muestreo o línea guía, utilizando estacas, jalones o cintas.
- Abscisado: en cada una de las líneas guía, localizadas en sentido S-N o EW, se absciso cada 10 metros, trazando de esta manera la longitud de la unidad de muestreo y colocando estacas identificadas con pintura o cintas de colores marcadas con la nomenclatura alusiva al lugar de ubicación; a manera de ejemplo: U1/25 lo cual significa que se encuentra en la unidad de muestreo 1 a una distancia de 25 metros en sentido S-N del punto de inicio de la trocha o línea guía.
- Determinación del ancho de la unidad de muestreo: por las líneas guías se midió y colocó estacas a la distancia dependiente de la forma de la unidad de muestreo y del diseño empleado.

- Medición de variables: las variables más importantes a medir en un inventario forestal son el diámetro y la altura de cada especie. Con estas variables, automáticamente se determina el número de árboles como una expresión de la densidad de la unidad de muestreo; dependiendo de los requerimientos solicitados, se puede medir también diámetro y proyección de copa.

Las cuadrillas en campo trabajaron de manera paralela, en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo está conformado por un ingeniero forestal y dos auxiliares de campo. A cada una de las cuadrillas se les asignó una letra del alfabeto (ver Tabla 2-7) esta codificación hace parte de la marcación de las parcelas.

Tabla 2-7 Unidades de muestreo para la Vegetación terrestre

Cuadrilla	Letra de Identificación
1	A
2	B
3	C

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

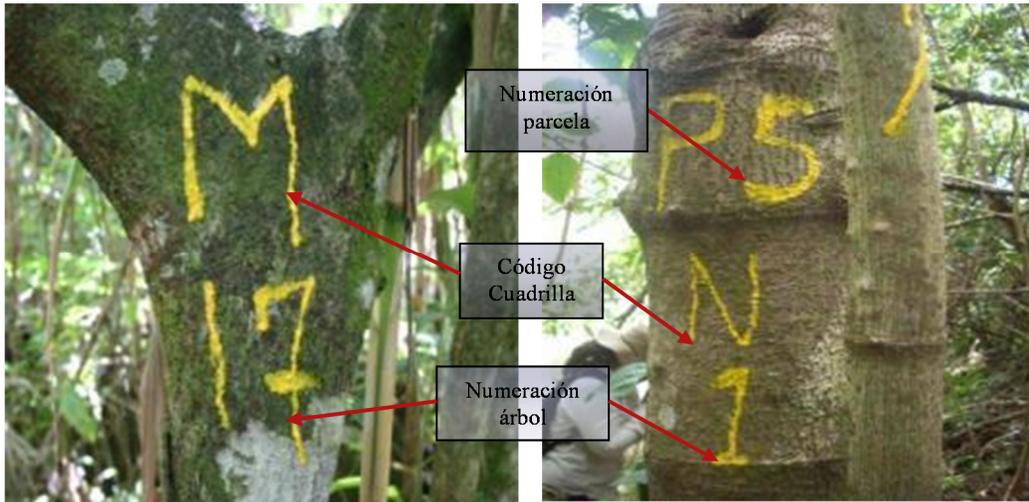
Para identificar las parcelas, se realizó una marca en un árbol que permite una identificación rápida y evidente de la siguiente manera (P1, P2...), se marcaron numéricamente de forma consecutiva acompañado del código de la comisión correspondiente, ejemplo:

Cuadrilla1:

P1-A
P2-A
P3-A

Como se observa en la la marcación de los árboles de categoría fustal se realizó de forma alfa-numérica consecutiva en cada una de las parcelas

Fotografía 2-1 Identificación de las parcelas e individuos fustales



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

El proceso de recolección de información primaria para la caracterización de la vegetación terrestre, se realizó para todos los individuos, a través del diligenciamiento en formularios en físicos.

Toma y Registro de Datos de Campo

Para el desarrollo de este proceso se tuvo en cuenta la cantidad y el tipo de ecosistemas a evaluar mediante las parcelas a establecer, como se detalla en la Tabla 2-8; a su vez de este proceso se puede decir que este tipo de información primaria se recolectó en formatos digitales.

Tabla 2-8 Cantidad y características de parcelas

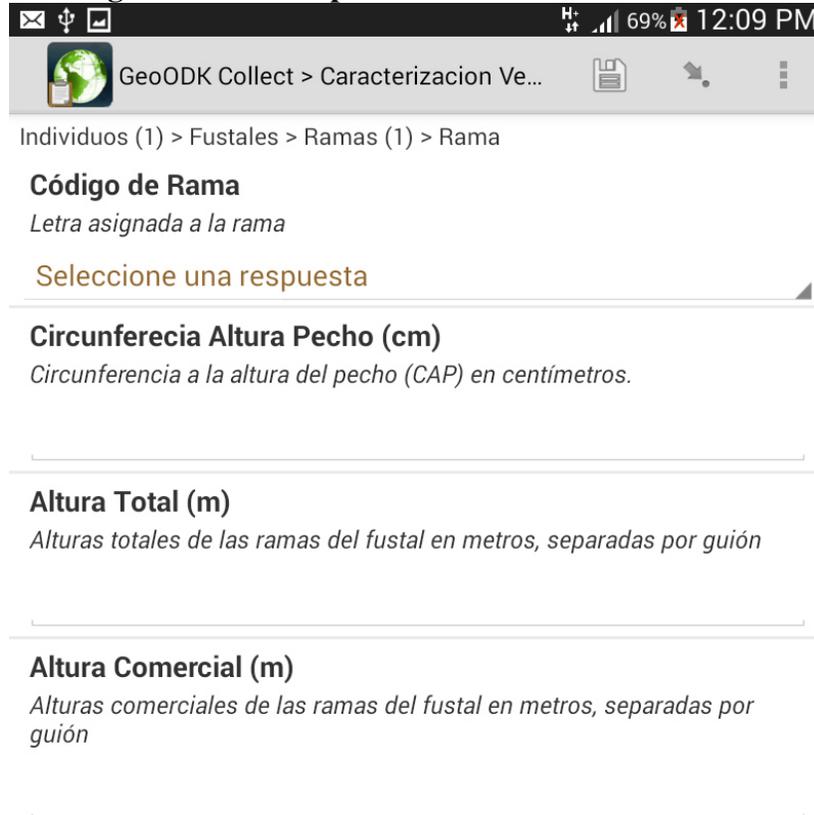
Ecosistema	Fustal	Regeneración
Unidad Funcional 3 y 1		
Bosque de Galería del Oroboma Bajo de los Andes	11	11
Bosque de Galería del Oroboma Medio de los Andes	10	10
Vegetación Secundaria Alta del Oroboma Bajo de los Andes	7	7
Vegetación Secundaria Alta del Oroboma Medio de los Andes	6	6
Vegetación Secundaria Bajo del Oroboma Medio de los Andes	3	2
Unidad Funcional 2.1		
Arbustal denso alto del Oroboma Bajo de los Andes	5	5
Herbazal denso de Tierra Firme el Oroboma Bajo de los Andes	3	3
Bosque Fragmentado con Vegetación Secundaria del Oroboma Bajo de los Andes	4	4

Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Con la parcela establecida se procedió a dar inicio al proceso de recolección de información primaria mediante el uso de formatos de campo.

Para fustales se realizó el inventario y medición de todos los individuos con diámetro ≥ 10 cm diámetro a la altura de pecho (DAP a 1,3 m del suelo), teniendo en cuenta que la parcela de 10x100 m se divide en 10 subparcelas de 10x10 m, la información se levantó de forma ordenada, evaluando una subparcela a la vez. El formato de campo se presenta en la Figura 2-9.

Figura 2-9 Imagen del formato para la caracterización forestal estado fustal



Individuos (1) > Fustales > Ramas (1) > Rama

Código de Rama
Letra asignada a la rama

Seleccione una respuesta

Circunferencia Altura Pecho (cm)
Circunferencia a la altura del pecho (CAP) en centímetros.

Altura Total (m)
Alturas totales de las ramas del fustal en metros, separadas por guión

Altura Comercial (m)
Alturas comerciales de las ramas del fustal en metros, separadas por guión



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

En cuanto a la regeneración natural, se realizaron 10 parcelas de muestreo por cada parcela de muestreo de la categoría fustal, y considerando las categorías de tamaño para regeneración presentadas en la Tabla 2-9. El formato de campo se presenta en la Figura 2-10.

Tabla 2-9 Categorías de la regeneración natural

Categoría de tamaño		Altura	DAP
Renuevo o plántula	CT1	0 - 0,30m	No aplica
Brinzal	CT2	0,30 - 1,5m	No aplica
Latizal	CT3	> 1,50 m	< 10 cm

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Figura 2-10 Formato para la caracterización forestal de la regeneración natural



Individuos (1) > Estado Sucesional Bosque

Estado Sucesional Bosque a Levantar
Estado sucesional de bosque a levantar

Establecido (AT \geq 1.5 CAP < 31.5)

Brinzal (AT \geq 0.3 y AT < 1,5)

Renuevo (AT > 0 y AT < 0.3)



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Durante el proceso de marcación de la parcela y de los individuos de tipo fustal y latizal, se usó pintura de tránsito pesado color amarillo con el fin de garantizar la permanencia de esta (ver Fotografía 2-2). Para la marcación se generó una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales se marcaron con una “X”. Los individuos de tipo brinzal no se marcaron debido al tamaño de estos.

Fotografía 2-2 Marcación de parcela e individuos



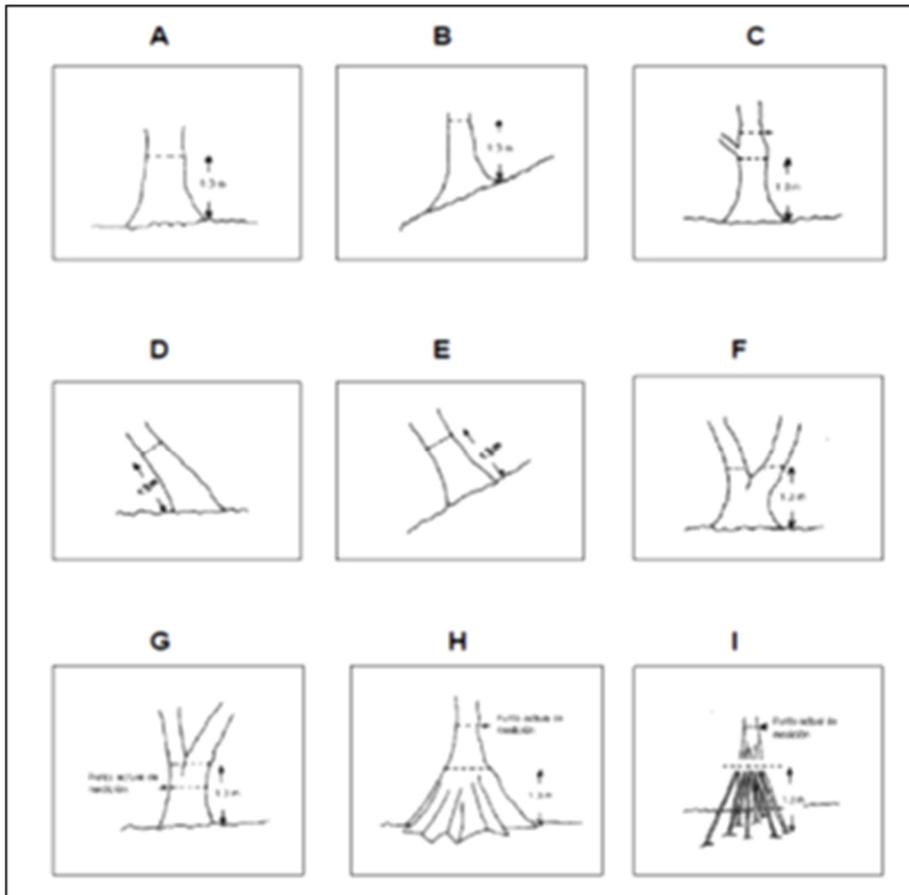
Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Definición de Atributos para la Caracterización Vegetal

Toma del diámetro normal (DAP): Corresponde a la medida del diámetro del tallo del individuo a una altura a 1,3 m del suelo. Para tan fin se tomo la CAP (circunferencia a la altura del pecho) mediante una cinta métrica (2 metros) y una cinta diamétrica (10 metros) según el grosor del tronco del árbol, posteriormente el dato obtenido en campo se recalculo en oficina para convertir el valor de CAP a DAP mediante la ecuación $D = C/(\pi)$, donde D es diámetro, C es circunferencia y pi es en numero π (3.14159265359). Posteriormente el valor obtenido para DAP se utilizó para el cálculo del área basal y volumen. En la

Figura 2-11 se presentan las recomendaciones a tener en cuenta para realizar la medición de DAP.

Figura 2-11 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.



Fuente: Melo y Vargas, 2003

Toma de Altura de los Individuos

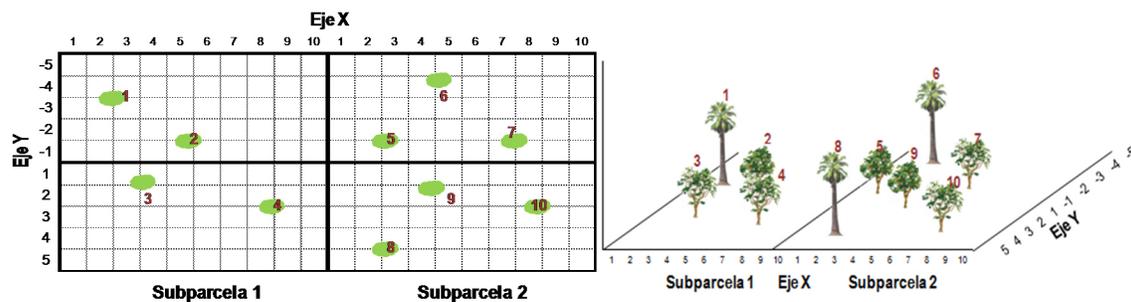
Altura total: Es la longitud que se presenta desde la base del árbol sobre la superficie del suelo hasta su ápice. La manera en que se tomó esta información, fue mediante la estimación visual, apoyándose en la relación de altura que tiene la desjarretadera, se estimaba en relación a esta herramienta la altura total para un individuo con un intervalo de

cada 30 árboles.

Altura comercial: Es la longitud desde la base del árbol hasta la primera ramificación. Para la altura comercial las cuadrillas en campo estimaron esta altura con el apoyo de una vara en madera la cual se marcó a la altura de 1.3 metros con lo cual se garantizaba que todas las cuadrillas tuvieran un estándar al realizar esta medición.

Toma de datos de perfil de vegetación: Con el fin de obtener los datos necesarios para realizar los perfiles de vegetación, dentro de cada una de las diez (10) subparcelas de 10m x 10m, se tomó la posición espacial bajo un plano de coordenadas cartesianas donde se ubican espacialmente los individuos pertenecientes a la categoría de fustales, en la Figura 2-12 se observan dos (2) subparcelas con el fin de graficar el desarrollo del trabajo en campo. En el formulario de caracterización vegetal, en la ficha: Perfil de caracterización, se registrarón los datos de ubicación de cada uno de los árboles presentes en las 10 subparcelas, marcando con un punto el lugar en el que se localiza cada individuo.

Figura 2-12 Localización de individuos para perfil de vegetación



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Colecta de material vegetal: El procedimiento para la colecta, montaje, transporte y preparación de colecciones biológicas se presenta posteriormente.

Identificación, Colección y Manejo del Material para la Clasificación Taxonómica

- Fase de campo

En cada una de las unidades muestréales, se recolectaron un máximo de tres (3) muestras botánicas por individuo de las especies de plantas vasculares encontradas. Para cada individuo recolectado se registró color de las hojas, flores, indumento y frutos, así como olor y textura. Todos los individuos recolectados se prensaron y preservaron empleando etanol al 70%, utilizando las técnicas clásicas de herbario, para obtener así colecciones idóneas para el debido ingreso a la colección del Herbario Nacional Colombiano (COL).

- Fase de Laboratorio

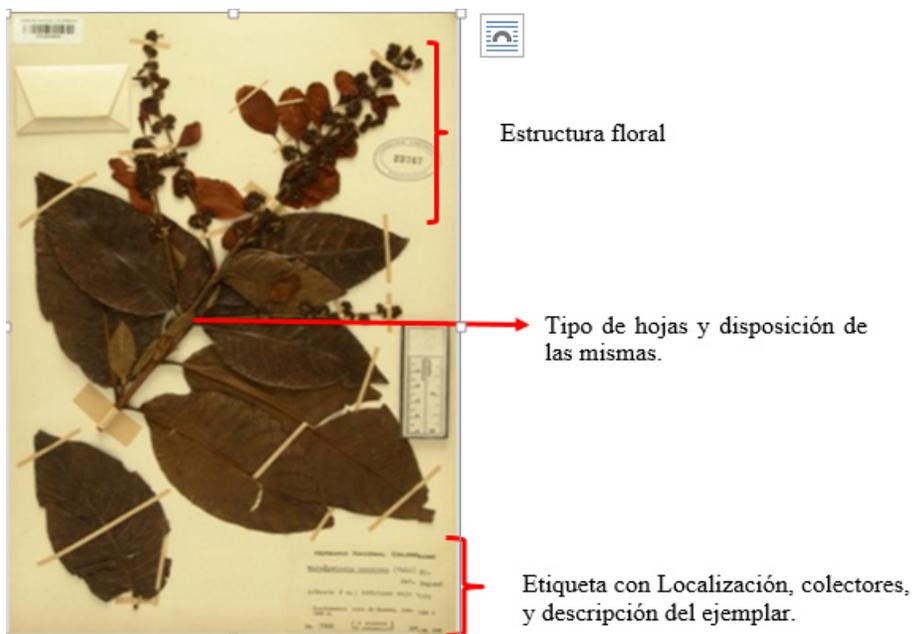
Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos (Flora de Antioquia (2011), Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia (2015)) y complementando con monografías y comparaciones directas con los ejemplares depositados en COL, en Field Museum Herbarium. Adicionalmente, se comparó el ejemplar recolectado con las imágenes de los ejemplares tipo disponibles en Global Plants (<https://plants.jstor.org/>).

- Criterios de Selección de material botánico objeto de depósito en el herbario

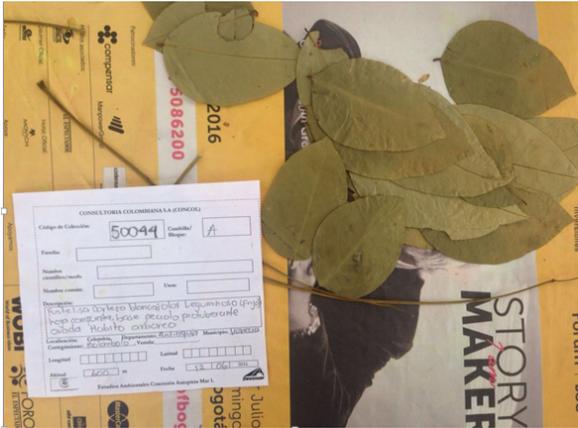
Para que el material botánico sea seleccionado para ingresar a un herbario, debe contar con las siguientes condiciones:

1. Tamaño que permita evidenciar el tipo de hoja y su disposición
2. Hojas o folíolos dispuestos hacia la haz y el envés, unidos a la rama o tallo
3. Presencia de flor, botón floral y/o fruto
4. Etiqueta con descripción del ejemplar, localidad (Departamento, Municipio, Vereda, Corregimiento) Coordenadas geográficas, altitud, Colector principal y asociados, Fecha de recolección

A continuación, se muestra una imagen de un ejemplar depositado en el Herbario Nacional Colombiano, seguida de una de las muestras recolectadas para el proyecto, en la cual además de no presentar estructura floral, los folíolos están sueltos.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016



Fuente: Consultoría Colombiana S.A, 2016

Fase de oficina y/o procesamiento de la información

Análisis florístico y estructural

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procede a determinar la composición de cada uno de los ecosistemas definidos inicialmente. El estudio de la estructura se realizó a partir del análisis de la estructura vertical y horizontal de la vegetación inventariada. Para el análisis de la estructura vertical se usarán los diagramas de perfil, los cuales permitieron caracterizar e identificar las relaciones y asociaciones entre especies, familias y comunidades (Melo & Vargas, 2003). El análisis de la estratificación del perfil del bosque, se realizará identificando y estableciendo pisos sociológicos de acuerdo a la altura total de la vegetación inventariada, para esto, se diferencian estratos o pisos forestales. Así mismo, se construirá el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por Melo y Vargas, 2003), el cual permite visualizar la presencia de estratos en el bosque.

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de árboles individuales y especies en su superficie, su dinamismo y en las comunidades forestales sus tendencias de desarrollo, útil para diseñar las estrategias de manejo de cualquier tipo de bosque. Mediante este se calculan los índices abundancia, frecuencia y dominancia y la suma relativa de estos para hallar el índice de Valor de Importancia, así mismo se calculan índices para determinar la distribución de las especies, como el grado de agregación de las especies e índices para análisis de biodiversidad como Margalef, Shannon & Wiener y el coeficiente de mezcla, razón por la que se ha aplicado para evaluar cada una de las coberturas del área de influencia. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la Tabla 2-10.

Tabla 2-10 Parámetros estructurales e índices de diversidad

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
-----------	------------	--------------------------------

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Abundancia absoluta	Es el número de árboles por especie contabilizados en el inventario.	$A_a = N^\circ \text{ de individuos por especie}$
Abundancia relativa	Es la relación porcentual en que participa cada especie frente al número total de árboles.	$A_r = \frac{N^\circ \text{ de individuos por especie}}{N^\circ \text{ de individuos en el área muestreada}} \times 100$
Frecuencia absoluta	Es la relación porcentual de la presencia o ausencia de una especie en cada una de las unidades de muestreo, se agrupan en cinco clases.	$F_a = \frac{N^\circ \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N^\circ \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$ <p> I Fa=1-20 Muy poco frecuentes II Fa=20.1-40 Poco frecuentes III Fa=40.1-60 Frecuentes IV Fa=60.1-80 Bastante frecuentes V Fa=80.1-100 Muy frecuentes </p>
Frecuencia relativa	Es la relación porcentual de la frecuencia absoluta de una especie dividida entre la sumatoria de todas las frecuencias absolutas de todas las especies	$F_r = \left(\frac{F_a \text{ de una especie}}{\sum F_a} \right) \times 100$
Dominancia absoluta	Es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas, siendo expresada como la sumatoria del área basal de todos los individuos de una especie.	$D_a = \sum \text{ de las áreas basales de todos los individuos de una especie tomados en la muestra}$
Dominancia relativa	Es la relación porcentual entre el área basal de una especie y la sumatoria total de las dominancias absolutas de todas las especies tomadas en la muestra.	$D_r = \frac{\text{Área basal total por especie}}{\sum \text{ Áreas basales en el área muestreada}} \times 100$
Índice de Valor de Importancia IVI	Es la sumatoria de los parámetros expresados en porcentaje de la abundancia, frecuencia y dominancia, el valor máximo es de 300 y se presenta cuando solamente hay una especie presente en el área muestreada.	$I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ Ar% : Abundancia relativa Fr% : Frecuencia relativa Dr% : Dominancia relativa
Densidad	Corresponde al número de árboles registrados por unidad de área total de muestreo. Este dato es importante ya que muestra la influencia de la especie en el ecosistema.	$D = \frac{N^\circ \text{ de árboles}}{\text{Área total del muestreo (ha)}}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Coefficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M. = \frac{N^{\circ} \text{ de especies}}{N^{\circ} \text{ de individuos}}$
Grado de agregación	Determina la distribución espacial de las especies.	$G_a = \frac{D \text{ (Densidad observada)}}{d \text{ (Densidad esperada)}}$ $D = \frac{N^{\circ} \text{ total de árboles por especie}}{N^{\circ} \text{ total de parcelas muestreadas}}$ $d = -\log\left(\frac{1-F}{100}\right)$ $F = \text{frecuencia absoluta de la especie}$ <p>Conforme a este sistema los valores de D/d significan:</p> <p>$D/d > 1$: indica tendencia al agrupamiento</p> <p>$D/d > 2$: significa que la especie tiene una distribución agregada</p> <p>$D/d < 1$: indica que la especie se encuentra dispersa</p>
Clases diamétricas	Permiten agrupar los diámetros medidos en el inventario para facilitar el procesamiento de los datos.	<p>Las clases diamétricas se establecen a partir de un DAP de 10 cm y se establecen mediante la aplicación de la siguiente formula:</p> <p>Número del intervalo = $1+3,32*\log(N)$</p> <p>Donde N = Número de ind.</p>
Estructura altimétrica	Mediante esta es posible determinar la clase de alturas y a su vez obtener un histograma de estas por ecosistemas. Número del intervalo = $1+3,32*\log(N)$ Donde N = Número de ind.	
Estructura vertical – Método cuantitativo – Ogawa	Se detecta la presencia de estratos mediante la elaboración de una gráfica de dispersión de puntos, ubicando en las ordenadas la altura total y en las abscisas las alturas hasta la base de la copa, la aparición de puntos más o menos aislados indica el virtual vacío de las copas en los niveles intermedios, sugiriendo un número de estratos diferenciales en el perfil del bosque; cuando se genera una sola nube de puntos alargada y con pendiente positiva, no se pueden diferenciar los estratos del bosque ya que existe una continua sucesión desde el sotobosque hasta el dosel superior	
Estructura vertical - Método cualitativo – Perfil	consiste en la elaboración de un diagrama de perfil de la vegetación, el cual presenta la distribución de los individuos dentro de la parcela, para lo cual se debe tener registro de los DAP, las alturas comercial y total, proyección de copas y posición en coordenadas de cada uno de los arboles así como su especie correspondiente. El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m.	
Posición sociológica	Indica el valor de importancia de las especies por los diferentes estratos que componen el bosque, puede decirse entonces que una especie determinada tiene un lugar asegurado en la estructura y composición florística, cuando esté presente en todos los estratos. (TROPENBOS, 1991). Los rangos de los substratos se establecieron a partir de las alturas mínimas y máximas de los individuos por ecosistemas.	

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Regeneración natural	La regeneración natural según LAMPRECHT (1990), implica el desarrollo de un estado más productivo del bosque; de esta manera un buen desarrollo de la regeneración determina que se presenten unas cantidades suficientes de semillas viables así como unas condiciones micro climático y edáfico adecuado para su germinación y desarrollo.	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <p>Dónde:</p> <p>RN%=Regeneración natural relativa. A%RN=Abundancia relativa de la regeneración natural. F%RN=Frecuencia relativa de la regeneración natural. CT%RN =Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.</p>
Volumen	Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Dónde: $A_b = \text{Área basal}(m^2)$</p> $A_b = 0.78 \times DAP^2$ <p>$DAP = \text{Diamétero a la altura del pecho (medido a 1.30 m del nivel del suelo)}$</p> <p>$DAP \text{ Cuadrático}$</p> $= \sqrt{\sum DAP^2 \dots n, \text{ para individuos con más de un individuo}}$ <p>$VOL = \text{Volumen } (m^3)$</p> <p>$h_c = \text{Altura comercial } (m) \text{ o } h_t$ = <i>Altura total</i></p> <p>$F_f = \text{Factor de forma } (0.7)$ <i>para especies nativas de bosque natural.</i></p>
Índice de Simpson	Determina la probabilidad de que dos individuos tomados al azar sean de la misma especie	$\lambda = \sum p_i^2$ <p>Donde $p_i = \text{abundancia proporcional de la especie } i \text{ (\# individuos de la especie } i/N)$</p>
Índice de Margalef	Para medir la riqueza o variedad de especies, relacionan el número de especies con el número de individuos en una comunidad dada.	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$ <p>Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies</p>
Índice de diversidad de Shannon & Wiener	Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$H' = - \sum P_i \ln P_i \quad \text{y} \quad \sum P_i = 1$ <p>Dónde:</p> <p>$P_i = \text{abundancia proporcional de la especie } i$, lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.</p>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.2.2 Análisis estadístico para la caracterización de la vegetación terrestre presente en los diferentes ecosistemas del área de estudio

La estadística ha venido a auxiliar a la Dasonomía, proporcionando las bases e indicando las metodologías para llevar a cabo las evaluaciones correspondientes a partir de muestreos y en nuestro caso particular metodológico, relacionado con el Muestreo Estratificado al Azar.

En el muestreo estratificado, en cada estrato se obtiene la media, desviación estándar y el error estándar como se hace en un muestreo simple (COHDEFOR sf). La media estratificada de la población consiste en ponderar la media de cada estrato por la superficie y calcular la media de las medias de cada estrato según la fórmula:

$$X_{est} = \sum N_j X_j$$

Dónde:

- X_{est} = Media estratificada de la población
- N_j = Tamaño del estrato j expresado en número de parcelas
- X_j = Media del volumen total del estrato j
- N: = Tamaño total ($\sum N_j$)

La fórmula para el error estándar de la media estratificada es:

Dónde:

$$S_{x_{est}} = \frac{\sqrt{\sum N_j^2 S_{x_j}^2}}{N^2}$$

(COHDEFOR, sf)

- N_j² = Tamaño del estrato j, expresado en número de parcelas, y elevado al cuadrado
- S_{x_j}²: = Error estándar de la media, elevado al cuadrado
- N² = Tamaño poblacional, expresado en número de parcelas, elevado al cuadrado.

Cuando el tamaño de la población es pequeño, se recomienda ajustar el error estándar de la media estratificada por el factor de corrección por población finita: 1-nj/Nj (CATIE, 2002; Ministerio del Medio Ambiente, 2002). En consecuencia la fórmula para el error estándar de la media estratificada con corrección por población finita es:

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Dónde:

$$S_{xest} = \frac{\sqrt{\sum N_j^2 S_{xj}^2 (1 - n_j)}}{N^2 N_j}$$

(COHDEFOR, sf)

S_{xest} = Erro estándar de la media estratificada con corrección por población finita.

N_j^2 = Tamaño del estrato j, expresado en número de parcelas, y elevado al cuadrado.

S_{xj}^2 : = Error estándar de la media, elevado al cuadrado.

N^2 = Tamaño poblacional, expresado en número de parcelas, elevado al cuadrado.

N_j = Número de parcelas seleccionadas en el estrato j.

El error de muestreo absoluto (E) y relativo (E%) para la estimación de la media poblacional con una confiabilidad del $(1-\alpha)$ 100%, se calcula con n-m grados de libertad (n= tamaño de la muestra en n° de parcelas en cada estrato, y m= número de estratos). Esto se calcula con las siguientes formulas (CATIE, 2002):

$$E = S_{xest} * t_{\alpha/2, n-m}$$

$$E\% = \frac{E}{X_{est}} * 100$$

Dónde:

S_{xest} = Error estándar de la media estratificada con corrección por población finita.

T = t de Student con el 95% de confianza y n-m grados de libertad

Los límites de confianza se establecen según la fórmula:

$$Li = X_{est} - E\%$$

$$Ls = X_{est} + E\%$$

Dónde: Li = límite de confianza inferior

Ls = Limite de confianza superior.

Usos de las especies

La metodología usada para la identificación y posterior análisis de las especies de importancia económica, ecológica y cultural, correspondió a una evaluación cuantitativa de la importancia del uso de las plantas, mediante la metodología de sumatoria de usos (Boom, 1990), el número de usos es sumado dentro de cada categoría de uso, para evaluar el valor de uso de una especie. Esta es la forma más rápida de cuantificar datos etnobotánicos y ha sido la más usada hasta el momento (Marín, et al., 2005). La ventaja principal de esta metodología, es la rapidez de su aplicación y que suministra información cuantitativa confiable para grandes áreas.

La metodología consistió en que cada uso mencionado por los diferentes auxiliares de campo, se suma al valor total de la importancia de cada especie, independientemente de la categoría de uso. Las categorías de uso utilizadas, se toman con base en las definidas por (Cardenas, et al., 2002) y corresponden a las relacionadas en la Tabla 2-11, se considera

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

que la categorización de los usos, responde a una importancia económica y cultural de las especies.

Tabla 2-11 Categorías de uso e importancia para las especies de flora

Categoría de Uso	Definición
Alimento (Al)	Incluye especies cultivadas y del bosque, usadas como comestibles.
Artesanal (Ar)	Incluye especies utilizadas como fibras para cestería, pulpa para elaboración artesanal de papel, maderas para talla, semillas y recipientes.
Aserrío (As)	Especies maderables empleadas en procesos de transformación industrial como ebanistería, chapas, triplex y otros.
Colorante (Cl)	Plantas usadas para obtener tintes naturales.
Combustible (Cm)	Plantas utilizadas para leña o carbón.
Construcción (Ct)	Especies usadas en la edificación de viviendas, como vigas, cercas, techos, amarres, etc.
Cultural (Cu)	Especies que son utilizadas en actividades sociales o rituales.
Forraje (F)	Plantas que sirven para alimento animal.
Medicinal (M)	Plantas usadas para tratar o prevenir enfermedades.
Ornamental (O)	Incluye especies con uso actual o potencial en el ornato y decoración de espacios.
Psicotrópicas (P)	Incluye especies que producen efectos sobre el sistema nervioso.
Tóxico (T)	Incluye especies empleadas como venenos para cacería, pesca o que se reconocen como nocivas para el hombre o animales.
Otros (Ot)	Incluye especies con usos específicos y que no pueden ser catalogadas en las otras categorías de uso definidas en este trabajo.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.2.3 Categorías de amenaza, vedas y endemismos

Para evaluar el nivel de amenaza de las especies florísticas en el área de estudio, se realizó la respectiva consulta de la normatividad ambiental (Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Resolución 10194 de 2008 de CORANTIOQUIA), así como a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) versión 2015.4 y los listados contenidos en los Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2015), al igual que la Resolución 192 de 2014 y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006.

2.3.2.1.3 Epífitas

Para llevar a cabo la caracterización de las especies vedas se tuvieron en cuenta las Resoluciones 0316 de 1974 (INDERENA), 0213 de 1977 (INDERENA), 0801 de 1977 (INDERENA), 0463 de 1982 (INDERENA), Ley 61 de 1985, Resoluciones 1602 de 1995 (Minambiente) y 020 de 1996 (Minambiente).

Los procedimientos base para esta caracterización se dividieron como se menciona a

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

continuación:

- Recopilación de información secundaria
- Recopilación de la información obtenida para el proceso de licenciamiento ambiental
- Fase de campo
- Fase de herbario y/o laboratorio
- Fase de Análisis de Resultados

2.3.2.1.3.1 Fase de Campo

- **Selección de forófitos:** El muestreo se realizó sobre forófitos con un DAP mayor o igual a 10 cm, elegidos aleatoriamente dentro de parcelas con dimensiones de 10 X 100 m o transectos de 2 X 50 m; De acuerdo a la metodología propuesta, se seleccionaron aleatoriamente ocho (8) forófitos por parcela alejados en lo posible uno del otro. Fueron muestreadas en total __ parcelas y __transectos, para un total de __ forófitos al interior del área de intervención del proyecto.
- **Recolección de especies terrestres y litófitas:** Dentro de las parcelas de 5 X 5 m, se identificaron cada una de las especies de bromelias, orquídeas, briofitas y líquenes presentes, se contaron los individuos de las especies vasculares y se estimará la abundancia de las especies no vasculares. Las técnicas de recolecta, preservación e identificación taxonómica fueron las mismas que las mencionadas para las epífitas.

Materiales: Los materiales utilizados para llevar a cabo la caracterización de la flora en veda fueron: Una lupa de mano (40X), binoculares, una navaja o cuchillo de campo, cortarramas, un lápiz o marcador a prueba de agua, bolsas de papel de una libra para empacar y secar las plantas no vasculares, bolsas de plástico calibre 2 para empacar las plantas vasculares, cinta de enmascarar para etiquetar las plantas vasculares recolectadas, malla o costal para transportar las muestras, peridodicos, alcohol al 70% para preservar las muestras de plantas vasculares, cuadrícula de acetato para medición de coberturas de las no vasculares, GPS, cámara fotográfica semiprofesional con macro, una libreta de campo y los formatos de campo más los equipos de microscopia que se utilizaron en el laboratorio.

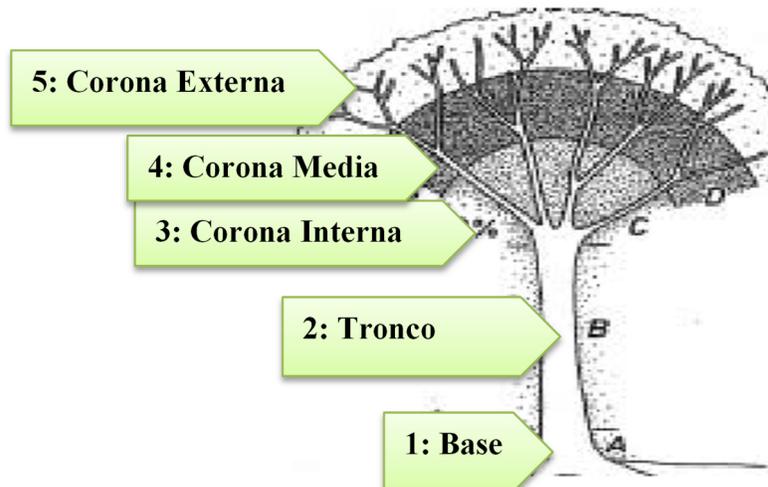
- **Registro de información parcelas de caracterización y forófitos:** Para cada parcela de caracterización forestal se levantó información acerca de su ubicación; esta información correspondió a lo siguiente:
 1. Nombre o número asignado a la parcela en el inventario forestal
 2. Localidad: predio, vereda, municipio, departamento
 3. Coordenadas geográficas o planas
 4. Altitud

5. Cobertura vegetal
6. Grado de intervención de la cobertura
7. Notas adicionales (presencia o no de cuerpos de agua y otros)

Una vez registrada la información general del sitio de muestreo, en cada uno de las parcelas se registró información detallada de los forófitos, incluida en las planillas del inventario de veda, y que se presenta a continuación:

1. Número y/o letra asignado en el inventario forestal
 2. Coordenadas de localización del forófito
 3. Nombre común del forófito
 4. Nombre científico del forófito
- **Registro de información epífitas, litófitas y terrestres no vasculares:** Se realizó la recolecta de material vegetal con parte del sustrato donde prosperan (corteza del árbol, otros sustratos) y se empaco en las bolsas de papel debidamente marcadas con datos de localidad, número de recolecta y número de forófito. Adicionalmente se tomó información acerca del sustrato donde prosperan (tipo de corteza, suelo, roca), forma de crecimiento y abundancia según la escala de cobertura-abundancia de Braun-Blanquet (1979). Se anotaron características ecológicas tales como: formas de crecimiento de musgos y hepáticas (Colchones, tepes, tapetes, formas solitarias) así como de los líquenes (foliosos, fruticosos, crustáceos, dimórficos, gelatinosos, filamentosos), tipo de organismo, abundancia, estrato vertical sobre el cual se localizó la epífita sobre el forófito según la metodología propuesta por Johansson (Johansson, 1974; ver Figura 2-13) así como otros datos de importancia utilizados en la identificación taxonómica de las especies.

Figura 2-13 Estratificación vertical del forófito.



Fuente: Modificado de Johansson 1974

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

El material recolectado se determinó hasta el nivel taxonómico más detallado, según la calidad de la muestra (presencia o ausencia de caracteres taxonómicos vitales para la identificación y asignación de la especie a un clado particular infragenérico). Por otro lado, la presencia, la cobertura y la preferencia de las especies de briófitos y líquenes sobre los diferentes tipos de hábitats (zonificación, base de tronco a dosel) se estudió según Cornelissen & Steege (1989). Para cada levantamiento, la estructura, la posición en el árbol, la composición de especies y la cobertura relativa fueron registradas según Wolf (1993). Todas las especies no vasculares fueron identificadas en laboratorio, por profesionales con experiencia reconocida en estos grupos. No se identificaron en herbarios, sin embargo, se prevé donar este material a uno de ellos.

Fotografía 2-3 Colecta de material vegetal



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

La cobertura de briófitos y líquenes se midió utilizando una plantilla en acetato transparente de 50 x 20 cm, con cuadrículas de 1 cm², en la primera y segunda zona de Johansson, hasta los dos metros de altura; se colocó la plantilla de acetato una vez para cada una de las cuatro caras cardinales del árbol, que señalan las direcciones Este, Oeste, Norte y Sur, siempre y cuando la arquitectura y dimensiones del árbol lo permitieron. No se hicieron muestreos por encima de los dos metros de altura, dado que no se accedió al dosel.

Registro de información epífitas, litófitas y terrestres vasculares: Los datos registrados acerca de las epífitas vasculares fueron los siguientes:

1. Nombre común y/o consecutivo de la recolecta
2. Nombre científico
3. Número de individuos
4. Unidad ecológica en el forófito

Respecto al conteo del número de individuos por especie, para las epífitas, litófitas y terrestres vasculares con reproducción clonal o vegetativa, se consideró como mejor opción para la estimación de la abundancia el conteo del número de colonias o manchones de cada

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

una de las especies. El conteo de individuos no fue minucioso, dado a que no se ascendió al dosel y además no fue posible acceder visualmente desde tierra, aún con ayuda de binoculares, a algunas partes del forófito como las copas.

Todas las epífitas vasculares al alcance de la mano (hasta dos metros) o de una desjarretadora (hasta 9 metros) fueron recolectadas, etiquetadas y empacadas en bolsas de plástico transparente calibre 2. Las muestras fueron prensadas con ayuda de periódicos, alcoholizadas para su preservación y embaladas para su secado en herbario e identificación taxonómica por un profesional con reconocida experiencia en estos grupos taxonómicos. Todo el proceso se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones de Hadlow (2004), quien indica que cada ejemplar debe incluir idealmente flores, frutos y partes vegetativas, estos ejemplares deben ser representativos, saludables y con al menos algunas hojas completamente expandidas. Cabe resaltar que, las epífitas vasculares que no se pudieron alcanzar con ayuda de la desjarretadora no se identificaron, aún si se contaba con fotografías. Aunque las muestras se identificaron en herbario (se pagó por su uso), no se han donado a ninguno de ellos; sin embargo se prevé donar el material a una colección certificada por el IAvH.

2.3.2.1.3.2 Fase de Herbario

Las muestras botánicas de plantas vasculares fueron llevadas al horno de secado y luego determinadas hasta el nivel taxonómico posible, con ayuda de colecciones de herbario, estereoscopio, lupa; en lo que respecta a las plantas no vasculares se hizo uso de equipos de microscopía tales como: un estereoscopio, un microscopio, equipo de disección, reactivos para líquenes crustáceos. Se determinó el material vegetal a partir de claves taxonómicas provenientes de literatura especializada tales como: Bernecker (1999), Burghardt & Gradstein (2008), Chaparro & Aguirre (2002), Churchill & Linares (1995), Costa (2008), Feldberg & Heinrichs (2006), Fulford (1963, 1966), Gradstein (1994, 2001), Silva (2007), Uribe & Aguirre (1995, 1997) y Gradstein & Uribe & (2011), entre otros. El material se determinó a nivel de familia, género y/o especie, dependiendo de la calidad del material con el que se contaba; proceso del cual se obtuvo un total de 234 ejemplares no vasculares identificados y ninguna vascular.

Figura 2-14 Materiales utilizados para la determinación taxonómica de las muestras recolectadas

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.1.3.3 Fase de Análisis de Resultados

Se analizó la composición, riqueza, frecuencia y abundancia de las especies de plantas vasculares y no vasculares presentes en cada uno de las coberturas vegetales que caracterizan el área de impacto del proyecto. En lo que respecta a la riqueza y abundancia de especies, ya sean epífitas, rupícolas y terrestres se determinó para cada una de las coberturas las familias y géneros más diversos, así como las especies más abundantes y frecuentes. Se elaboró una curva de acumulación de especies para cada una de las coberturas vegetales caracterizadas, con ayuda de matrices de ausencia-presencia que también fueron útiles para los análisis de frecuencia y preferencia de forófitos. Los datos obtenidos en campo referentes a las coberturas de las plantas no vasculares fueron útiles para los análisis de abundancia. Las coordenadas de cada uno de los forófitos se presentan en los Anexos denominados Inventario de Veda. Es importante indicar que debido a que no se ascendió al dosel, no se hicieron análisis verticales de composición y diversidad de epífitas por forófito. Desde tierra se estimó el lugar del forófito donde se hallaba la epífita vascular, de acuerdo a la zonificación de Johansson.

2.3.2.1.4 Fragmentación

La fragmentación que puede generar la construcción del proyecto, se puede evaluar a través de la estratificación del área por elementos homogéneos de carácter natural proporcionados por ecosistemas, a los que se denominan clases, los cuales se mencionan a continuación:

Para realizar el análisis de fragmentación en el área de estudio, se estratificaron los ecosistemas debido a que presentan condiciones naturales similares, denominadas como “Clases”.

Para cada clase se evaluarán dos escenarios: el primero con el mapa de ecosistemas actual de toda el área de estudio y el segundo escenario se construyó con la afectación del paisaje con el proyecto vial, para lo cual se realizará la superposición de los diseños viales, área en

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

la cual se presentan los diferentes impactos ambientales como por ejemplo la afectación a la cobertura vegetal que es la principal causante de la fragmentación, de forma práctica este proceso se realizó por medio de análisis espacial utilizando principalmente las funciones de buffer y clip.

Construidos los mapas de ecosistemas para los dos (2) escenarios en cada uno de los paisajes en los que se estratificó el área de estudio, se realizó la evaluación de una serie de métricas de paisaje, estas métricas miden indicadores de estado de fragmentación, permiten evaluar el estado de cada paisaje en su condición actual y en su condición futura con la potencial afectación que el proyecto le genere.

La diferencia neta y/o la diferencia relativa entre estas métricas o indicadores de fragmentación para cada clase en sus dos escenarios se convierten en una medida objetiva del efecto de fragmentación diferencial que el proyecto generará en cada clase como producto de las diversas actividades propias del proceso constructivo y operativo.

La estimación de estas métricas fue realizada mediante el uso de la herramienta de software Vlate 4.0, herramientas especializadas para análisis de patrones espaciales para mapas de clases o categorías. Las métricas calculadas están relacionadas por tipo mediante los siguientes índices, Tabla 2-12.

Tabla 2-12 Índices de estado utilizados para la evaluación del paisaje

Tipo	Índice	Descripción
ÁREA, TAMAÑO, DENSIDAD	NP	Número de parches de la clase en el paisaje
	CA	Área total (ha) de clase
	MPS	Tamaño promedio del parche (ha)
CONECTIVIDAD	CP	Contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

A continuación se describen las métricas evaluadas para cada de las clases en las que se estratifico el área de estudio:

- **Métricas de Área superficie, tamaño y densidad**

Los índices de estado de Área indican características de dimensión y número de parches que conforman el área de estudio y permite disponer de una primera aproximación general a la estructura del paisaje.

Tabla 2-13 Métrica número de parches (fragmentos) de la clase

Número de Parches de la Clase	
<i>Nomenclatura</i>	NP
<i>Unidad</i>	Adimensional
<i>Formulación</i>	$NP = n_i$

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Número de Parches de la Clase	
	Dónde: n_i , el número de fragmentos de la clase (cobertura vegetal) i dentro del paisaje
Rango	$NP_i \geq 1$
Descripción	El número de parches de una clase (Ecosistema) particular es una medida simple de la extensión de la subdivisión o fragmentación del paisaje. Aun cuando esta es una medida de gran importancia para diversos procesos de análisis ecológico, es limitado su análisis por sí solo, por no aportar información relativa a área, forma, extensión, densidad, etc.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Tabla 2-14 Métrica área total de clase

Área Total de Clase	
Nomenclatura	CA
Unidad	Hectáreas
Formulación	$CA_i = \sum_{j=1}^n a_{i,j} \left(\frac{1}{10.000} \right)$ Dónde: CA_i , el área total de los parches correspondientes a la clase (cobertura vegetal) i $a_{i,j}$, el área (expresada en metros cuadrados) del fragmento i,j
Rango	$CA_i > 0$
Descripción	El área total de clase es una medida de la composición del paisaje, específicamente permite evaluar que parte del paisaje está cubierta por la correspondiente clase.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Tabla 2-15 Métrica tamaño promedio del parche

Tamaño promedio del parche	
Nomenclatura	MPS
Unidad	Hectáreas

Tamaño promedio del parche	
Nomenclatura	MPS
Formulación	$MPS = \frac{A}{N} (1/10.000)$ <p>Dónde:</p> <p>A , Superficie total del paisaje (m²) N , Número de parches</p>
Rango	MPS>0, sin límite
Descripción	El rango de MPS está limitado por el granulado y la amplitud de la imagen, y por el mínimo tamaño de parche
Comentario	MPS es igual a la superficie total del paisaje (m ²), dividida por el número total de parches, y todo ello dividido por 10.000 para convertirlo en hectáreas.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

- Contexto paisajístico

Para el cálculo del contexto paisajístico se tuvo en cuenta la ecuación presentada en el Manual para la asignación de compensaciones por pérdida de biodiversidad Resolución 1517 (Agosto de 2012 MADS). En donde el “Contexto paisajístico CP (conectividad): se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.

Tabla 2-16 Contexto paisajístico

Contexto paisajístico	
Nomenclatura	CP
Unidad	Adimensional
Formulación	$CP = \left(\frac{AN}{ATF} \right)$ <p>Dónde:</p> <p>AN: Área natural dentro de la franja ATF: Área total de la franja.</p>
Rango	$0 \leq CP \leq 1$
Descripción	En donde el “Contexto paisajístico” se refiere a la conectividad del fragmento del ecosistema natural estudiado con otros fragmentos con coberturas naturales.
Comentario	Los valores cercanos a 1 representan un mejor contexto paisajístico

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para evaluar la fragmentación de los ecosistemas naturales en el área de estudio, se toma la definición de Lozano et al. (2011), que indica que la fragmentación total del paisaje se

estima a través de la relación del área del bosque y el área total. Esta definición hace referencia al contexto paisajístico definido anteriormente, por lo que se retoma esta información y con referencia a una franja de 500 metros alrededor de los fragmentos naturales, se determinó geográficamente la fragmentación del área de estudio, a mayor fragmentación la conectividad es menor. La ponderación de las diferentes categorías de fragmentación se explica a continuación:

- **Fragmentación Extrema:** Este tipo de afectación se presenta cuando los ecosistemas que presentaron una conectividad funcional alta, cambian con la introducción del proyecto a una baja conectividad, debido a que su área interior fue afectada y no presentan conectividad con otro nodo. Este cambio de conectividad alta a baja podría afectar el flujo de energía y materiales en los ecosistemas.
- **Fragmentación Fuerte:** Esta categoría se asignó a aquellos ecosistemas que con la introducción del proyecto pasaron de estar dentro de un radio de 500 metros alrededor de un área núcleo con conexión media a no tener ninguna conexión.
- **Fragmentación Moderada:** Esta afectación la presentan los ecosistemas transformados, los cuales como tal presentan una fragmentación propia del paisaje.
- **Fragmentación Mínima:** Esta categoría se asignó a aquellos ecosistemas naturales que por la presencia del proyecto no modifican su conectividad actual.

Tabla 2-17 Rango de valores de fragmentación

Nivel de fragmentación	Rango contexto paisajístico
Extrema	>0,2
Fuerte	0,2-0,4
Moderada	0,4-0,6
Moderada- mínima	0,6-0,8
Mínima	0,8≥CP≥1

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

En la Tabla 2-17, se encuentra los rangos de valores de fragmentación, que va desde cero (0) a uno (1), de esta manera de clasifica la fragmentación que puede ir desde mínima a extrema.

Los valores asignados para la conectividad son los siguientes:

Alta conectividad: son aquellos fragmentos que se conectan en una franja de 500 m o menos y que tengan presencia de hábitat es decir que poseen un área con núcleo (NCA).

Media conectividad: son aquellos fragmentos cuya área no les permite tener hábitat (fragmentos sin core área NCA), pero que se encuentran inmersos dentro de la franja de los 500 m.

Baja conectividad: son aquellas áreas que presentan fricción para los flujos de materia y energía que se producen en los ecosistemas estas áreas no tienen en forma adyacente espacios naturales que permitan la conectividad de los fragmentos.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Muy baja conectividad: son aquellos espacios antrópicos como tejidos urbanos continuos (cabeceras municipales y corregimientos).

2.3.2.2 Fauna

Para la caracterización de la fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) del Área de Influencia del proyecto, se siguió la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MADS, 2010), el Manual de Métodos para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad (Villareal, et al., 2006) y los requerimientos de los términos M-M-INA-02, esta caracterización permitió determinar:

- Distribución geográfica y altitudinal de especies (listados)
- Composición, diversidad y riqueza
- Estructura de las comunidades
- Ecología de las comunidades, importancia de su relación con las coberturas vegetales, niveles tróficos.
- Especies endémicas o con patrones de distribución restringidos
- Especies consideradas bajo algún riesgo de extinción
- Especies incluidas en el Apéndice CITES, uso e importancia económica.

La metodología se dividió en tres (3) etapas de caracterización, la primera está basada en la recopilación de información secundaria, la segunda en la caracterización y muestreo de fauna en campo y la tercera en el análisis de la información primaria y secundaria recopilada. La descripción de cada una de ellas se muestra a continuación:

2.3.2.2.1 Recopilación de Información Secundaria

En esta fase preliminar se realizó una caracterización a gran escala mediante información secundaria obtenida en diferentes fuentes bibliográficas y sistemas de información geográfica, este punto tiene como finalidad establecer las especies de potencial presencia en el área de estudio, las metodologías a utilizar en la fase de campo, el esfuerzo de muestreo necesario para cada grupo faunístico y las técnicas de muestreo a utilizar.

Esta primera fase se divide en las siguientes etapas:

- Revisión y recopilación de la información existente en las diferentes fuentes especializadas.
- Análisis de mapas temáticos, imagen de satélite y fotografías aéreas.
- Determinación en conjunto con los especialistas de flora, los sitios de monitoreo o de observación de la fauna, con el fin de contar con áreas comunes de muestreo (en lo posible).
- Procesamiento de la información secundaria obtenida a través de bibliografía, con

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

información relacionada con preferencias tróficas, hábitos, migraciones, preferencia de hábitat, amenazas y endemismos.

La determinación de la composición de la fauna silvestre probable con distribución en el área de estudio, se realizó teniendo como principal fuente de información las publicaciones de trabajos y estudios con registros en el departamento de Antioquia, así como bibliografía especializada para cada grupo.

Estas estrategias combinadas, derivaron en la construcción de una lista potencial de especies de fauna silvestre para el área objeto de estudio, considerando la distribución regional y el rango altitudinal de vida por especie entre los 900 a 2600 msnm, como criterios principales. La consulta y actualización taxonómica de las especies se realizó en diversas fuentes bibliográficas de orden nacional, regional y local; así como su estado de conservación actual y tipo de hábitat característico

A continuación se presentan las fuentes consultadas para cada uno de los grupos taxonómicos estudiados (Tabla 2-18).

Tabla 2-18 Fuentes bibliográficas para los tres grupos de vertebrados a estudiar

Grupo de Fauna	Fuentes Bibliográficas
Anfibios	<p><u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – (ICN/ Anfibios) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado el Julio de 2015, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. <p><u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ACOSTA-GALVIS, A. R. 2000. Ranas, salamandras y caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. Biota Colombiana, 1 (3), 289-319. – ANGULO, A., RUEDA-ALMONACID, J. V., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., & LA MARCA, E. 2006. Técnicas de inventario y monitoreo para los anfibios de la región tropical andina. Bogotá D.C.: Conservación Internacional. Serie de Manuales de Campo No.2 Panamericana Formas e Impresos. – DUELLMAN, W., & TRUEB, L. 1986. Biology of the amphibians. New York: McGraw-Hill Book Company. – RUIZ-CARRANZA, P. M., ARDILA-ROBAYO, M. C., & LYNCH, J. D. (1996). Lista actualizada de la fauna Amphibia de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 20 (77), 365-415. <p><u>Verificación de la información arrojada por el sistema Tremarctos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., F. ARJONA-HINCAPIÉ, T. MUTO, J. N. URBINA-CARDONA, P. BEJARANO-MORA, C. RUIZ-AGUDELO, M.C. DÍAZ GRANADOS, E. PALACIOS, M.I. MORENO, A. GÓMEZ & GEOTHINKING LTDA. 2013. Ara Colombia. <p>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de anfibios en la base de datos de la IUCN (2015.2), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ACOSTA GALVIS, A. 2015. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea .V.05.2015 Recuperado el 22 de 07 de 2015, de www.batrachia.com: http://www.batrachia.com.

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Grupo de Fauna	Fuentes Bibliográficas
Fauna	<ul style="list-style-type: none"> - FROST, DARREL R. 2015. AmphibianSpecies of theWorld: an Online Reference. Version 6.0 (Date of access). ElectronicDatabaseaccessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museumof Natural History, New York, USA. - Identificación de los anfibios amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por: - IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloadedon 22July 2015. - RUEDA-ALMONACID J. LYNCH J. & AMÉZQUITA A. (eds.). 2004. Libro Rojo de anfibios de Colombia. Serie de Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Conservación Internacional Colombia, Instituto de Ciencias Naturales - Universidad Nacional de Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, D.C. 384 pp. - MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 0192 del 10 de Febrero de 2014. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el corrige la Resolución 383 de 2010, que declara las especies silvestres que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. Bogotá: MADS, 2014; 1-36 pp. <p>Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES): CITES. 2015. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de http://www.cites.org/esp/app/appendices.php</p>
Reptiles	<p><u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - (ICN/ Reptiles) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales. - SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado el Julio de 2015, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. <p><u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - AVILA-PIRES, T. 1995. Lizards of Braziliam Amazonia (Reptilia:Squamata). ZoologischeVerhandelingen - AYALA, S., & CASTRO, F. (Inédito). Los lagartos de Colombia. Departamento de Microbiología división de salud Universidad del Valle, Cali-Tulane University International Center for Medical Research. - BOLAÑOS, N. E. 2009. <i>Gonatodesalbogularis</i> (Duméril& Bibron,1836) . Recuperado el 22 de 07 de 2015, de http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=2578&method=displayAAT - CHAMORRO-RENGIFO, J., & A, C.-R. P. 2007. <i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758). Recuperado el 15 de 05 de 2015, de http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=423&method=displayAAT - PÁEZ, V. P., MORALES-BETANCOURT, M. A., LASSO, C., CASTAÑO-MORA, O. V., & BOCK, B. C. 2012. V. Biología y conservación de las tortugas continentales de Colombia. Bogotá: Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - RESTREPO, L. J. 2011. <i>Anolis auratus</i> (Daudin, 1902). Recuperado el 15 de 07 de 2015, de http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=2821&method=displayAA - RESTREPO, L., RESTREPO, S. J., J, I. A., M, A. P., & J, H. H. 2010. <i>Polychrusmarmoratus</i> (Linnaeus, 1758). Recuperado el 15 de 05 de 2013, de http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=2828&method=displayAAT - RUEDA-ALMONACID, J., CARR, J., MITTERMEIER, R. A., RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., MAST, R. B., VOGT, R. C. 2007. Las tortugas y crocodilianos de los países andinos del trópico. Bogotá: Serie de guías tropicales de campo No. 6, Conservación Internacional, Editorial Panamericana.

Grupo de Fauna	Fuentes Bibliográficas
	<ul style="list-style-type: none"> - SÁNCHEZ, C., CASTAÑO, O., & CÁRDENAS, G. 1995. Diversidad de los Reptiles en Colombia. En O. Rangel (Ed.), Diversidad Biótica I (págs. 277-325). Bogotá D.C., Colombia: Guadalupe Ltda. Universidad Nacional de Colombia. INDERENA, Fundación FES. <p><u>Se verificó la información arrojada por el sistema Tremarctos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., F. ARJONA-HINCAPIÉ, T. MUTO, J. N. URBINA-CARDONA, P. BEJARANO-MORA, C. RUIZ-AGUDELO, M.C. DÍAZ GRANADOS, E. PALACIOS, M.I. MORENO, A. GÓMEZ & GEOTHINKING LTDA. 2013. Ara Colombia. <p>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de reptiles en la base de datos de la IUCN (2015.2), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloadedon 22July2015 - UETZ, P., & JÍRI. 2015. The EMBL ReptileDatabase. Obtenido de http://reptile-database.reptarium.cz/ <p>Identificación de los reptiles amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloadedon 22July2015. - Castaño-Mora, O. (2002). Libro rojo de los Reptiles de Colombia. Bogotá: Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente, Conservación Internacional Colombia. - MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 0192 del 10 de Febrero de 2014. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana que se encuentran en el corrige la Resolución 383 de 2010, que declara las especies silvestres que se encuentran en el territorio nacional, y se dictan otras disposiciones”. Bogotá: MADS, 2014; 1-36 pp. <p>Además, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES):</p> <p>CITES. 2015. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Apéndices I, II, III. Obtenido de http://www.cites.org/esp/app/appendices.php</p>
Aves	<ul style="list-style-type: none"> - BIRDLIFE INTERNATIONAL 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. <www.iucnredlist.org>. DownloadedonMarch 2015. - CHAPARRO-HERRERA, S., ECHEVERRY-GALVIS, M. Á., CÓRDOBA-CÓRDOBA, S. &SUA-BECERRA, A. 2014. Listadoactualizado de lasavesendémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana 14: 113–150. - HILTY, S.L. & W. BROWN. 2001. Guía de lasaves de Colombia. Traducción al españolpor H. Álvarez-López. American BirdConservancy, SociedadAntioqueña de Ornitología y Universidad del Valle, Cali - MCMULLAN, M. &DONEGAN, T. 2014. Field Guide to the Birds of Colombia. ProAves Colombia. - NARANJO, L. G., J. D. AMAYA, D. EUSSE-GONZÁLEZ & Y. CIFUENTES-SARMIENTO (Editores). 2012. Guía de lasespeciesmigratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y DesarrolloSostenible / WWF Colombia. Bogotá, D.C. Colombia. 708 p. - RENJIFO, L. M., GÓMEZ, M. F., VELÁZQUEZ-TIBATÁ, J., AMAYA-VILLAREAL, A. M., KATTAN, G. H., AMAYA-ESPINEL, J. D., & BURBANO-GIRÓN, J. 2014. Libro rojo de aves de Colombia, Volumen I: Bosques húmedos de los Andes y la costa Pacífica. Editorial Pontificia Universidad Javeriana e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia. - RESTALL, R., C. RODNER& M. Lentino. 2007. Birds of Northern South America: an identification guide. Vol. 1. 880 ppLondres y Yale, University Press. - RODA, J., FRANCO A. M., BAPTISTE M. P., MÚNERA C. & GÓMEZ D. M. 2003. Manual de identificación CITES de aves de Colombia. SerieManuales de identificación CITES de Colombia.

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Grupo de Fauna	Fuentes Bibliográficas
	<p>Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia. Pp. 352.</p> <ul style="list-style-type: none"> - RODRÍGUEZ MAHECHA, J. V. & J. I. HERNÁNDEZ CAMACHO. 2005. Loros de Colombia. Conservation International Tropical Field Guide Series No. 3. - SALAMAN, P. G., DONEGAN, T. & CARO, D. 2009. Lista de aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana 8:1-89.
Mamíferos	<p><u>Revisión de la base de datos de la colección zoológica del Instituto de Ciencias Naturales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - (ICN/ Mamíferos) (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/), que corresponde a la colección de referencia más grande del país, para los vertebrados continentales - <u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u> - SOLARI, S. MUÑOZ-SABA, Y. RODRIGUEZ- MAHECHA, J.V, RAMÍREZ-CHAVES, H, E Y TRUJILLO, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los mamíferos de Colombia. Mastozoología Neotropical 20(2):301-365. - RAMIREZ – CHAVES H & SUAREZ- CASTRO A. 2014. Adiciones y cambios a la lista de mamíferos de Colombia: 500 especies registradas para el territorio Nacional. Notas Mastozoológicas. Sociedad Colombiana de Mastozoología vol 1 Num 2 - 2014 - EISENBERG J. F. 1989. Mammals of the Neotropics. The Northern Neotropics. Volume 1: Panamá, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana. The University of Chicago Press. 449 p. Chicago, USA. - EMMONS, L.H Y FEER, F. 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. The University of Chicago Press. Chicago. - ALBERICO, M., CADENA, A., HERNÁNDEZ-CAMACHO, J., MUÑOZ-SABA, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. Biota Colombiana, 1: 43 – 75. - PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS & D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp. - MORALES-JIMÉNEZ, A. L., F. SÁNCHEZ, K. POVEDA, & A. CADENA. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Guía de campo. Bogotá, Colombia. 248 pp. - TIRIRA, D. G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 6. Ediciones Murciélagos Blanco. Quito, Ecuador. p 576. - RODRIGUEZ – MAHECHA J.V., J.I. HERNÁNDEZ-CAMACHO, T.R. DEFLER, M. ALBERICO, R.B. MAST, R.A. MITTERMEIER & A. CADENA. 1995. Mamíferos colombianos: Sus nombres comunes e indígenas. Occasional Papers in Conservation Biology, 3: 1-56. - WILSON, D. E.; D. M. REEDER, (Eds.) 2005. Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, v. 1 y 2 2,142 pp - VOSS, ROBERT S.; EMMONS, LOUISE. (1996). Mammalian diversity in Neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. Bulletin of the AMNH; N°. 230 - LINARES O. 1998. mamíferos de Venezuela. Sociedad conservacionista Abdudon de Venezuela, Caracas, Venezuela. 691 p <p><u>Para Marsupiales se sigue a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - CUARTAS-CALLE, C & MUÑOZ-ARANGO. J., 2003. Marsupiales, caenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología. - GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp. <p><u>Para roedores a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS & D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp. <p><u>Para primates a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - DEFLER, T. R. 2004. Primates de Colombia. Serie de guías tropicales de campo. Conservación

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Grupo de Fauna	Fuentes Bibliográficas
	<p>Internacional Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 543 pp.</p> <ul style="list-style-type: none"> - DEFLER, T. R. 2010. Historia natural de los primates colombianos -- 2a. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2010. 612 <p><u>Para quirópteros a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - MANTILLA-MELUK, H., JIMÉNEZ-ORTEGA, A.M., BAKER, R.J. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 56 pp. - MANTILLA-MELUK, H., RAMÍREZ-CHAVEZ, H., JIMENEZ- ORTEGA, A.M Y RODRÍGUEZ-POSADA, M. E. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. <i>Therya</i> 5 (1):229-255. - MUÑOZ, J. 2001. Los Murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ed Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia 391 pp - VELAZCO, P. M. 2005. Morphological Phylogeny of the bat Genus <i>Platyrrhinus</i> Saussure, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. <i>Fieldiana. Zoology, New Series</i> 105 Publication 1535: 1-53. - GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp. - SOLARI, S, MARTÍNEZ-ARIAS, V; (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). <i>THERYA</i>, Vol.5(1): 167-196 DOI: 10.12933/therya-14-180 <p><u>Para verificar las especies de murciélagos migratorios a:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. SAAVEDRA- RODRIGUEZ C & ROJAZ- DÍAZ V. 2009. Murciélagos migratorios en Colombia, en Plan Nacional de las especies migratorias, (Naranjo L & Amaya J, eds). 1 Edición Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y WWF Colombia. Bogotá. Págs 51 a 62. <p><u>Para Felinos a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - PAYÁN GARRIDO, E. Y SOTO VARGAS, C. 2012. Los Felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. 48 pp. <p><u>De igual forma se tiene en cuenta la información de los estudios realizados en el área de estudio. Se verifica la información arrojada por el sistema Tremarctos:</u></p> <p>RODRÍGUEZ-MAHECHA, J. V., F. ARJONA-HINCAPIÉ, T. MUTO, J. N. URBINA-CARDONA, P. BEJARANO-MORA, C. RUIZ-AGUDELO, M.C. DÍAZ GRANADOS, E. PALACIOS, M.I. MORENO, A. GÓMEZ & GEOTHINKING LTDA. 2013. Ara Colombia.</p> <p>Se realizó la revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de mamíferos en la base de datos de la IUCN (2015), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por Gardner (2007) y Patton et al (2015), para obtener una estimación más precisa y evitar sesgos en la información.</p> <p>La base de datos se organiza según la clasificación taxonómica propuesta por Solari et al (2013).</p> <p>Se identifican los mamíferos amenazados teniendo en cuenta las categorías globales de la IUCN (2015) y las categorías nacionales descritas en el libro rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez - Mahecha et al (eds), 2006 y en la Resolución 0192 de febrero 2014 del MADS, se verifican las especies presentes en los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES 2013).</p>

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.3.2.2.1.2 Fase de Campo

A continuación se muestra la metodología utilizada en campo para la caracterización de la fauna (anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

2.3.2.2.1.2.1 Sitios de Muestreo

Para la caracterización de la fauna silvestre en el área de influencia del proyecto, se realizó un muestreo estratificado; de acuerdo con las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área. Antes de salir a campo se escogieron sitios probables de muestreo teniendo en cuenta las coberturas de las tierras presentes, los accesos viales y la disposición a lo largo del área de influencia. Lo anterior se realizó con ayuda de la información cartográfica y fotografías aéreas de la zona. Los sitios que se definieron fueron validados en campo y ajustados según las coberturas presentes, los permisos de entrada a los predios y la seguridad.

Las coberturas muestreadas fueron analizadas según la clasificación de Corine Land Cover para Colombia, debido a la afinidad estructural, y oferta de recursos para la fauna silvestre. Las coberturas evaluadas para caracterizar la fauna en el área de influencia se muestran en la Tabla 2-19.

Tabla 2-19 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna

CÓD	NOMBRE DE LA COBERTURA	ASOCIACIÓN	FOTO	ABREVIATURA
111	Tejido urbano continuo	Territorios artificializados		TA
112	Tejido urbano discontinuo			
1131	Vivienda rural dispersa			
1132	Vivienda rural nucleada			
122111	Vía pavimentada			
1311	Otras explotaciones mineras			
214	Hortalizas	Cultivos transitorios		CUL
231	Pastos limpios	Pastos		PA
232	Pastos arbolados			

CÓD	NOMBRE DE LA COBERTURA	ASOCIACIÓN	FOTO	ABREVIATURA
233	Pastos enmalezados			
241	Mosaico de cultivos	Áreas agrícolas heterogéneas		MOS
242	Mosaico de pastos y cultivos			
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales			
2434	Mosaico de pastos, cultivos y otros espacios naturales			
2441	Mosaico de pastos con espacios naturales arbóreos			
2442	Mosaico de pastos con espacios naturales arbustivos			
2452	Mosaico de cultivos con espacios naturales arbustivos			
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bosque fragmentado	Sin foto	BF
314	Bosque de galería	Bosque de galería		BG
315	Plantación forestal	Plantación forestal	Sin foto	PF
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	Herbazal		HE
32211	Arbustal denso alto	Arbustal	Sin foto	AR
3231	Vegetación secundaria alta	Vegetación secundaria		VS
3232	Vegetación secundaria baja			
3332	Remoción en masa	Áreas abiertas sin o con poca vegetación		AA

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

CÓD	NOMBRE DE LA COBERTURA	ASOCIACIÓN	FOTO	ABREVIATURA
511	Ríos	Ríos		RÍOS
514	Cuerpos de agua artificiales	Cuerpos de agua artificiales	Sin foto	CAA

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

El muestreo se llevó a cabo en el rango de fecha del 12 al 22 de febrero de 2016 durante la época de sequía que fue intensificada debido al Fenómeno del Niño.

2.3.2.2.1.2.2 Anfibios y Reptiles

Para la caracterización de anfibios y reptiles se utilizó la técnica de inspección por encuentro visual con captura manual (VES; Visual Encounter Surveys) (Heyer, Donnelly, McDiarmid, Hayek, & Foster, 1994), método que es ampliamente utilizado en Programas de evaluación rápida (RAPs, Rapid Assessment Programs), los cuales consisten en búsqueda realizadas en un periodo corto de tiempo dentro de un área particular (McDiarmid, Foster, Guyer, Gibbons, & Chernoff, 2012). En esta técnica se realizan recorridos aleatorios (Figura 2-15) en búsqueda de individuos en hasta 2 metros de altura en la vegetación, cuya ventaja es que tanto las especies como los individuos de cada especie tienen la misma probabilidad de ser observados durante la inspección (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015). Se realizaron dos (2) muestreos diarios por siete (7) días durante diferentes horas en la mañana (7:00 a 11:00), la tarde (14:00 a 17:00) o la noche (18:00 a 21:00) para abarcar los horarios de actividad de las especies que se definieron como de presencia probable en el área. Cada recorrido fue realizado por un (1) biólogo y un (1) auxiliar de campo.

Figura 2-15 Recorridos aleatorios para la observación de anfibios y reptiles



Izquierda: Diseño de recorrido aleatorio para el muestreo de anfibios y reptiles mediante la técnica de inspección por encuentro visual (VES), Fuente: (Urbina-Cardona, Bernal, Giraldo-Echeverry, & Echeverry-Alcendra, 2015). Derecha: Recorridos realizados en arbustal presente en el área de influencia del proyecto del proyecto, Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Durante los recorridos de observación se hicieron búsquedas minuciosas en los microhábitats presentes a lo largo de los recorridos como debajo de piedras, troncos caídos, hojarasca acumulada, dosel bajo, huecos en troncos en pie, grietas en rocas, orilla de quebradas, entre otros (Fotografía 2-4), con el fin de aumentar la probabilidad de encuentro de individuos.

Fotografía 2-4 Búsqueda de anfibios y reptiles en los microhábitats presentes en el área de influencia del proyecto



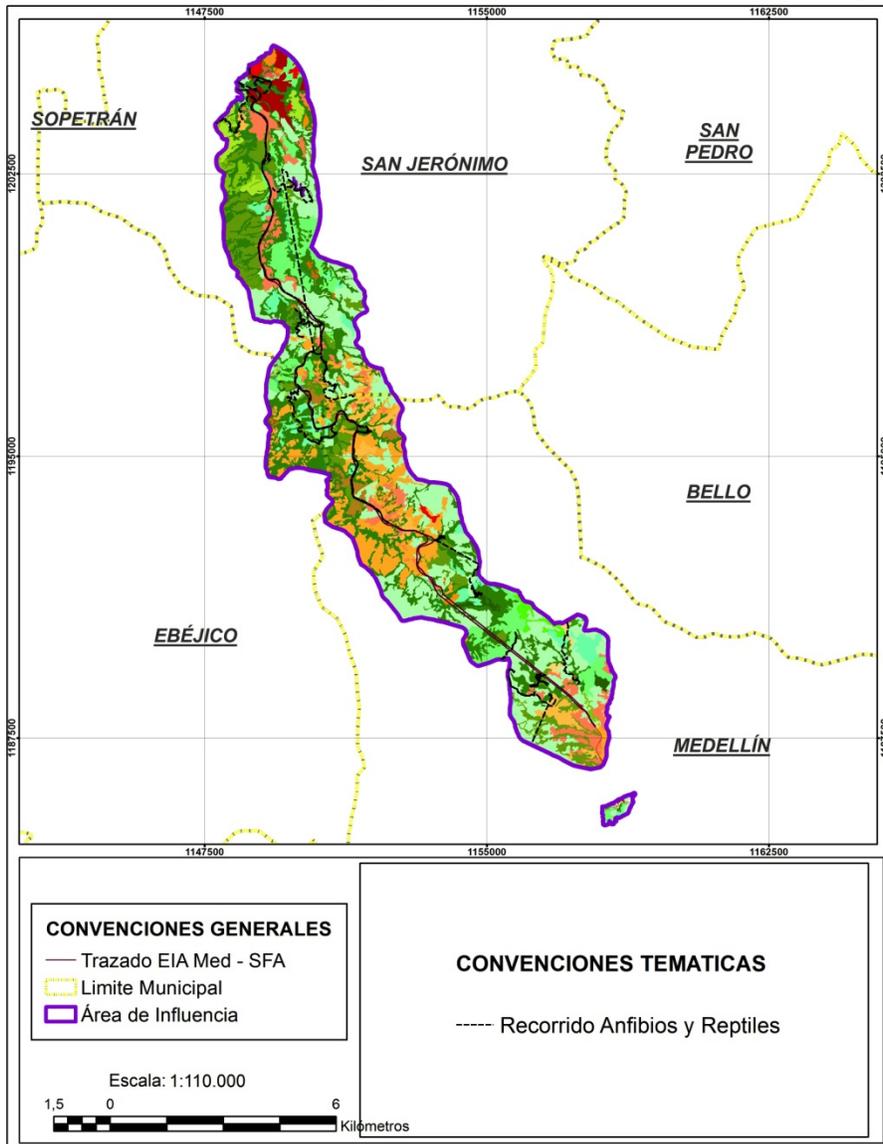
Izquierda: Búsqueda en hojarasca y rocas en bosque de galería. Derecha: Búsqueda en troncos de bosque de galería. Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Durante cada recorrido, una vez detectado un individuo (de manera visual o auditiva), se procedió a tomar el registro fotográfico en el sitio original de encuentro, luego fueron capturados, siempre que fuera posible, fotografiados e identificados en campo. Los especímenes se liberaron en el mismo sitio en donde fueron encontrados. Adicionalmente, por cada individuo escuchado, observado y/o capturado se tomó la coordenada geográfica con ayuda de un GPS y se levantó información sobre el microhábitat y cobertura vegetal. Toda la información se registró en libreta de campo para, posteriormente, pasarlos a los

formularios de campo digitales, los cuales se muestran en el Anexo H Fauna, Formatos de campo.

Los recorridos realizados para la observación de anfibios y reptiles, así como los puntos en los que se encontraron individuos se muestran en la Figura 2-16.

Figura 2-16 Recorridos libres para la observación de anfibios y reptiles



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Los datos recolectados en los formatos de campo se tabularon en matrices para el posterior análisis de la información.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.3.2.2.1.2.3 Aves

El estudio de la avifauna, se llevó a cabo, mediante la combinación de dos métodos basados en Stiles & Roselli (1998) y Stiles & Bohórquez (2000), aplicando técnicas de captura con redes de niebla y la realización de cuatro transectos de observación de ancho fijo y longitud variable, para la detección visual y auditiva de las especies de aves. Esta metodología, se justifica teniendo en cuenta que las capturas con redes de niebla dan lugar a obtener registros de aves pequeñas que pueden hallarse en sotobosque, bordes y en ecotonos, ocasionalmente se trata de especies difícilmente observables o diferenciables; entre tanto, los transectos de observación, permiten inventariar la mayor parte de las aves medianas y grandes; así como aquellas en los estratos superiores de la vegetación.

En este contexto, a continuación, se describe la metodología que se empleó para hacer el registro de la avifauna en el Área de influencia directa del proyecto:

2.3.2.2.1.2.3.1 Capturas con Redes de Niebla

Se seleccionó una estación de monitoreo para instalar una línea de manejo y operación de 10 redes de niebla de 10x2.4 m y 12x2.5 m y ojo de malla de 32 mm operando simultáneamente (Figura 2-17) en el sitio en el que se tuviera facilidad de acceso y certeza de realizar capturas efectivas, previa verificación en campo (Fotografía 2-5). El periodo de apertura, comprendió dos horarios repartidos en cuatro horas durante un día, alternando horarios; es decir, un día en la mañana entre las 6:00 o las 7:00 horas hasta las 10: 00 horas y al siguiente día en la tarde, entre las 14: 30 a las 18: 30 horas, cuando las condiciones climáticas y visibilidad lo permitan. Las redes se colocaron lo suficientemente concentradas como para no tardarse más de 10 minutos en revisarlas, haciendo dicha revisión cada 20 minutos, de acuerdo con lo sugerido por Córdoba, Álvarez & Rebolledo (2004) y Ralph et al (1997) (Figura 2-17).

Fotografía 2-5 Redes de niebla instaladas en el área de influencia del proyecto.



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Las aves capturadas, fueron retiradas cuidadosamente de la red para evitar mayor perturbación; acto seguido, se dispusieron temporalmente y de manera individual en bolsas de tela para su posterior manipulación; luego, se verificaron y anotaron datos de edad, sexo, peso, condición corporal y reproductiva y estado del plumaje (Córdoba, Álvarez & Rebolledo 2004, ARNSC, Calidris& WWF 2004, Ralph et al. 1997), finalmente, se fotografiaron y liberaron en su hábitat en el menor tiempo posible

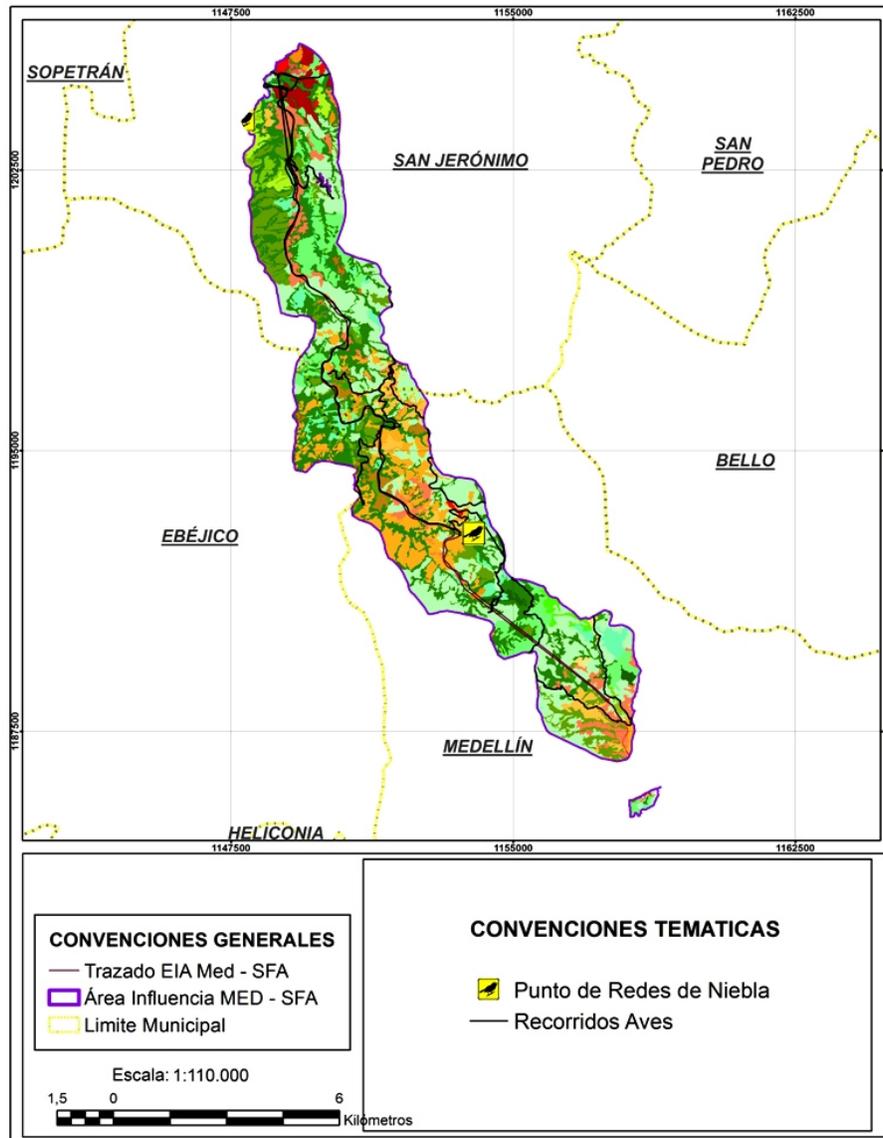
2.3.2.2.1.2.3.2 *Transectos de Observación y Registro*

Se realizaron cinco (5) transectos de observación, los días 12, 13, 14, 16 y 18 de febrero de 2016, de tal manera que se incluyeron hasta donde fue posible, las unidades representativas de cobertura vegetal representativas en la estación de muestreo seleccionada. Los transectos, consistieron en recorridos a pie, por senderos preestablecidos de ancho fijo (30 m a lado y lado para un total de 60m) y longitud variable, en los que se caminó a una velocidad constante y deteniéndose en lugares de interés como cuerpos de agua, árboles en fructificación o en general donde se observó una mayor concentración de aves, así como para hacer registros auditivos; lo anterior, con el propósito de prestar atención a los caracteres diagnósticos del ave observada, se realizó un conteo de los individuos y obtuvo el respectivo registro fotográfico y auditivo mediante uso de cámara fotográfica y grabadora (Córdoba, Álvarez & Rebolledo 2004, Ralph et al.1997).

Los transectos fueron realizados por un observador, durante las horas de mayor actividad de las aves; es decir, en la mañana entre las 06: 00 y las 11: 00 horas, y al finalizar la tarde entre las 15: 00 y las 18: 00 horas, para obtener registros durante los dos periodos de mayor actividad de las especies durante el día; cabe destacar que esta metodología junto con la de captura mediante redes, se alternaron, es decir, en una mañana se realizaban transectos y en la tarde se manipulaban las redes y viceversa. La observación, también se complementó con 18 puntos intensivos de observación, georeferenciados individualmente; es decir, se trata de puntos seleccionados en donde se registra un número de especies durante un periodo de tiempo breve y son extra a los recorridos.

Los puntos de redes y los transectos realizados para la observación de aves se muestran en la Figura 2-17.

Figura 2-17 Puntos de redes y transectos para la observación de aves



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Los datos recolectados en los formatos de campo se tabularon en matrices para el posterior análisis de la información.

2.3.2.2.1.2.4 Mamíferos

Para caracterizar la estructura y composición de los mamíferos en el área de influencia del proyecto de construcción de la Segunda Calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo (Unidades Funcionales 1 y 3), fue necesario hacer uso de diferentes metodologías, con el fin de registrar especies terrestres y voladores.

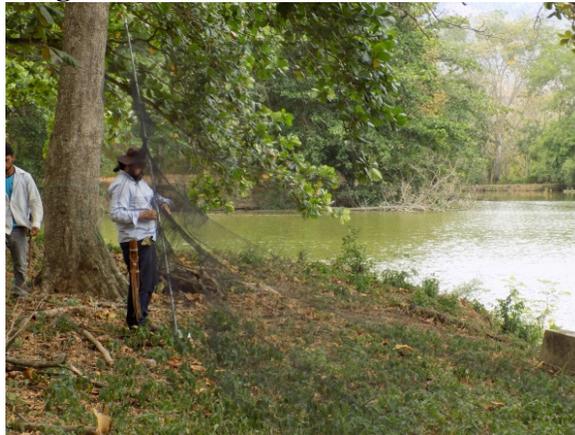
 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Para lo anterior se utilizaron diferentes métodos como las trampas Sherman, trampas Tomahawk, cámaras trampa, redes de niebla, y recorridos de observación por las diferentes coberturas para observaciones directas. Para complementar el inventario de especies mediante registros indirectos, y tener conocimiento de los usos que se le da a la fauna silvestre, se elaboraron encuestas semiestructuradas a la población residente en el área de estudio. Es importante resaltar que este último método de levantamiento de información en campo, ayuda a enriquecer el listado de especies, aunque no permite conocer la abundancia de las mismas.

2.3.2.2.1.2.4.1 Pequeños Mamíferos Voladores

Para la captura de murciélagos se instalaron diez (10) redes de niebla de 12 m de largo x 2.5 m de alto y ojo de malla de 32 mm, en zonas de borde e interior de coberturas boscosas. Las redes se revisaron cada 20 minutos a partir de las 5:30 pm, hasta las 10:00 pm; por tres (3) noches consecutivas. Los individuos capturados se introdujeron en bolsas de tela para su posterior toma de medidas. Adicionalmente se realizaron registros fotográficos y determinación taxonómica por medio de claves especializadas, para consecutivamente liberar a los individuos a su medio natural (Fotografía 2-6).

Fotografía 2-6 Instalación de redes de niebla



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

El esfuerzo de muestreo con redes de niebla para los mamíferos voladores, según (Villarreal, y otros, 2006), se calculó siguiendo la siguiente fórmula:

$$HR = (h * \sum l_r) / l_s$$

Donde:

HR = hora-red;

h = horas totales trabajadas;

l_r = longitudes de cada red;

l_s = longitud de una red estándar (12 metros).

2.3.2.2.1.2.4.2 *Pequeños Mamíferos no Voladores*

Para los mamíferos pequeños se hizo uso de 50 trampas Sherman de diferentes tamaños, las cuales fueron ubicadas al nivel del suelo en áreas de vegetación representativa (Bosques de galería y Bosque densos) en los diferentes sitios de muestreo dentro del área de influencia del proyecto, en donde estuvieron instaladas por tres (3) noches consecutivas. Las trampas fueron ubicadas de manera secuencial sobre un transecto lineal, con separación mínima de 10 metros, y fueron cubiertas con vegetación para evitar el deterioro de los cebos, y así aumentar el éxito de captura (Fotografía 2-7).

Fotografía 2-7 Trampa Sherman



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.2.1.2.4.3 *Medianos y Grandes Mamíferos*

Para el muestreo de los mamíferos terrestres de tamaño pequeño a mediano, se utilizaron diez (10) trampas Tomahawk (32 x 10 x12 pulgadas), dispuestas en secuencia lineal y combinadas con las trampas Sherman a una distancia de 10 metros, a lo largo de un transecto al interior del Bosques de galería y Bosque densos, durante tres (3) noches consecutivas y distribuidas en los diferentes sitios de muestreo. Como atrayente para estas trampas se utilizó carne, yuca y plátano maduro, y al igual que las trampas Sherman, éstas fueron revisadas y cebadas diariamente, con el fin de identificar y liberar los individuos capturados (Fotografía 2-8).

Fotografía 2-8 Trampa Tomahawk



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.2.1.2.4.4 Cámaras trampa

Se instalaron tres (3) cámaras digitales pasivas, que permiten monitorear mamíferos tanto grandes como pequeños, en los sitios más probables de paso de mamíferos, identificados por la presencia rastros e indicios (huellas, senderos, heces, trillas, rascaderos, comederos, etc). Las cámaras se programaron previamente con la fecha, hora, cantidad de fotos que se toman el detectar el movimiento, para luego ser ubicadas a no más de 800 metros de distancia, a lo largo del transecto para lograr abarcar la mayor área de acción de las especies de mamíferos presentes en la zona, fueron sujetadas a troncos, a una altura aproximada de 50 cm del suelo (Fotografía 2-9). Adicionalmente se tomó el punto de georeferencia, datos de cobertura e información relevante tanto de la cámara como del lugar donde fue ubicada, las cámaras permanecieron activas durante 3 noches (72 horas) consecutivos por punto de muestreo, siendo revisadas diariamente para recuperar el material gráfico obtenido y cebar el área adyacente con mantequilla de maní, frutas y sardinas.

Fotografía 2-9 Cámara trampa instalada en el área de estudio



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.2.2.1.2.4.5 Observaciones Directas

El registro directo e indirecto de mamíferos medianos y grandes se hizo mediante observación directa y búsqueda de indicios, en 11 recorridos de aproximadamente 1 a 2 kilómetros cada uno anotando la información en libreta de campo y/o formatos de campo. En los recorridos de observación se registraron individuos vivos, heces, madrigueras, huellas (Fotografía 2-10), comederos, sendas y osamentas entre otras evidencias. A cada observación se le asoció un registro fotográfico (siempre que fuera posible), coordenada o dimensión morfométrica; en el caso de las huellas la identificación se realizó según la experiencia del profesional asignado al proyecto y el apoyo de las guías especializadas de (Aranda-Sanchez, 2012), (Navarro & Muñoz, 2000). Los recorridos se realizaron, durante diferentes horarios abarcando horas de actividad en la mañana de 8:00am a 10:00am y en la tarde de 2:00 pm a 4:00 pm.

Fotografía 2-10 Registro de huellas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016.

Es importante anotar, que los pequeños mamíferos poseen una taxonomía basada solo en caracteres morfológicos externos y en las medidas convencionales externas; su taxonomía se fundamenta en gran parte de otras características que incluyen caracteres internos craneales y morfología de órganos, razón por la cual es indispensable realizar una determinación acertada, hacer colectas con criterio y rigurosidad científica (Patterson 2002).

Para la determinación taxonómica de los ejemplares observados en campo y la obtención de información sobre la biología y ecología de las especies, se consultaron diversas fuentes bibliográficas especializadas (Tabla 2-20).

Tabla 2-20 Fuentes Bibliográficas consultadas para determinar taxonómicamente los individuos encontrados en el área de estudio

Fuentes Bibliográficas
– EMMONS, L.H Y FEER, F. 1997. Neotropical Rainforest Mammals, a Field Guide. TheUniversity of

 <p>Agencia Nacional de Infraestructura</p>	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Fuentes Bibliográficas

- Chicago Press. Chicago.
- PATTON J.L, U.F.J, PARDIÑAS & D'ELIA G. (Eds). 2015. Mammals of South America. Volume 2. Rodents. University of Chicago Press. 1335 pp.
 - MORALES-JIMÉNEZ, A. L., F. SÁNCHEZ, K. POVEDA, & A. CADENA. 2004. Mamíferos terrestres y voladores de Colombia. Guía de campo. Bogotá, Colombia. 248 pp.
 - TIRIRA, D. G. 2007. Guía de campo de los mamíferos del Ecuador. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador. p 576.
 - LINARES O. 1998. mamíferos de Venezuela. Sociedad conservacionista Abdudon de Venezuela, Caracas, Venezuela. 691 p
 - CUARTAS-CALLE, C. & MUÑOZ-ARANGO.J., 2003. Marsupiales, caenoléstidos e insectívoros de Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, Ciencia y Tecnología.
 - GARDNER A. L. (ED.). 2008. Mammals of South America. Volume 1. Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats. University of Chicago Press. 690 pp.
 - DEFLER, T. R. 2010. Historia natural de los primates colombianos -- 2a. ed. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología, 2010. 612
 - MANTILLA-MELUK, H., JIMÉNEZ-ORTEGA, A.M., BAKER, R.J. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: Annotated Checklist, Distribution, and Biogeography. Special Publications of the Museum of Texas Tech University, 56 pp.
 - MANTILLA-MELUK, H., RAMÍREZ-CHAVEZ, H., JIMENEZ- ORTEGA, A.M Y RODRÍGUEZ-POSADA, M. E. 2014. Emballonurid bats from Colombia: Annotated checklist, distribution, and biogeography. *Therya* 5 (1):229-255.
 - MUÑOZ, J. 2001. Los Murciélagos de Colombia: Sistemática, distribución, descripción, historia natural y ecología. Ed Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia 391 pp
 - SOLARI, S, MARTÍNEZ-ARIAS, V; (2014). Cambios recientes en la sistemática y taxonomía de murciélagos Neotropicales (Mammalia: Chiroptera). *THERYA*, Vol.5(1): 167-196 DOI: 10.12933/therya-14-180
 - PAYÁN GARRIDO, E. Y SOTO VARGAS, C. 2012. Los Felinos de Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo. 48 pp.
 - WILSON, D. E.; D. M. REEDER, (Eds.) 2005. Mammals Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. 3. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, v. 1 y 2 2,142 pp
 - ARANDA, J. 1981. Rastros de los mamíferos silvestres de México, manual de campo. Instituto Nacional de Investigaciones Sobre Recursos Bióticos. México, D. F. 178 pp.
 - NAVARRO, J.F Y MUÑOZ, J. 2000. Manual de huellas de algunos mamíferos terrestres de Colombia. Medellín, Colombia. 123 pp
 - ARANDA, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (Conabio). México 256 pp.

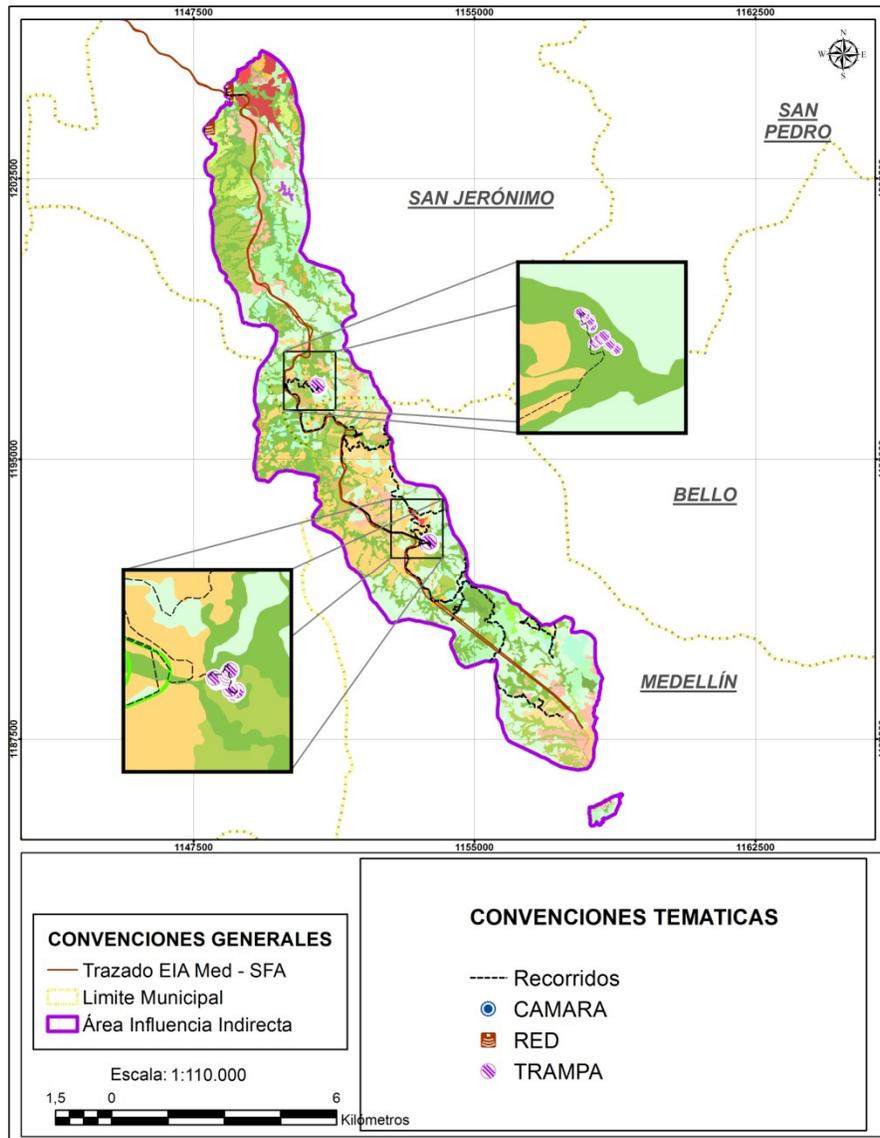
De igual forma se consultaron sistemas de información en línea

- IUCN, 2015: <http://www.iucnredlist.org>
- Mammalian species of the world: <http://www.science.smith.edu/msi/msiaccounts.html>.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Los puntos de redes, trampas, cámaras trampa y recorridos de observación realizados para la observación de mamíferos se muestran en la Figura 2-18.

Figura 2-18 Puntos de redes, trampas, cámaras trampa y recorridos para la observación de mamíferos



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.2.2.1.2.4.6 Entrevistas

La información para el grupo de los mamíferos, se complementó mediante entrevistas semi-estructuradas realizadas a habitantes del área de estudio. Para esto se utilizaron guías ilustradas, que fueron mostradas a los habitantes de la zona, de tal manera que permitió identificar las especies que han sido avistadas o registradas por ellos en el área. Las personas entrevistadas fueron siempre mayores de edad y en lo posible se seleccionaron personas con mayor conocimiento de la fauna silvestre como cazadores y campesinos. La información suministrada fue corroborada posteriormente en oficina, para destacar aquellas especies que por distribución (de acuerdo con la literatura) no se encontraban en la zona de estudio. Los datos fueron registrados en formatos que incluyen información como nombre

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

común, nombre científico, uso, frecuencia de observación, sitio de avistamiento, temporada de avistamiento, importancia y amenaza.

2.3.2.2.1.3 Recopilación de Información Secundaria

A continuación se muestra el análisis de la información a partir de la información secundaria y la información levantada en campo.

2.3.2.2.1.3.1 Efectividad del muestreo

Con el fin de establecer la representación en la comunidad de las especies registradas mediante el muestreo directo; se analiza la tasa de encuentro de especies en el muestreo, mediante la realización de curvas de acumulación de especies; a partir de las cuales se estima la máxima riqueza esperada en la comunidad de acuerdo con el comportamiento de la curva a través del muestreo.

Una vez preparadas las matrices de datos, se construyen las curvas de riqueza media observada, Chao 1 y Jacknife 1 con el fin de establecer qué porcentaje de la biodiversidad es detectado mediante las técnicas de muestreo empleadas. En la Tabla 2-21 se describen los estimadores más utilizados para este análisis.

Tabla 2-21 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo

PARÁMETRO	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
S obs (Observado)	$E(S) = \sum_1^n 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$ <p>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 Ni = Número de individuos en la i-ésima especie</p>	Representa la cantidad de especies en promedio que se puede esperar en cada muestra si la forma en que se acumulan es aleatoria. Es decir estima la tasa de encuentro de acuerdo con los datos experimentales, y genera una curva con la riqueza que se presentaría para cada muestra n.
Chao 1	$S_{chao} = S_{obs} + \frac{F^2}{2D}$ <p>S obs = riqueza observada F = Singletons D = Doubletons</p>	Estima la riqueza máxima esperada en la comunidad de acuerdo con la tasa de acumulación observada a través de las muestras. Se basa en la aparición de <i>Singletons</i> (especies con un solo registro en el muestreo) y <i>Doubletons</i> (Especies con dos registros en el muestreo).
Jacknife 1	$S_{jack\ 1} = S_{obs} + L \frac{m - 1}{m}$	Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el

	<p>S obs = riqueza observada L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra m = Número de muestras</p>	<p>sesgo de los valores estimados, en este caso para reducir la subestimación del verdadero número de especies en una comunidad con base en el número representado en una muestra reduciendo el sesgo del orden 1/m.</p>
Bootstrap	$S_{Bootstrap} = S_{Obs} + \sum (1 - p_j)^n$ <p>S obs = riqueza observada p_j = proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j</p>	<p>Este estimador de la riqueza de especies se basa en p_j, la proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j</p>

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Finalmente se compara la riqueza registrada con la riqueza máxima esperada para la comunidad, a través de una proporción de ésta última. Adicionalmente, la riqueza máxima esperada también constituye un estimador de qué tan diversa es la comunidad sin llegar a conocer todas las especies, y permite la comparación con estudios que tengan una diferente intensidad de muestreo, dado que se estima la riqueza encontrada en cada muestra.

Los datos para la construcción de las curvas de acumulación se obtienen desde el análisis hecho en el programa EstimateS V 9.

2.3.2.2.1.3.2 Análisis de diversidad alfa y beta

La biodiversidad se refiere a la variabilidad de los elementos vivientes, que se da a lo largo de muchos niveles de organización, y en todo tipo de ambientes, de manera que se presenta desde lo molecular hasta los ecosistemas (Moreno, 2001). Sin embargo, en este caso se analiza la variabilidad entre especies, el nivel de organización más ampliamente analizado en el campo biológico.

Por otra parte, las especies no se encuentran aisladas en un entorno, sino que varían en diferentes escalas geográficas, en este sentido, la diversidad alfa se refiere a aquella variabilidad a nivel local entre unidades del paisaje que se consideren homogéneas, mientras que la diversidad beta se refiere al recambio de especies entre las unidades consideradas.

La biota en una unidad, puede caracterizarse a través de propiedades como la riqueza y estructura; cuantificables mediante el uso de estimadores, que hacen una aproximación al estado de la comunidad, en cuanto a la cantidad de especies, y la abundancia proporcional entre ellas. En la Tabla 2-22 se definen los índices más utilizados para el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades de fauna silvestre.

Tabla 2-22 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna

PROPIEDAD	ÍNDICE	FÓRMULA	DESCRIPCIÓN
Riqueza	Riqueza específica	S= N° de especies	Número total de especies en la comunidad
Estructura	Dominancia de Simpson (1-D)	$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$ S = número de i especies N = total de organismos presentes n = número de ejemplares por especie	Probabilidad de seleccionar dos individuos al azar, que sean de la misma especie. Se basa en la representatividad de las especies con mayor abundancia, sin tener en cuenta, la contribución de las demás. Se trata de un indicativo del tipo de estructura, más que de diversidad de la comunidad. Es un estimador robusto, que se comporta bien con muestras pequeñas.
	Shannon-Wiener	$H' = - \sum p_i \ln p_i$ p _i = Abundancia proporcional de la especie i	Indica la incertidumbre de conocer la especie de un individuo tomado al azar, y se basa en la igualdad en dominancia de las especies de la muestra. Este índice asume que todas las especies están representadas en las muestras; e indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas. Es un índice de la estructura de la comunidad, que varía de cero a logaritmo natural de la riqueza

Fuente: (Moreno, 2001; Villareal, y otros, 2006).

Los patrones de uso y el recambio de especies entre unidades, por su parte puede analizarse mediante la diferenciación, o inversamente mediante la similitud entre las coberturas. La diversidad beta se analiza a partir de la proporción de similitud entre ellas a través del índice de Bray-Curtis, que se basa en matrices de abundancias. El análisis permite determinar el grado de similitud entre grupos de cobertura, evaluado en una escala de 0 a 1, que varía proporcionalmente con la cantidad de especies compartidas (Moreno, 2001):

$$BC_{ij} = \frac{2C_{ij}}{S_i + S_j}$$

Donde;

C_{ij}= La suma de los valores más bajos solo para aquellas especies comunes para ambos sitios.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

S_i =Número total de de especímenes contados en el sitio i.

S_j =Número total de de especímenes contados en el sitio j.

Las gráficas con la del análisis de disimilitud de Bray-Curtis se realizó en el programa PAST v 3.1.

2.3.2.2.1.3.3 Asociación a coberturas de la tierra y estructura trófica

Se realizó la asociación de los taxones a las coberturas de la tierra presentes en el área de influencia del proyecto con el objetivo de determinar aquellas coberturas de mayor importancia dentro del área estudiada. Adicionalmente, con base en información secundaria se establecieron grupos tróficos de acuerdo con el tipo de alimento de preferencia en las especie; para cuantificar su importancia dentro de la comunidad se establece el número de especies y registros dentro de cada grupo. Adicionalmente se revisa la especificidad trófica de las especies registradas, de acuerdo con su disponibilidad en la bibliografía.

2.3.2.2.1.3.4 Especies de interés: endémicas, casi endémicas, migratorias, amenazadas, de interés cultural y/o comercial

Dentro de las especies registradas en un área en particular; resultan de interés aquellas que presentan algún grado de vulnerabilidad ya sea por encontrarse en peligro de extinción, por su valor comercial, por presentar estrechos rangos de distribución o por su tendencia a la declinación poblacional. Por lo anterior se identificaron las especies probables amenazadas, endémicas, migratorias y/o de interés comercial.

La Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés), con la ayuda de expertos en cada grupo, realiza una evaluación del estado poblacional de diferentes especies; las cuales clasifica en ocho diferentes categorías de acuerdo con su nivel de vulnerabilidad a la extinción:

Extinto (EX): Se asigna cuando no queda duda que el último individuo existente del taxón ha muerto.

Extinto en estado silvestre (EW): Se trata de un taxón cuyos ejemplares solo sobreviven en cautividad, y la búsqueda exhaustiva en su ambiente natural no ha detectado individuos.

En peligro crítico (CR): Se considera que el taxón presenta una probabilidad extremadamente alta de extinción en estado silvestre.

En peligro (EN): Se asigna cuando el taxón presenta un riesgo muy alto de extinción en su estado silvestre.

Vulnerable (VU): Se le considera bajo una probabilidad alta de extinción en estado silvestre.

Casi amenazado (NT): Se da cuando un taxón no cumple los criterios para catalogarse como amenazado de extinción (CR, EN, VU) pero se estima que lo haga en un futuro cercano.

Preocupación menor (LC): Este tipo de taxones son muy abundantes y de amplia distribución por lo que su probabilidad de extinción es muy baja.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

Datos insuficientes (DD): Se asigna a taxones cuya distribución y abundancia no está bien estudiada; a pesar que no es una categoría de amenaza, se ha recomendado darle la misma prioridad de conservación hasta que se tenga información suficiente para hacer una correcta evaluación.

Considerando como amenazadas solo las categorías de “en peligro crítico”, “en peligro” y “vulnerable”. Sin embargo, este ente internacional recomienda que las especies con datos deficientes o aquellas no evaluadas, tengan la misma prioridad de protección que las amenazadas hasta que se clarifique su estado de conservación.

Este esquema de clasificación ha sido adoptado a nivel nacional para evaluar el estado de las especies; no obstante, la categoría asignada puede diferir dependiendo de las condiciones particulares de la especie en el país. En este sentido, también se revisó la Resolución 0192 de 2014 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y los Libros Rojos, que resumen la asignación de categorías de amenaza en el país, de acuerdo con la evaluación elaborada por expertos en cada grupo zoológico.

Por otra parte la Convención Internacional de Especies de Fauna y Flora Silvestres (CITES), también realiza un listado de especies con una alta vulnerabilidad, en este caso basado en su valor comercial real o potencial; las cuales ha incluido en tres diferentes apéndices de acuerdo con su riesgo de extinción y nivel de comercialización:

Apéndice I: Se incluye especies sobre las cuales recae un mayor riesgo de extinción, su comercialización se encuentra prohibida.

Apéndice II: Comprende especies que no se hallan bajo amenaza de extinción, pero su comercialización indiscriminada puede resultar en una disminución de su viabilidad poblacional.

Apéndice III: Presentan un nivel de amenaza bajo o nulo, sin embargo, su comercialización exige una reglamentación que asegure el aprovechamiento sostenible de la especie.

Las especies endémicas, caracterizadas por su baja capacidad de dispersión, altos requerimientos de hábitat o aislamiento geográfico sólo se presentan en una pequeña localidad y restringidos a un solo país; por lo que sus poblaciones generalmente son escasas y su éxito reproductivo bajo (Begon, Townsend, & Harper, 2006).

La tendencia de disminución poblacional, adicionalmente puede ser observada en las especies con hábitos migratorios, dado que la pérdida de hábitat en toda su ruta, las afecta en una amplia escala espacial (Fundación Proaves, 2009). Se revisó el reporte de especies migratorias para el área de influencia del proyecto, de acuerdo a la bibliografía disponible de cada especie.

2.3.2.3 Ecosistemas acuáticos

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Para el presente estudio se caracterizaron las comunidades de fitoplancton, zooplancton, planctónicas, periféricas y bentónicas, así como peces, las cuales pueden actuar como indicadores ambientales proporcionando información del estado fisicoquímico y orgánico del agua, constituyéndose en una herramienta fundamental para lograr una evaluación integral de los ecosistemas. Sin embargo, los atributos de una población acuática, como la composición específica o la abundancia de organismos dependen de las interacciones entre las variables bióticas y abióticas, factores como la temperatura, la concentración de oxígeno disuelto o la conductividad; así como el tipo y porcentaje de coberturas vegetales riparias o el uso de los suelos paralelos a los cuerpos de agua, junto con la temporalidad son algunas de los aspectos que definen los ensamblajes acuáticos (Lowe-McConnell, 1987).

Específicamente para la unidad funcional 1 (UF-1) fueron muestreados nueve cuerpos de agua y para la unidad funcional 3 (UF-3) un total de siete (Tabla 2-23, Figura 2-19); los cuales representan aquellos cuerpos de agua que podrían verse afectados durante la ejecución del proyecto y también, aquellos que corresponden a las corrientes principales que influyen la dinámica de la biota acuática en el área de estudio. Dichos muestreos fueron llevados a cabo, para la UF-1 entre el 14 y el 18 de marzo y para la UF-3 entre el 16 y el 21 de abril del año 2016, lo cual correspondió a un periodo hidrológico de aguas bajas.

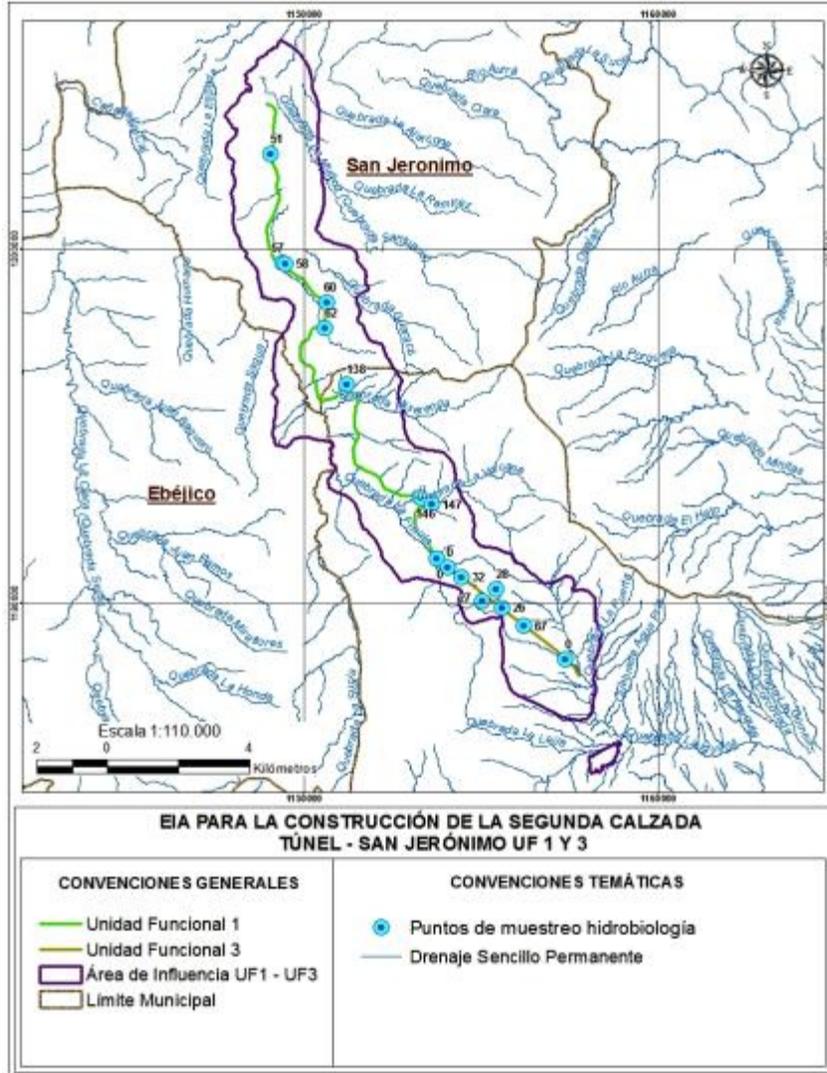
Tabla 2-23 Estaciones de muestreo definidas para los componentes de hidrobiología según la unidad funcional

Unidad funcional	Id	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas	
			LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
1	51	Q. La Guaracú I	6°25'38,1"N	75°43'48,5"W	1202682,14	1149065,463
	57	Q. La San Juan	6°23'58,1"N	75°43'38,6"W	1199610,21	1149377,852
	58	Caño El Gustazo	6°23'57,4"N	75°43'35,3"W	1199588,97	1149479,348
	60	Q. La Murrapala	6°23'21,5"N	75°42'57,3"W	1198488,94	1150650,355
	62	La Gasapera (Q. La San Juana II)	6°22'57,8"N	75°42'59,5"W	1197760,52	1150584,652
	138	Q. Saltos y Pisquines	6°22'06,3"N	75°42'39,7"W	1196179,66	1151197,501
	146	Q. La Cola	6°20'20,8"N	75°41'31,4"W	1192943,49	1153305,804
	147	Q. La Volcana Guayabal	6°20'15,4"N	75°41'21,9"W	1192778,34	1153598,307
	P2	Q. La Frisola planta 2	6°19'25,8"N	75°41'17,3"W	1191254,62	1153743,802
3	V3	Quebrada la Valencia	6°19'17,7"N	75°41'6,7"W	1191006,601	1154070,36
	32	Drenaje NN 32	6°19'8,56"N	75°40'53,99"W	1190726,796	1154461,87
	28	Drenaje NN 28	6°18'57,0"N	75°40'22,7"W	1190374,17	1155424,82

Unidad funcional	Id	Nombre Punto de Muestreo	Coordenadas geográficas		Coordenadas planas	
			LATITUD	LONGITUD	NORTE	ESTE
	27	Drenaje NN 27	6°18'46,3"N	75°40'35,28"W	1190044,34	1155038,94
	26	Drenaje NN 26	6°18'40,0"N	75°40'17,3"W	1189852,244	1155592,25
	67	afluente Q. Culebra	6°18'23,3"N	75°39'57,0"W	1189340,774	1156217,77
	PT 1	Planta 1 Q. La Culebra	6°17'52,3"N	75°39'18,8"W	1188391,394	1157394,84

Fuente: C.I.M.A., 2016

Figura 2-19 Distribución espacial de los puntos de muestreo de hidrobiología



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Antes de iniciar con la recolección de muestras de las diferentes comunidades hidrobiológicas se realizó un recorrido en el punto de muestreo con el fin de reconocer diferentes microhábitats o coriotopos, que permitieran la obtención de muestras representativas. A continuación se presentan los métodos seguidos para el muestreo de los ensamblajes de la bióta acuática, realizados de la misma manera en cada unidad funcional.

2.3.2.3.1 Fitoplancton y zooplancton

Una vez establecido el tramo de muestreo en cada una de las estaciones, se seleccionó una zona en la cual la velocidad del curso del agua fuese reducida, ya que en estas zonas es más probable que los organismos pertenecientes al fitoplancton y al zooplancton se encuentren suspendidos (Fotografía 2-11). El procedimiento de filtrado se realizó mediante el uso de un balde aforado de 10 L (previamente purgado), con el cual se tomaron volúmenes de 80 L para fitoplancton y 80 L para zooplancton, que se filtraron a través de las redes de fitoplancton (20µm) y zooplancton (65 µm).

Fotografía 2-11 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)



Fuente: C.I.M.A., 2016.

Estos volúmenes filtrados fueron envasados en frascos de 500 mL color ámbar, debidamente rotulados, y preservados de la siguiente manera: para el caso de las muestras correspondientes a fitoplancton, estas fueron preservadas con Lugol (1 mL por cada 100 mL), y para el caso de las muestras de zooplancton estas se preservaron con solución Transeau. Las proporciones de muestra y preservante fueron proporción 1:1 para zooplancton (por volumen de muestra / preservante).

2.3.2.3.2 Perifiton

Para la toma de muestras de perifiton se utilizó un cuadrante de 2 x2, 5 cm (5 cm²), un cepillo, frascos plásticos ámbar de 75 mL y solución Lugol. En cada una de las estaciones de muestreo se realizaron raspados sobre sustratos naturales (troncos, hojas, rocas), tomando 15 réplicas que integran los distintos coriotopos obteniendo al final una muestra

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.		
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

que depende del tipo de coriotopos encontrados.

El material recolectado se recogió en los frascos de 75 mL color ámbar y se agregó Lugol (8 gotas). Finalmente, se rotularon las muestras identificándolas por punto de muestreo, comunidad muestreada, fecha, persona responsable y tipo de preservante (Fotografía 2-12).

Fotografía 2-12 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)



Fuente: C.I.M.A.,2016

2.3.2.3.3 Macroinvertebrados acuáticos

Para el muestreo de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos, se utilizó la metodología exploratoria intensiva de coriotopos los cuales se pueden encontrar así: hojarasca, piedra en corriente rápida, piedra en corriente lenta, macrófitas y vegetación sumergida y arena y fondos blandos. Para la realización del muestreo, se utilizó una red Surber de 30 x 30 cm de área (0,09 m²), ubicándola en los coriotopos previamente determinados mediante observación. La toma de muestras en cada uno de los coriotopos se realizó de la siguiente manera:

Hojarasca: se fijó el cuadrante de la red Surber sobre el sustrato, procurando que no quedaran espacios entre el marco y el suelo por los cuales se pueden perder organismos, posteriormente se removió el sustrato entre el área del cuadrante, de manera que el material removido llegara al fondo de la red.

Piedra en corriente lenta: se situó la red Surber sobre el sustrato y en contra de la corriente, se lavaron las piedras dentro de la red para que los organismos desprendidos llegaran al fondo de la red.

Arena y fondos blandos: se situó la red Surber sobre el sustrato y en contra de la corriente, se removió el fondo arenoso para que los organismos desprendidos llegaran al fondo de la red. Finalmente, se obtuvo una muestra compuesta por 15 submuestras en cada punto. Las muestras fueron preservadas en bolsas ziploc (dobles) con alcohol al 70% y debidamente

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

rotuladas e identificadas por punto de muestreo, comunidad muestreada, fecha, persona responsable y preservante. (Fotografía 2-13).

Fotografía 2-13 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)



Fuente: C.I.M.A., 2016

2.3.2.3.4 Peces

En cada estación o punto de muestreo, se realizará una observación preliminar con el fin de evidenciarla existencia y disponibilidad de hábitats heterogéneos apropiados que puedan albergar distintas comunidades ícticas: fondos pedregosos, fondos arenosos, fondos fangosos, dentro de troncos huecos sumergidos, macrófitas acuáticas (flotantes, ancladas, sumergidas, marginales) y vegetación ribereña o bosque inundado (CNA 2004). Cabe mencionar que en cada punto de muestreo se buscará llevar a cabo captura de peces mediante el uso de las diferentes técnicas:

- 1- Red de mano o nasa (35cm de diámetro y ojo de malla de 0,5 cm): se realizaron 20 barridos de 1 m por estación de muestreo (tramo de 100 m) con un número máximo de seis estaciones de muestreo por cuerpo de agua; siendo para el presente estudio todas las estaciones de muestreo de tipo lótico (Fotografía 2-14).
- 2- Atarraya (diámetro de 2,20m y ojo de malla de 3 cm): se ejecutaron 20 lances en 1 hora por estación de muestreo (tramo de 100m) con un número máximo de seis estaciones de muestreo por cuerpo de agua. Se debe tener en cuenta que la utilización de cada una de estas artes de pesca depende de las características de cada estación de muestreo, por ejemplo la existencia de zonas de remanso que sirven como refugio para algunas formas de vida o en general condiciones de caudal, radiación solar, tipo de lecho, entre otras (Maldonado-Ocampo et al., 2005); cabe resaltar que estas técnicas de captura de ictiofauna están enunciadas dentro del permiso de investigación y recolección de especies con fines de estudios ambientales otorgado por la ANLA.

Fotografía 2-14 Toma de muestras de peces (red de mano)



Fuente: C.I.M.A., 2016

2.3.2.3.5 Análisis de información

El análisis de las muestras obtenidas en campo, se realizó a través de la implementación de las metodologías del standard methods for the examination of water & wastewater, 22nd edition (2012), como se muestra en la.

Comunidad Hidrobiológica	Metodología
Plancton	SM 10200 F, G
Perifiton	SM 10300 C
Macroinvertebrados bentónicos	SM 10500 C
Peces	SM 10600 C

Fuente: APHA, 2005

El perifiton y las muestras de plancton se contaron mediante cámara Sedgewick Rafter de 1 mL de capacidad. La determinación taxonómica en cada una de las comunidades muestreadas se llevó a cabo mediante el uso de claves y guías de identificación taxonómica, con las cuales para la mayoría de los casos se identificó hasta género (Fotografía 4).

Para plancton y perifiton se realizó con base en claves taxonómicas, dibujos y descripciones como la de Edmondson (1959), Needham & Needham (1962), Bicudo & Bicudo (1970), Prescott (1970), Bourrelly (1972 y 1981), Pennak (1978), Parra et al. (1982), Anagnostidis & Komarek (1986, 1989), Lopretto & Tell (1995); para bentos se utilizó bibliografía especializada como: Mc Cafferty (1983), Roldán (1988; 2003), claves de la APHA (1992) y Cummins & Merrit (1996) e Integrated Taxonomic Information System (ITIS).

En el caso de la comunidad de peces la identificación se basa en características diagnósticas, tales como forma y posición de las aletas; características meristemáticas, tales como numero de espinas de una aleta o el número de escamas de una serie específica; la presencia de órganos distintivos, tales como barbillas, o la línea lateral y varias proporciones, tales como la relación de la longitud de la cabeza con respecto a la longitud

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

total de cuerpo; por otro lado se debe tener en cuenta que las características diagnósticas pueden variar con la edad, el sexo, el estado de desarrollo y en general con el medio que habita el organismo.

Los organismos que no puedan ser identificados deben ser sacrificados de acuerdo al protocolo enunciado dentro del permiso de investigación y recolección de especímenes con fines de estudios ambientales, posterior a ello serán enviados al laboratorio y de acuerdo con una serie de claves taxonómicas generar una identificación acertada; dentro de estas claves se encuentran: Lassoet al., 2004, Maldonado, 2005; entre otros. La corroboración y clasificación taxonómica se realizó por medio del servidor web ITIS (INTEGRATED TAXONOMY INFORMATION SYSTEM). Con los resultados obtenidos se generó el reporte de laboratorio H-053 (ver Anexo I).

2.3.2.3.6 Índices de diversidad y calidad del agua

Para establecer el estado de los cuerpos de agua se determinaron los índices de diversidad de Shannon, dominancia de Simpson y uniformidad de Pielou (Moreno, 2001), a partir de los valores de la riqueza y abundancia hidrobiológica del plancton, perifiton y bentos, utilizando el paquete estadístico PAST® versión 2.17 (2001).

El índice de diversidad se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

Donde p_i es la proporción real de individuos (n_i/N) de la especie i , mientras que s es igual al número total de especies observadas.

La Dominancia se calcula a partir de la siguiente relación:

$$D = 1 - \sum (n_i/n)^2$$

Donde se calcula la probabilidad de que al sacar dos (2) individuos de una comunidad, sean la misma especie.

El índice de uniformidad es inverso al predominio y se calcula con la ecuación:

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde H'_{\max} (= $\log s$) corresponde a la diversidad más alta posible, que se obtiene si todas las especies tuvieran la misma abundancia.

Los índices ecológicos que más se emplean son los basados en la teoría de la información (Shannon– Weaver 1949 En: Roldán, 1992). Otro índice calculado fue el de Pielou, que trabaja con base al índice de diversidad y mide la uniformidad de las especies en términos de riqueza y abundancia. Su valor va de cero a uno, de forma que uno corresponde a situaciones donde la riqueza y abundancia de todas las especies son iguales (Pinilla, 1998).

El índice de dominancia (D) sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies y puede presentar valores entre cero y uno. Entre 0,5 y uno sugieren la presencia de una o más especies dominantes en la comunidad, mientras que valores cercanos a cero indican que no hay predominio de una especie en particular, lo que indica un mejor estado del cuerpo de agua.

2.3.2.3.6.1 Análisis de clasificación de Bray-Curtis

El índice de Bray-Curtis se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n |X_{ij} - X_{ik}|}{\sum_{i=1}^n [X_{ij} + X_{ik}]}$$

Dónde, D es el Índice disimilitud de Bray-Curtis entre las muestras j y k

X_{ij} = número de individuos de la especie i en la muestra j

X_{ik} = número de individuos de la especie i en la muestra

Este índice Ignora los casos en las que especies son ausentes en ambas muestras (Moreno, 2001). Los valores de esta medida de disimilitud oscilan de 0 (especies similares) a 1 (especies no similares) y puede ser transformada como una medida de similitud, utilizando el complemento de Bray-Curtis ($1 - D$), entonces:

$$1 - D = S$$

Dónde, S= índice de similitud de Bray-Curtis

Este índice toma en cuenta tanto el número de especies como el número de individuos de cada especie presentes en una muestra, que al multiplicarlo por 100, se obtendrán valores porcentuales de similitud entre las muestras. Así, la distancia de similitud de Bray-Curtis está entre 0% si las muestras son disímiles y 100% si las muestras son totalmente idénticas (Legendre & Legendre, 1998).

2.3.2.3.6.2 Índice BMWP/Col

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) se estableció en Inglaterra en la década de los 70, debido a que este era un método rápido, confiable y económico para evaluar la calidad del agua mediante el uso de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. En este método solo se requiere la clasificación taxonómica de cada especie hasta el nivel de familia, y se basa en datos cualitativos de presencia y ausencia. El puntaje establecido va de 1 a 10 de acuerdo con el grado de sensibilidad de las familias a la contaminación, de este modo, las más sensibles tienen puntuaciones más altas (cercanas o iguales a 10) y las más tolerantes, valores más bajos (cercanas o iguales a 1); al final, la suma de los puntajes de todas las familias presentes en una muestra, dará como resultado el puntaje total BMWP (Tabla 2-24).

Tabla 2-24 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col

Clase	Puntuación	Calidad del agua	Color
I	>150- 101 -120	Aguas limpias	
II	61 - 100	Aguas medianamente contaminadas	
III	36 - 60	Aguas contaminadas	
IV	16 - 35	Aguas muy contaminadas	
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Roldan, 2008.

Los puntajes dados para las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos de acuerdo a su tolerancia son los siguientes (Tabla 2-25):

Tabla 2-25 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col

FAMILIAS	PUNTAJE
Perlidae, Oligoneuridae, Helicopsychidae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Lampiridae, Odontoceridae, Blepharoceridae, Psephenidae, Hidridae, Chordodidae, Lymnessidae, Polythoridae, Gomphidae.	10
Leptophlebiidae, Euthyplociidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Dytiscidae, Polycentropodidae, Hydrobiosidae, Gyrinidae.	9
Veliidae, Gerridae, Philopotamidae, Simulidae, Pleidae, Trichodactylidae, Saldidae, Lestidae. Pseudothelpusidae.	8
Baetidae, Calopterygidae, Glossossomatidae, Corixidae, Notonectidae, Leptohyphidae, Dixidae, Hyalellidae, Naucoridae, Scirtidae, Dryopidae, Psychodidae, Coenagrionidae, Planariidae, Hydroptilidae, Caenidae.	7
Ancylidae, Lutrochidae, Aeshnidae, Libellulidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnychidae, Nertidae, Pilidae, Megapodagrionidae, Corydalidae.	6
Hydropsychidae, Gelastocoridae, Belostomatidae, Nepidae, Pleucoridae, Tabanidae, Thiaridae, Pyralidae, Planorbidae.	5
Chrysomelidae, Mesovelidae, Stratiomidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae.	4
Hirudinea (Glossiphoniidae, Cyclobdellidae), Physidae, Hydrometridae, Hydrophilidae, Tipulidae, Ceratopogonidae.	3

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

FAMILIAS	PUNTAJE
Chironomidae, Culicidae, Muscidae.	2
Oligochaeta (Tubificidae).	1

Fuente: Álvarez (2006), modificado de Roldán (2003).

2.3.3 Medio Socioeconómico

2.3.3.1 Introducción

La presente metodología tiene por objetivo establecer las actividades a desarrollar durante la elaboración de los estudios ambientales de la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, Unidades Funcionales 1 y 3, del proyecto Autopista al Mar 1, con el fin de propiciar relaciones de comunicación y confianza entre la empresa y los grupos de interés del proyecto. Asimismo, pretende recolectar la información primaria y secundaria que aportará al procesamiento, análisis y elaboración del documento.

El desarrollo del estudio se enmarca en los Términos de Referencia M-M-INA-02 versión 2, para la construcción de carreteras y/o túneles y bajo los criterios del orden jurídico nacional e internacional; a saber el Art. 79 de la Constitución Política de Colombia, que promueve el derecho de todo ser humano a gozar de un ambiente sano y garantiza la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarla, así como lo establecido en la Convención de Río de Janeiro de 1992 y ratificada por el país mediante la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.

Por lo anterior, el documento describe el alcance, objetivos, etapas, logística, convocatorias, programación y ejecución de las reuniones y los instrumentos que soportarán el proceso informativo y participativo para dar respuesta a los lineamientos de participación del estudio.

En este sentido, la metodología para el componente socioeconómico y cultural se desarrollará en tres (3) ámbitos fundamentales; una fase de pre campo, una segunda etapa de campo, que incluye la convocatoria a los grupos de interés, conformados por las autoridades departamentales, autoridades municipales y comunidad de las unidades territoriales menores que conforman el área de influencia, el desarrollo de las reuniones, y una tercera fase, denominada post campo que incluye el procesamiento, análisis y elaboración del documento.

2.3.3.2 Objetivos

- Identificar las actividades preliminares, recursos y logística requerida para el desarrollo de los lineamientos de participación del proyecto Autopistas al Mar 1

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Establecer las estrategias de convocatoria a desarrollar durante la etapa de campo con los grupos de interés del proyecto, que faciliten la asistencia y participación de los mismos en el desarrollo del Estudio de Impacto Ambiental.
- Informar a los grupos de interés el alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental.
- Propiciar la participación de la comunidad en el desarrollo del taller de recolección de información primaria (elaboración mapa social, taller de identificación de impactos y ficha de caracterización rural o urbana).
- Consolidar la información recolectada durante el trabajo de campo, con el fin de aportar los insumos suficientes y necesarios para la elaboración del estudio.
- Informar los resultados de la caracterización del área de influencia, identificación de impactos y medidas de manejo a los grupos de interés con la finalidad de retroalimentar el estudio.

2.3.3.3 Alcance

Desarrollar de manera oportuna y eficaz los lineamientos de participación con los grupos de interés y las actividades de recolección de información primaria y secundaria, que contribuyan en la identificación y delimitación de las áreas de influencia, desarrollo de las etapas y actividades de participación de los grupos de interés, delimitación de instrumentos, recursos y tiempos de ejecución para la elaboración del estudio de impacto ambiental para la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, Unidades Funcionales 1 y 3 del proyecto Autopistas al Mar 1.

2.3.3.4 Marco Conceptual de la Metodología

El marco conceptual relaciona el conjunto de conceptos que se utilizarán a lo largo de la metodología, lo cuales permitirán un mayor entendimiento del documento, soportando su uso y aplicación.

2.3.3.4.1 Marco Conceptual General

- Área de influencia preliminar (AIP): Escenario preliminar propuesto para el desarrollo de las actividades de pre-campo y campo, el cual se ajusta de acuerdo con el reconocimiento del territorio y la identificación de impactos ambientales.
- Área de influencia (AI): Escenario territorial al interior del cual se manifiestan los impactos ambientales ocasionados por el desarrollo del proyecto, obra o actividad

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

sobre los medios biótico, abiótico y socioeconómico-cultural. Desde la perspectiva del medio social, comprende las áreas que por su ubicación, sensibilidad o importancia pueden verse afectadas de manera negativa o positiva ante la construcción y operación de un proyecto.

- Cronograma de actividades: Medio ilustrativo mediante el cual se identifican cada una de las actividades por ejecutar en las etapas de pre-campo, campo y post-campo, en relación con cada uno de los componentes temáticos. Las actividades identificadas deben estar asociadas a los objetivos, tiempos, equipos de trabajo, logística, instrumentos y productos. La información así enunciada constituye la síntesis informativa de cada etapa con respecto a cada componente temático.
- Etapa pre-campo: Período en el cual se identifican aquellos aspectos fundamentales que son base del estudio y con los que se determina el espacio en el cual se realizará la intervención, además de definir los instrumentos por aplicar y políticas corporativas en el área.
- Etapa de campo: Momento durante el cual se ejecutan labores de relacionamiento con los diferentes grupos de interés tales como, comunidades, sectores económicos e instituciones locales, municipales y regionales. Así como el reconocimiento del territorio y recopilación de información primaria y secundaria que contribuirá a la caracterización de los componentes biótico, abiótico y socioeconómico-cultural del estudio.
- Etapa post-campo: Período en el cual se procesa y valida la información recopilada en la etapa de campo, con el fin de elaborar los productos entregables de cada medio.
- Información primaria: Es aquella que los profesionales de las diferentes áreas recopilan directamente en campo a través de un contacto inmediato con su objeto de análisis. Dicho de otra manera, es la fuente documental que se considera material de primera mano; es decir materia prima que se tiene al realizar un determinado trabajo.
- Información secundaria: Es aquella que los profesionales de las diferentes áreas recopilan a partir de investigaciones y/o estudios ya realizados por otros investigadores con propósitos diferentes. Una fuente secundaria contrasta con una primaria en que la primera es normalmente un comentario o análisis de la segunda.
- Instrumentos metodológicos: Corresponde al conjunto de ayudas documentales para la recopilación o suministro de información, las cuales pueden estar puntualizadas en formato de oficios, presentaciones, instrumentos de recolección de información (fichas, encuestas y entrevistas), entre otros.
- Lineamientos corporativos: Conjunto de normas o procedimientos empresariales que regulan las actividades de la empresa en sus diversos ámbitos administrativos,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

técnicos y operativos, en desarrollo de sus actividades y su interacción con el medio ambiente, la sociedad y sus grupos de interés.

- Metodología de campo: Procedimiento que indica la secuencia de actividades por desarrollar en un proceso de interacción con el medio correspondiente en campo, el cual está dirigido a ilustrar los pasos del relacionamiento con los grupos de interés identificados y el proceso de recolección de información en el área de estudio.
- Plan de Gestión Social (PGS): Instrumento de planificación socio-ambiental que contiene el conjunto detallado de las medidas de manejo sociales, orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos sociales identificados, que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad. Incluye los programas sociales, proyectos, fichas y actividades que forman parte de la estructura del EIA.
- Recursos logísticos: Conjunto de elementos que resultan indispensables para la realización de las actividades asociadas al desarrollo del estudio ambiental. Pueden hacer parte de los recursos logísticos computadores, video-beam, tableros, vehículos, refrigerios, almuerzos, material didáctico, papelería, muebles y demás instrumentos dirigidos a facilitar una actividad determinada. En un proceso de planificación resulta conveniente identificarlos con respecto a unas actividades y cantidades correspondientes.
- Taller de identificación de impactos y medidas de manejo: Espacio de interacción y participación con un grupo de interés específico, en el cual se utilizan instrumentos de recolección de información, los cuales persiguen identificar los impactos generados por las actividades de construcción, operación y mantenimiento de un proyecto, obra o actividad, teniendo como premisa principal que debe realizarse una descripción detallada y clara de las actividades y etapas previstas por el proyecto con el fin de permitir a los participantes comprender y analizar los impactos que se pueden generar y así mismo identificar las medidas que permitan su prevención, control o mitigación.
- Términos de referencia: Son los lineamientos generales que prescribe la autoridad ambiental competente, los cuales deben aplicarse en la elaboración de los estudios ambientales dirigidos a la obtención de permisos o licencias ambientales en desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

2.3.3.4.2 Marco Conceptual del Medio Socioeconómico y Cultural

A continuación se definen algunos conceptos fundamentales para el entendimiento tanto de la metodología del medio socioeconómico y cultural, así como de los procesos asociados al proyecto.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

- Entidad territorial: Persona jurídica, de derecho público, que compone la división político-administrativa del Estado, gozando de autonomía en la gestión de sus intereses. Son entidades territoriales los departamentos, municipios, distritos y los territorios indígenas y eventualmente, las regiones y provincias.
- Etapa de acercamiento a grupos de interés: Contacto inicial con las autoridades municipales y líderes de las unidades territoriales identificadas preliminarmente en el área de estudio, en la que se brinda información inicial sobre el estudio e intervención por realizar y se recolecta información de los contactos esenciales para el desarrollo de las actividades (Directorio). Para el caso de las autoridades locales durante esta etapa se realiza la radicación de oficio de presentación y solicitud de información secundaria, según el caso.
- Etapa de convocatoria a grupos de interés: Momento durante el cual se concertó el sitio, fecha y hora para el desarrollo de las reuniones de socialización y demás espacios de participación con los grupos de interés de un determinado proyecto, obra o actividad.
- Estrategia de relacionamiento: Conjunto de actividades que se desarrollarán en ejercicio del acercamiento e interacción con los grupos de interés identificados en el área de estudio.
- Grupos de interés: Se entiende por grupo de interés cualquier individuo o grupo (interno o externo a la organización) que pueda afectar o ser afectado por las políticas, objetivos, decisiones y acciones de la empresa.
- Lineamientos de participación: Proceso de información y participación desarrollada con las comunidades del área de influencia de un proyecto obra o actividad durante el cual se presentan los aspectos técnicos, ambientales y sociales de las actividades a desarrollar y se identifican los impactos y las medidas de manejo para las diferentes etapas del proyecto.
- Observación directa: Técnica de recolección de información in situ (en el lugar), mediante la cual se realiza lectura de los escenarios observados, complementada por la aplicación de instrumentos de recolección de información, con base en los cuales se obtienen datos relevantes de una realidad abiótica, biótica y socioeconómica - cultural que se pretende documentar.
- Proceso de información: Con base en el derecho que tienen las comunidades de ser informadas respecto de cualquier proceso e intervención que se lleve a cabo en su territorio, los procesos de socialización buscan ofrecer a los diferentes grupos de interés de un proyecto específico, la información actualizada y veraz sobre el proyecto, obra o actividad que se realizará el área, así como la manera de participar e interrelacionarse con las empresas que harán presencia en la zona.

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- Unidad territorial: Delimitación del territorio que constituye una unidad de análisis seleccionada, dependiendo del nivel de detalle con el que se requiera la información. Esta unidad se aplica para la definición del área de influencia de los componentes del medio socioeconómico y cultural, la cual presenta características relativamente homogéneas que la diferencian de las demás y puede o no coincidir con la división político-administrativa de los entes territoriales reconocidos legalmente.

2.3.3.5 Marco Legal

A continuación en la Tabla 2-26 se relaciona el marco normativo que respalda el desarrollo del estudio de impacto ambiental para el proyecto Autopistas al Mar 1.

Tabla 2-26 Marco Normativo

Legislación	Asunto
Constitución Política de Colombia	Actual carta magna de la República de Colombia.
Ley 89 de 1890	Para comunidades indígenas (Cabildos Indígenas)
Ley 163 de 1959	Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
Ley 45 de 1983	Por medio de la cual se aprueba la "Convención para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural".
Ley 21 de 1991	Por medio de la cual se aprueba el Convenio número 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.
Ley 70 de 1993	Por la cual se desarrolla el artículo transitorio 55 de la Constitución Política. Comunidades negras (Consejos Comunitarios).
Ley 99 de 1993	Por el cual se crea el Ministerio de Medio Ambiente y se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación el medio ambiente y los recursos naturales renovables.
Ley 134 de 1994	Por la cual se dictan normas sobre mecanismos de participación ciudadana.
Ley 152 de 1994	Ley Orgánica del Plan de Desarrollo- Ley de planeación participativa.
Ley 1397 de 1997	Por la cual se desarrollan los artículos 70, 71 y 72 y demás artículos concordantes de la Constitución Política y se dictan normas sobre patrimonio cultural, fomentos y estímulos a la cultura, se crea el Ministerio de la Cultura y se trasladan algunas dependencias".
Ley 472 de 1998	Sobre el ejercicio de las acciones populares y de grupos.
Ley 850 de 2003	Por medio de la cual se reglamentan las veedurías ciudadanas.
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.
Decreto 264 de 1963	Por el cual se reglamenta la Ley 163 de 1959 sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.
Decreto 2164 de 1995	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIV de la Ley 160 de 1994 en lo relacionado con la dotación y titulación de tierras a las comunidades indígenas para la constitución, reestructuración, ampliación y

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Legislación	Asunto
	saneamiento de los resguardos indígenas en el territorio nacional.
Decreto 1777 de 1996,	Por el cual se reglamenta parcialmente el Capítulo XIII de la Ley 160 de 1994, en lo relativo a las zonas de reserva campesina.
Decreto 1996 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.
Decreto 3770 de 2008	Por el cual se reglamentan parcialmente las Leyes 814 de 2003 y 397 de 1997 modificada por medio de la Ley 1185 de 2008, en lo correspondiente al Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material.
Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 0751 de 2015	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para los proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos y se toman otras determinaciones - Términos de Referencia M-M-INA-02 versión 2.
Decreto 3573 de 2011	Por el cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA– y se dictan otras disposiciones.
Decreto 330 de 2007	Por el cual se reglamentan las audiencias públicas ambientales y se deroga el Decreto 2762 de 2005.
Resolución 1503 de 2010	Por la cual se adopta la metodología general para la presentación de estudios ambientales y se adoptan otras determinaciones.

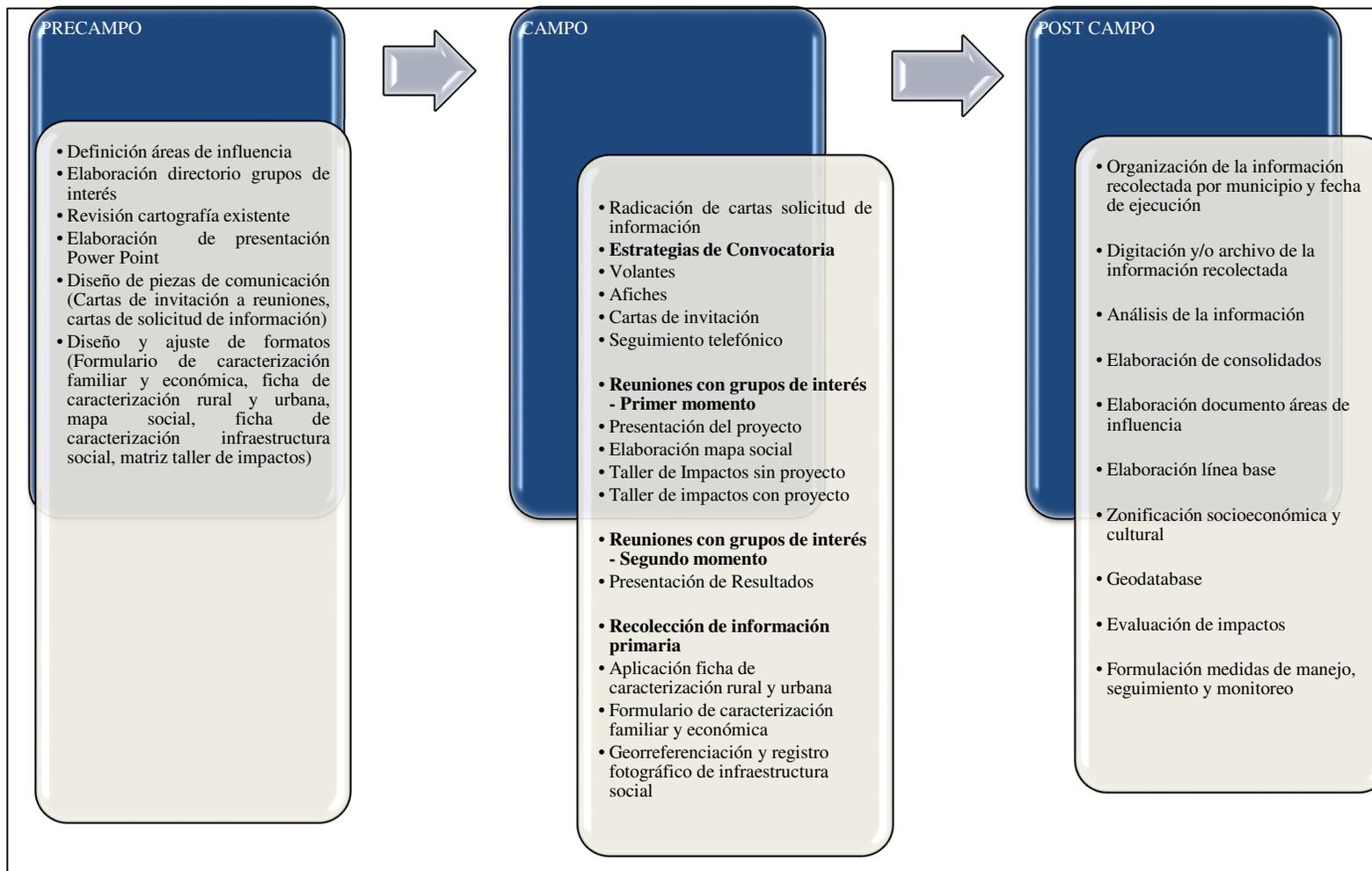
Fuente: Verificación fuentes secundarias Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6 Desarrollo de la Metodología

Con el objeto de desarrollar de manera eficiente y eficaz el componente socioeconómico y cultural para la elaboración del estudio de impacto ambiental de la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, unidades funcionales 1 y 3 del proyecto Autopistas al Mar 1, a continuación se presenta el enfoque propuesto que permita vislumbrar las técnicas, estrategias, instrumentos y los procedimientos a desarrollados en cada una de las etapas contempladas: pre-campo, campo y post-campo.

A continuación en la Figura 2-20 se evidencian las etapas del proceso metodológico.

Figura 2-20 Estructura del proceso metodológico



	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.3.3.6.1 Etapa de Pre Campo

2.3.3.6.1.1 Objetivos

- Establecer el enfoque metodológico que se implementará para el desarrollo del componente socioeconómico y cultural enmarcado en el estudio de impacto ambiental
- Definir el área de influencia preliminar, es decir, los municipios, entidades territoriales e información predial sobre población a reasentar ubicada a lado y lado del proyecto Autopista al Mar-1, para la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, unidades funcionales 1 y 3.
- Identificar los grupos de interés que se localizan en el área de influencia
- Planear las actividades previas al relacionamiento con los grupos de interés.
- Determinar los canales de comunicación, estrategias de divulgación y relacionamiento con los grupos de interés, previo al desarrollo de las actividades de campo con el fin de propiciar un escenario social favorable en la elaboración del estudio de impacto ambiental

2.3.3.6.1.2 Actividades

Las actividades planeadas en la etapa de pre campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados, previo al relacionamiento con los grupos de interés (autoridades departamentales, municipales y líderes comunitarios), las cuales se describen a continuación:

1. Definición del área de estudio preliminar a partir de la revisión de la cartografía IGAC, la cual se corroboró con la cartografía oficial de cada una de las entidades territoriales del área de influencia (EOT, POT y PBOT). Ver Anexo K-2. Figura área de influencia social.
2. Solicitud y obtención de certificados y/o licencias. Se adelantó la consulta ante el Ministerio del Interior frente a la existencia de comunidades étnicas en el área de influencia del proyecto. Por otro lado, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, se deberá adelantar la gestión correspondiente para solicitar y obtener la autorización de intervención arqueológica ante el Instituto Colombiano de Arqueología e Historia – ICANH, mediante la cual se avale la propuesta de prospección arqueológica para el proyecto. Ver Anexo K-1. Certificados Ministerio del Interior.
3. Revisión documental a partir de la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura en relación al objeto del estudio.
4. Presentación del proyecto y solicitud de información secundaria: Se requerirá información de instituciones como IGAC, Alcaldías Municipales, Gobernación de

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Antioquia, ICANH, entre otros. Lo anterior, para recolectar y organizar información social y ambiental de los territorios relacionados con el proyecto.

5. Diseño y validación de herramientas de comunicación, esta actividad incluyó la elaboración y aprobación de todos los documentos, instrumentos de recolección de información, formatos de registro y piezas de comunicación empleados en la etapa de campo.

Los documentos o piezas de comunicación utilizados en el proceso de información y participación, son los siguientes:

- ✓ Cartas de presentación, solicitud de información secundaria e invitación a los grupos de interés: A través de las cuales se informó el alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental, se solicitó información secundaria de importancia para el EIA a los entes territoriales y entidades correspondientes.
- ✓ Volantes de invitación a reunión: Esta pieza de comunicación contenía el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- ✓ Registro de entrega de piezas comunicacionales: Este soporte incluyó la información del departamento, municipio, vereda, fecha de entrega, nombre de la persona que recibió la información y firma, número telefónico e información que recibe.
- ✓ Afiches de invitación a reunión: Describe el alcance del estudio, los responsables del mismo, objeto de la reunión, lugar, fecha y hora del encuentro; asimismo, la información de contacto.
- ✓ Presentaciones en Power Point: Se elaboraron dos presentaciones, a saber:
 - La presentación del primer momento incluyó objetivo de la reunión, empresa responsable del proyecto, descripción y localización del proyecto, alcance y actividades del estudio de impacto ambiental, levantamiento de mapas sociales, metodología y ejecución del taller de identificación de impactos y medidas de manejo y plenaria.
 - La presentación empleada durante el segundo momento, tuvo como finalidad dar a conocer a los grupos de interés los resultados del EIA y su retroalimentación. Para ello contenía: el objetivo de la reunión, la descripción y ubicación del proyecto, los resultados de la caracterización del área de influencia, impactos identificados y medidas de manejo planteadas y espacio para intervención de los grupos de interés.

Los instrumentos de recolección de información primaria a utilizar durante la etapa de campo son los siguientes:

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

- ✓ Con apoyo de la PDA se adelantó la georreferenciación de áreas de interés social para el proyecto y el registro fotográfico correspondiente.
 - ✓ Ficha de caracterización rural y urbana: Mediante esta herramienta, se identificaron los aspectos relevantes demográficos, históricos, espaciales, económicos, políticos, organizativos y culturales de cada una de las unidades territoriales del área de influencia.
 - ✓ Diligenciamiento de la ficha cultural: esta buscó obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros). Adicionalmente, se indagará sobre las manifestaciones materiales e inmateriales
 - ✓ Formulario de caracterización familiar y formulario de inventario predial social: Se diligenciaron los formularios de caracterización familiar y formulario de inventario predial social, diseñados por el consultor. Con dichos formularios se caracterizaron las unidades sociales familiares y productivas con posibilidad a ser reasentadas, así como sus características socioeconómicas.
 - ✓ Planos cartográficos de las unidades territoriales – Mapas sociales: Tuvo como finalidad que la comunidad (informantes conocedores de su comunidad) hicieran una representación gráfica del territorio local. Este refleja los aspectos más relevantes del territorio local, como áreas de equipamiento social, espacios urbanos, vías de comunicación, límites veredales, infraestructura productiva; fuentes hídricas, cultivos, sitios de interés comunitario, zonas naturales y de reserva, zonas en riesgo, entre otras.
 - ✓ Matriz de identificación de impactos y medidas de manejo: Se prepararon cuatro tipos de matrices, una para las actividades antrópicas o escenario sin proyecto, otra para las actividades de pre construcción, las actividades de construcción y una cuarta matriz para la etapa de operación y desmantelamiento, en las cuales se identificaron los impactos que la comunidad considero se pueden presentar en el desarrollo del proyecto.
 - ✓ Formatos de memoria de reunión y listado de asistencia: Utilizados como memoria y registro de información relevante del área de influencia, recomendaciones y/o percepciones de los grupos de interés frente al proyecto.
6. Directorio de Grupos de interés, en este instrumento se registró la información que permitió ubicar y establecer contacto con el grupo de interés. Incluye, nombre,

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

teléfono, correo electrónico, dirección, entre otros. Se involucrarán los siguientes grupos de interés:

- Autoridades departamentales y corporaciones autónomas regionales, para este caso Corantioquia y Gobernación de Antioquia.
 - Autoridades Municipales (alcaldes y secretarios de gobierno y planeación) y autoridades de control (personerías municipales), municipios Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.
 - Presidentes de asociaciones de Juntas de Acción Comunal de los municipios del área de influencia del proyecto.
 - Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores y de comunidades étnicas presentes en el área de influencia del proyecto.
7. Previo a la salida de campo se elaboró la cartografía con la ubicación de las unidades territoriales (vereda, inspección, corregimiento, municipio).
 8. Concertación de cronograma de actividades para la recolección de información y reuniones informativas con grupos de interés (Autoridades departamentales, autoridades municipales y Presidentes de JAC) en el área de influencia preliminar, donde se fijaron las fechas, horarios y lugares para su desarrollo; para ello se estableció comunicación telefónica con los representantes de cada entidad y comunidad. Durante esta etapa se realizó un primer acercamiento con los líderes comunitarios de manera telefónica, donde se informó el alcance del estudio, los responsables del mismo, el objetivo del encuentro y se establecieron las fechas para efectuar esta actividad.
 9. Preparación talleres de actualización de impactos y medidas de manejo dirigidos a las comunidades y autoridades municipales del área de influencia del sistema.
 10. Capacitación Equipo Social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización predial, rural y urbana de Consultoría Colombiana S.A, esta actividad se adelantó en una sesión y se dirigió a los profesionales del componente socioeconómico y cultural. De esta manera se unificaron criterios y conceptos que facilitaron la aplicación de los instrumentos de recolección de información.

2.3.3.6.1.3 Cronograma de actividades

A continuación se presenta el cronograma de las actividades desarrolladas durante la elaboración del estudio de impacto ambiental. En la Tabla 2-27 se relacionan las actividades, los responsables y tiempos estimados.

Tabla 2-27 Recursos para el desarrollo de las actividades pre campo

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana						
				1	2	3	4	5	6	
1	Definición del área de influencia preliminar	Profesionales Sociales Concol S.A.	1							
2	Revisión documental existente	Profesionales Sociales Concol S.A.	3							
3	Elaboración de directorio de Grupos de Interés ubicados en el área de estudio preliminar	Profesionales Sociales Concol S.A.	5							
4	Diseño y validación de oficios de solicitud de información secundaria y convocatoria a reuniones de información del estudio con Autoridades Departamentales, Municipales y comunidad	Profesionales Sociales Concol S.A.	2							
5	Agendamiento de reuniones informativas y talleres de recolección de información primaria (cronograma de reuniones)	Profesionales Sociales Concol S.A.	2							
6	Preparación talleres de actualización de impactos	Profesionales Sociales Concol S.A.	3							
7	Elaboración línea base (municipal)	Profesionales Sociales Concol S.A.	15							
8	Capacitación al equipo social para el diligenciamiento de las ficha de caracterización rural y urbana, elaboración mapa social, formulario de caracterización familiar y formulario de caracterización económica.	Profesionales Sociales Concol S.A.	2							
9	Reunión equipo social Consorcio y ANI para la concertación de agendas y presentación de la metodología de recolección de información primaria y secundaria	Profesionales Sociales Concol S.A.-Consorcio-ANI	1							
10	Simulacro de presentación del estudio y taller de recolección de información primaria	Profesionales Sociales Concol S.A.	1							

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6.1.4 Recursos

A continuación en la Tabla 2-28 se relacionan los recursos físicos y humanos requeridos para desarrollar las actividades planeadas en esta etapa.

Tabla 2-28. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades pre campo

Recursos	Descripción
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Oficios de invitación a reuniones - Oficios de solicitud de información - Presentaciones del estudio a las autoridades departamentales, municipales y comunidad - Camionetas doble cabina para transporte del personal

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 2-28. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades pre campo

Recursos	Descripción
	<ul style="list-style-type: none"> - Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar - Instalaciones de las autoridades departamentales y municipales del área de influencia preliminar - Lineamientos de la guía ambiental para proyectos de infraestructura - Términos de referencia M-M-INA-02
Humanos	<ul style="list-style-type: none"> - Dos (2) Profesionales Sociales de Consultoría Colombiana S.A.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6.2 Etapa DE Campo

2.3.3.6.2.1 Objetivos

- Recopilar información primaria y secundaria a través de los entes departamentales y municipales, líderes comunitarios, propietarios/encargados de predios y demás grupos de interés.
- Informar a las autoridades departamentales, municipales y grupos focales del área de influencia directa sobre el alcance del proyecto y las actividades a desarrollar en el estudio de impacto ambiental.
- Aplicar oportunamente las herramientas e instrumentos planteados (observación participativa, entrevistas semi estructuradas a partir de la ficha de caracterización rural, ficha de caracterización urbana, formulario de caracterización unidad social familiar y económica, mapa social, matriz de impactos y medidas de manejo, entre otras), para el logro de los objetivos anteriormente mencionados.

2.3.3.6.2.2 Actividades

Las actividades planeadas en la etapa de campo correspondieron al conjunto de procedimientos y aplicación de técnicas, herramientas e instrumentos propuestos en el desarrollo del componente socioeconómico enmarcado en el proyecto Autopista al Mar 1, para la construcción de la segunda calzada entre el Túnel de Occidente y San Jerónimo, Unidades Funcionales 1 y 3.

1. Acercamiento con grupos de interés y entrega de oficios de convocatoria a reuniones: Durante esta etapa se realizó la entrega de oficios de invitación a las reuniones con la comunidad y autoridades municipales y regionales. De igual manera, se identificaron nuevos grupos de interés.

A continuación, en la Tabla 2-29 se ilustra el esquema de convocatoria que se realizó con los grupos de interés:

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	 Devimar	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL		
	VERSIÓN 0.1		

Tabla 2-29. Esquema de convocatoria a grupos de interés

Grupo de interés	Estrategia de convocatoria
Autoridades Municipales y Departamentales	Radicación de oficio de convocatoria a la reunión una vez concertada la fecha y la hora de la reunión, de acuerdo a la disponibilidad de los funcionarios de los entes departamentales y municipales. Para autoridades departamentales se convocó al Director de la entidad y a los Directores de Planeación de cada entidad. En el caso de autoridades municipales, se convocó a los alcaldes, secretarios de gobierno y planeación y personerías municipales.
	Se realizó comunicación y/o seguimiento telefónico y en algunos casos se envió correo electrónico a los funcionarios para garantizar la asistencia a la reunión
Comunidades y Organizaciones	En comunicación personal o telefónica se informó el alcance del estudio y se programó la fecha, hora y lugar de la reunión.
	Posteriormente, se hizo entrega de la carta de invitación a los representantes de las JAC, en la que se invitó a participar de la reunión en compañía de toda la comunidad de la unidad territorial, para dar a conocer el proyecto. Durante el encuentro con los representantes comunitario se requirió el apoyo para la entrega de volantes de invitación a los habitantes de la comunidad.
	Se instalaron carteleras informativas donde se dio a conocer el lugar la fecha y la hora de la reunión, fueron ubicadas en lugares visibles y de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.
	Se dejaron volantes de invitación a la reunión en lugares de alta afluencia de la comunidad para recordar el evento.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Recolección de información secundaria en las entidades departamentales y municipales. Dicha información fue suministrada en la oficina del SISBEN, Secretaria de Planeación, Personería, Unidad de Desarrollo Agropecuario y Ambiental, Empresa de Servicios Públicos, entre otras.

- Levantamiento de formularios de caracterización familiar y formulario de inventario predial social: Se diligenciaron los formularios de caracterización unidad social familiar y productiva, esta actividad se realizó en los predios identificados por el área predial, cuyas características de vulnerabilidad podían determinar posible reasentamiento.

Para la recolección de dicha información se empleó la técnica de observación participativa, la cual busca acercarse al contexto cotidiano del área de influencia directa del proyecto, el Profesional Social realizó la georreferenciación y toma de registro fotográfico de las unidades sociales familiares y económicas en los predios localizados dentro del área de influencia directa, seleccionados previamente por gestión predial.

- Realización de reuniones/talleres

Reuniones con autoridades departamentales y municipales: Se realizaron dos reuniones con cada una de las entidades. Durante el primer encuentro la agenda a desarrollada fue la

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

siguiente:

1. Objetivo de la reunión
2. Presentación de los asistentes
3. Ventajas y beneficios de la Concesión
4. Alcance del proyecto
5. Cronograma
6. Actividades a desarrollar en el estudio (Gestión Social, Ambiental y predial- Plan de Manejo de Tráfico)
7. Desarrollo del taller:
 - Identificación de impactos y medidas de manejo
 - Elaboración cartografía social
8. Plenaria de resultados-inquietudes de los asistentes
9. Información oficina atención al ciudadano
10. Lectura del acta de reunión

Para estas reuniones se diseñó una presentación en power point que facilitó la presentación del estudio a los grupos de interés. En total se realizaron cinco (5) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales que hacen parte del área de influencia.

Durante el segundo encuentro se presentaron los resultados del estudio, en procura de garantizar la retroalimentación de los grupos de interés. En total se realizaron cinco (5) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales que hacen parte del área de influencia.

Reuniones con comunidad: Se realizaron dos reuniones con las unidades territoriales del área de influencia. En el primer encuentro se presentó el proyecto y el alcance del estudio y se recolectó la información primaria de las características socioeconómicas y culturales del área.

La agenda a desarrollar durante las reuniones fue la siguiente:

1. Presentación de las entidades participantes
2. Objetivo de la reunión
3. Generalidades del proyecto
4. Resultados del estudio de impacto ambiental
 - 4.1. Caracterización del área de influencia
 - 4.2. Identificación de impactos y medidas de manejo
5. Preguntas y comentarios

Las técnicas e instrumentos de recopilación de información en el encuentro se relacionan a continuación:

Mapa social: durante el encuentro con los líderes comunitarios se elaboró la cartografía

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

social, con este instrumento la comunidad dibujó la unidad territorial sobre cartografía base de acuerdo con la división política administrativa establecida en la cartografía oficial, para lo cual se entregó un listado de la información a plasmar en el croquis.

Por medio de esta técnica los líderes comunitarios a partir de un dibujo de la vereda, el barrio o la inspección, identificaron su territorio, límites, infraestructura social, cultural, económica, productiva, entre otras. Lo anterior posibilitó establecer la relación entre la comunidad y su entorno y la percepción de los pobladores frente a la distribución y manejo del territorio en relación con el desarrollo del proyecto.

Matriz de identificación de impactos y medidas ambientales: tuvo como objeto la actualización por parte de la comunidad de los impactos y medidas que se pueden generar por el proyecto. De esta manera, se analizaron los distintos impactos que el proyecto puede traer a la comunidad y su unidad territorial. Para ello se organizaron 4 grupos de trabajo, actividades antrópicas o escenario sin proyecto, etapa de pre construcción, etapa de construcción y etapa de operación y mantenimiento. Para ellos se hará entrega de un formato en el cual los participantes escribieron a lado de cada actividad el impacto que consideran puede traer a la comunidad el proyecto.

En concordancia con lo anterior, la agenda propuesta para el desarrollo del relacionamiento con la comunidad se presenta en la Tabla 2-30, donde se describe cada actividad con los instrumentos, materiales y el tiempo estimado.

Tabla 2-30. Agenda encuentro con grupos focales

Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos y materiales	Tiempo Estimado
1. Objetivo de la reunión	Presentación del objetivo del encuentro	- Presentación en Power Point	3 min
2. Presentación de los asistentes	Presentación de los asistentes por parte de los grupos de interés y de los profesionales presentes de	- Presentación en Power Point - Memoria de reunión y planilla de asistencia	15 min
3. Presentación del alcance del proyecto y del estudio de impacto ambiental	Exposición de las actividades a desarrollar para el Estudio y generación del espacio de participación para escuchar y aclarar las inquietudes de los asistentes	- Presentación en Power Point físico y digital - Computador - Video Beam - Planos impresos	30 min
4. Refrigerio	Momento para compartir el refrigerio e interactuar con la comunidad de manera informal	- Refrigerio proporcionado por Consultoría Colombiana S.A.	15 min

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos y materiales	Tiempo Estimado
5. Elaboración del mapa social	-Se dibujará por parte del grupo focal lo siguiente: -Asentamientos Humanos -Infraestructura Social -Actividad Productiva -Bienes de interés cultural -Sitios de importancia o interés natural -Sitios de interés o importancia económica y recreativo -Sitios de interés o importancia histórica y cultural	- Imagen impresa de la unidad territorial con la cartografía oficial de la división político administrativa -Marcadores de colores -Lápices -Tijeras -Pegante	45 min
6. Taller de impactos y medidas de manejo	Actualización por parte de la comunidad de los posibles impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto.	- Matriz de actualización de impactos, etapas de construcción, operación y mantenimiento y matriz con las actividades antrópicas o escenario sin proyecto.	90 min
7. Preguntas e inquietudes	Se da un espacio para que los integrantes del grupo focal presenten las inquietudes, sugerencias y comentarios sobre el desarrollo de las actividades del proyecto y del estudio	-Acta de reunión	20 min
8. Agradecimientos	En este espacio se agradecerá a la comunidad por su asistencia y participación en la convocatoria	N/A	2 min
Tiempo Estimado			3.6 horas

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

Para las reuniones con comunidad del segundo momento, se presentaron los resultados del estudio, con el ánimo de lograr su retroalimentación al respecto.

En dichas reuniones, se utilizó la presentación en power point planteada para ella, mediante la que se dio a conocer la información relacionada con:

- ✓ Contextualización del proyecto, área de influencia y empresas responsables
- ✓ Resultados del EIA: Características socio ambientales del área de influencia, Evaluación de impactos y medidas de manejo planteadas para cada uno de los componentes.
- ✓ Ejecución de momento para plenaria – intervención de los grupos de interés.

Del desarrollo de las reuniones llevadas a cabo con los grupos de interés del proyecto, se soportan los siguientes registros:

- ✓ Registros de asistencia
- ✓ Acta de reunión
- ✓ Registro fotográfico y/o filmico
- ✓ Registro de matrices de identificación de impactos y medidas de manejo
- ✓ Mapas sociales

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

4. Diligenciamiento de la ficha de caracterización rural o urbana, georreferenciación y registro fotográfico de infraestructura socioeconómica y cultural: este instrumento recopiló información relacionada con la estructura territorial, historia de las veredas, inspecciones o barrios del AID, características de población, servicios sociales, infraestructura socioeconómica, actividades agropecuarias, tenencia de la tierra, entre otras. Esta actividad se desarrolló durante un lapso de tiempo de 3 horas aproximadamente, fue programada con antelación y contó con la participación de los líderes comunitarios.
5. Diligenciamiento de la ficha cultural: esta busco obtener información cualitativa que diera cuenta del contexto cultural local principalmente sobre los aspectos relacionados con los hitos históricos, creencias y costumbres (cohesión y pertenencia geográfica), relación naturaleza-cultura y manifestaciones de la anterior relación en el espacio geográfico (uso local de fauna y flora, patrones de asentamiento y sentido proteccionista, entre otros). Adicionalmente, se indagó sobre las manifestaciones materiales e inmateriales de los grupos de interés del área de influencia.

2.3.3.6.2.3 Cronograma de actividades

A continuación, en la Tabla 2-31 se presenta el cronograma de actividades realizado para el componente socioeconómico en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempo estimado para cada una de las actividades.

Tabla 2-31. Cronograma de actividades etapa de campo

N°	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana					
				1	2	3	4	5	6
Acercamiento Inicial									
1	Reconocimiento del territorio, Identificación de grupos de interés, convocatorias reuniones con la comunidad (18 veredas), con autoridades municipales (3 Alcaldías) y con autoridades regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	2						
2	Recolección de información secundaria	2 Profesionales Sociales	1						
Reuniones de información y caracterización del territorio									
3	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corantioquia y Gobernación de Antioquia).	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	2						
4	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	2						
5	Reuniones informativas y de caracterización del territorio con comunidad (18 unidades territoriales).	2 Profesionales Sociales - 2 Profesionales Ambientales	5						

N°	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana					
				1	2	3	4	5	6
6	Levantamiento de fichas veredales y georreferenciación (18 unidades territoriales).	2 Profesionales Sociales	5						
7	Levantamiento de fichas prediales y georreferenciación, predios identificados previamente por gestión predial.	2 Profesionales Sociales	5						
Reuniones de presentación de resultados -EIA									
9	Convocatorias reuniones con la comunidad (18 veredas), con autoridades municipales (3 Alcaldías) y con Autoridades Regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	3						
10	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corantioquia y Gobernación de Antioquia).	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1						
11	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Medellín, Ebéjico y San Jerónimo.	1 Profesional Social- 2 Profesionales Ambientales	2						
12	Reuniones con comunidad (18 unidades territoriales)	3 Profesionales Sociales - 3 Profesionales Ambientales	7						
Total: 6 semanas (41 días aprox)									

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6.2.4 Recursos

A continuación en la Tabla 2-32 se relacionan los recursos físicos y el recurso humano requerido para las actividades planeadas en la etapa de campo.

Tabla 2-32. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de campo

Recursos	Descripción
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> - Actas de reunión - Camionetas doble cabina para transporte del personal - Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar - Instalaciones de las alcaldías municipales del área de estudio preliminar - Solicitud de información a través de correspondencia establecida en la etapa de pre campo - Fichas de caracterización rural y urbana - Formularios de caracterización familiar y económica - Periódico para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes - Marcadores de colores para elaboración de cartografías sociales/mapas parlantes - Refrigerio para ser proporcionado en los encuentros con las comunidades - Equipos electrónicos que permitan el registro de información audio visual (Cámara fotográfica y filmadora) - Computador personal que contenga las ayudas digitales que se presentarán a las autoridades municipales, líderes comunitarios y demás grupos de interés. - Video Beam - Equipos de georeferenciación (GPS´s y PDA´s) - Equipos de Protección Personal (EPP) para el equipo de profesionales de campo

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Tabla 2-32. Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de campo

Recursos	Descripción
Humano	Profesionales Sociales y Ambientales de Consultoría Colombiana S.A Profesionales sociales, técnicos y ambientales del Consorcio Sociedad Desarrollo Vial al Mar S.A.S – Devimar- y la ANI.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6.3 Etapa Post Campo

2.3.3.6.3.1 Objetivos

- Sistematizar, organizar y analizar la información recopilada en la etapa de campo, con el fin de elaborar el documento Capítulo 5.3 de la línea base de información, en cuanto a los lineamientos de participación y socialización con las comunidades y las dimensiones demográfica, espacial, económica, cultural, político organizativa y tendencias del desarrollo.
- Determinar las áreas de influencia del componente socio económico y cultural teniendo en cuenta cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural, y evaluación de impactos que se pueden generar durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Realizar la zonificación ambiental de acuerdo a la evaluación de impactos desde el componente socioeconómico y cultural.
- Efectuar el taller de actualización de impactos con el equipo de trabajo de Consultoría Colombiana S.A. empleando como soporte los talleres de actualización de impactos trabajados con la participación de la comunidad y lo evidenciado durante el trabajo de campo.
- Elaborar las medidas de manejo sociales (fichas): estrategias, programas y propuestas orientados a la prevención, protección, mitigación o compensación de los impactos que se pueden generar por desarrollo del proyecto, de acuerdo con los lineamientos establecidos en la guía ambiental para proyectos de infraestructura y la evaluación de impactos ambientales.
- Elaboración de las fichas de monitoreo y seguimiento social, de acuerdo con las medidas de manejo sociales como objetivos, metas, actividades, responsable e indicadores entre otros que garanticen el cumplimiento de las medidas de manejo social.
- Elaborar la cartografía para el componente socioeconómico y cultural del proyecto, identificando las unidades territoriales del área de influencia, la infraestructura socioeconómica y cultural del área, a partir de los meta datos y la geodata base.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

- Realizar los ajustes solicitados ante la revisión del documento por parte del grupo asegurador del Consorcio Sociedad Desarrollo Vial al Mar S.A.S –Devimar- y la ANI, para así proceder a la validación del documento.

2.3.3.6.3.2 Actividades

Las actividades planeadas en la etapa de post campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados Consultoría Colombiana S.A. a partir del resultado e información recopilada en la etapa de campo. En la Tabla 2-33 se relacionan las actividades desarrolladas durante esta etapa, la cual incluye los responsables y días estimados.

En esta etapa se organizó, analizó y se sintetizó la información obtenida en campo para así proceder con la elaboración del documento.

La etapa post campo estuvo a cargo de dos (2) profesionales sociales. Durante esta etapa se adelantó la sistematización de la información primaria y secundaria recolectada en la salida de campo y se elaborará el documento, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02.

Posteriormente, se identificaron los impactos y medidas de manejo a través de un taller en coordinación con el equipo de profesionales a cargo del estudio, para lo cual se tuvieron como base las matrices de impactos en los escenarios sin y con proyecto suministradas por el Consorcio. De igual manera se adelantó en este mismo espacio la formulación de las medidas de manejo.

Por último, se construyó la cartografía social a partir de los meta datos y la geodata base, donde se presentarán los siguientes planos:

- Áreas de Influencia componente socio económico y cultural: Delimitación de las áreas de influencia. Cartografía base, infraestructura socioeconómica y cultural, límites veredales, municipales y departamentales.
- Infraestructura social área de influencia: Delimitación de las áreas de influencia, límites veredales y municipales, cartografía base, infraestructura social, cultural, de servicios públicos, entre otros.
- Infraestructura social área de influencia directa puntual: Delimitación predial y toda su infraestructura, localización viviendas e infraestructura social.

2.3.3.6.3.3 Cronograma de actividades

A continuación, en la Tabla 2-33 se presenta el cronograma de actividades realizado para el desarrollo del componente socioeconómico y cultural en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempo estimado para cada una de las actividades.

Tabla 2-33. Cronograma de actividades etapa post campo

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana												
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Reuniones de presentación de resultados de la etapa de campo	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	5													
2	Sistematización de fichas de caracterización rural y urbana	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	3													
3	Sistematización de fichas de caracterización predial	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	8													
4	Elaboración línea base AID	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	20													
6	Evaluación de impactos en los escenarios sin y con proyecto	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	8													
7	Elaboración geodatabase y zonificación ambiental	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	5													
8	Elaboración medidas manejo, monitoreo y seguimiento	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	5													
9	Correcciones al documento	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	10													
10	Validación del documento	Profesionales Sociales Consultoría Colombiana S.A.	3													

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.3.6.3.4 Recursos

A continuación en la Tabla 2-34 se relacionan los recursos físicos y el recurso humano requerido para la realización de las actividades de post campo que faciliten los objetivos establecidos para esta etapa.

Tabla 2-34 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo

Recursos	Descripción
Físicos	Fichas de caracterización unidad territorial Ficha de caracterización infraestructura económica y social Planos de localización geográfica del área de influencia Computadores Planos realizados por el equipo de SIG Fuentes secundarias suministradas por las autoridades municipales durante la etapa de campo.
Humanos	(2) Profesionales Sociales de Consultoría Colombiana S.A. (1) Profesional SIG para elaboración de planos

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

2.3.3.7 Arqueología

2.3.3.7.1 Fase Precampo

- **Investigación Bibliográfica:** Se consultó la base de datos del ICANH, para identificar los informes de arqueología preventiva realizados en el municipio de Medellín, San Jerónimo y Ebéjico en el departamento de Antioquia. También se tendrán en cuenta artículos y ensayos cuya temática es la arqueología regional.
- **Revisión Cartográfica:** Se realizó una consulta en el Atlas Arqueológico Nacional, que ofrece la posibilidad de identificar algunos sitios arqueológicos reportados en el ICANH con relación a un área de interés particular.

Con la colaboración de un profesional especialista en sistemas de información geográfica –SIG-, se analizó el material cartográfico y las imágenes disponibles. Esa tarea permitió identificar las coberturas vegetales existentes en el área de estudio y reconocer algunas características del relieve, las cuales se podrán corroborar en campo.

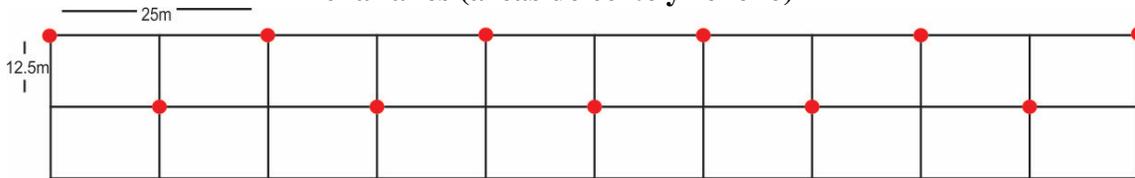
En esta etapa se proyectaron los puntos de muestreo donde se hicieron pozos de sondeo. Esto es importante porque permitió calcular los recursos necesarios y establecer el cronograma para desarrollar el trabajo de campo.

- **Preparación de Instrumentos para registro de datos en campo:** Para este proyecto se utilizaron dos fichas para la toma de datos en campo. La Ficha 1 será utilizada para recolectar los datos de las coberturas vegetales y geomorfología del área de estudio, entre otros atributos del paisaje. La Ficha 2 se utilizó para registrar los datos obtenidos de los pozos de sondeo. Adicionalmente se usó un diario de campo para registrar la información que no esté contemplada en los campos de las fichas previstas, por ejemplo, en el caso de las pruebas de barrenos y las limpiezas de perfiles que se realicen.

2.3.3.7.2 Fase de Campo

- **Prospección:** En el derecho de vía y en las áreas de trabajo (chaflanes y zodmes) la prospección se realizó con pozos de sondeo de 40x40 cm, organizados en grilla triangular cada 25 m, esta técnica de muestreo ha sido utilizada con éxito en anteriores trabajos para la identificación de unidades residenciales y conglomerados de las mismas (Henderson y Ostler, 2009 ; Plog, 1976), para la identificación de estos es necesaria una técnica de sondeo intensiva que permita hacerse una idea clara de los asentamientos en el área de estudio, con la finalidad de cubrir mejor un área extensa y recuperar la mayor cantidad de información posible; de acuerdo con los antecedentes arqueológicos revisados para la zona de influencia del proyecto esta metodología y la intensidad de muestreo propuesta son suficientes para identificar las posibles evidencias de cultura material (ver Figura 2-21).

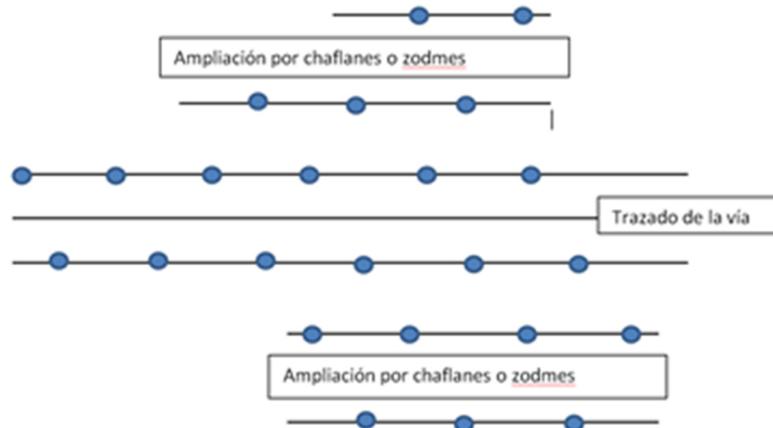
Figura 2-21 Modelo distribución de los pozos de sondeo propuestos, sobre la vía y los chaflanes (áreas de corte y relleno)



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Otra ventaja que presenta la implementación de esta metodología de muestreo es la fácil ampliación de la grilla en cualquier dirección que se requiera, aunado a la capacidad intensificar el muestreo de ser necesario (ver Figura 2-22).

Figura 2-22 Ampliación de Grilla



Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Para planificar la prospección se proyectaron los puntos de sondeo sobre la cartografía base.

Con el fin de ampliar y complementar la información, se revisaron perfiles formados por intervención y adecuación antrópica, para establecer algunas características estratigráficas básicas del suelo. Con el ánimo de complementar esta información se realizaron pruebas de barreno, no se estableció previamente la ubicación de los lugares donde se realizaron las pruebas de barreno, porque la cartografía no permitió determinar con exactitud los lugares propicios para hacer estas pruebas, ni las condiciones actuales de acceso a los mismos.

También se realizó una caracterización ambiental de las áreas de estudio sustentando la descripción en criterios geomorfológicos y de cobertura vegetal. El primer criterio sirvió para determinar la posibilidad de anegación o inundación del terreno, el segundo criterio permitió conocer el grado de intervención antrópica reciente del área de estudio, en especial por actividades agropecuarias.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

- **Registro:** Para registrar la información de los pozos de sondeo realizados y descartados, y recolectar los datos acerca de los atributos del paisaje, se usaron fichas. Para recolectar los datos derivados de las pruebas de barreno y la limpieza de perfiles se utilizó un diario de campo. También se tomó un registro fotográfico digital de cada una de esas pruebas realizadas. Asimismo, en terreno cada una de las pruebas se georeferenció por medio de un dispositivo GPS.
- **Entrevistas:** Se realizaron entrevistas informales no estructuradas, con habitantes de la zona para determinar la aparición y ocurrencia de hallazgos arqueológicos.
- **Capacidad de Gestión:** Se visitó la casa de la cultura y la biblioteca cercanas al área de estudio, para establecer el grado de capacidad de gestión sobre el patrimonio arqueológico, con el ánimo de examinar la posibilidad de entregar el material arqueológico que se encuentre, luego de ser analizado en la etapa de laboratorio.
- **Divulgación:** Se realizó una actividad de capacitación a los auxiliares de campo que participaron en la prospección arqueológica.

2.3.3.7.3 Fase de Poscampo

- **Análisis de Información:** En la fase de laboratorio, las evidencias cerámicas fueron analizadas de acuerdo con la metodología propuesta por Clifford y Meggers (1969) en la cual se propone clasificar la cerámica usando cinco parámetros de clasificación.
 - Tipo: Rasgos particulares que lo difieren de otros tipos y se hacen mutuamente excluyentes
 - Pasta: Desgrasante, método de manufactura, textura color y cocción
 - Superficie: Color, tratamiento, Baño, Engobe y dureza
 - Forma: Borde, Espesor de las paredes, Base, Cuello, Apéndices y Formas totales
 - Decoración: Técnica y Motivos.

Se realizó la zonificación de potencial arqueológico, para este fin se revisó información secundaria y primaria cubriendo las siguientes variables

- Suelos
 - Geomorfología
 - Cobertura vegetal
 - Resultados de la prospección arqueológica.
- **Productos entregables al ICANH:** Para la elaboración del informe, se ordenó la información obtenida en campo para su exposición, se seleccionó el material fotográfico más relevante para incluirlo en el documento y se depuró la información

	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

geográfica para generar el mapa temático. A partir de los resultados, se estableció el potencial arqueológico del área estudiada y se formuló el plan de manejo arqueológico.

2.3.4 Zonificación Ambiental

Acogiendo la definición del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM y de Couto (Couto, 1994), la Zonificación Ambiental se puede entender como una actividad del proceso de ordenamiento ambiental en donde se divide el territorio en estudio en áreas homogéneas desde sus contenidos biofísicos y socioeconómicos. Es en sí una síntesis geográfica del territorio en estudio, obtenida mediante el proceso de sectorización en unidades relativamente homogéneas, caracterizadas con respecto a factores físicos (agua, clima, suelo, formas de la tierra, etc.), biológicos (vegetación, fauna, etc.), y socioeconómicos (recursos de valor económico, la presencia del hombre y sus actividades) y su evaluación con relación a su potencial de uso sostenible.

En particular, para un territorio que potencialmente puede ser modificado por un proyecto de infraestructura u otro tipo de proyecto de desarrollo, sujeto de una evaluación de impacto ambiental, la zonificación ambiental tiene el propósito de establecer esa síntesis geográfica de referencia, bajo un escenario de NO intervención por el proyecto, y se construye con los resultados de la caracterización ambiental o línea base ambiental, buscando identificar áreas o unidades homogéneas o relativamente homogéneas con diferentes grados de importancia y/o sensibilidad ambiental de acuerdo con las características intrínsecas de los elementos del sistema y con los servicios sociales y/o ambientales que éstos están en capacidad de prestar a su entorno (Consultoría Colombiana S.A., 2012). En tal sentido, la zonificación ambiental busca:

- Definir la capacidad de las unidades homogéneas delimitadas para resistir afectaciones o transformaciones sin sufrir alteraciones drásticas que le impidan alcanzar un equilibrio dinámico para retomar sus condiciones funcionales iniciales.
- Identificar la capacidad para generar bienes o servicios ambientales de cada una de ellas hacia su entorno.

Para la determinación de los grados de sensibilidad e importancia se consideraron las siguientes definiciones:

- **Sensibilidad ambiental:** Se define como la susceptibilidad de los elementos componentes del entorno al deterioro o degradación por la acción de factores externos. Es la capacidad intrínseca del individuo, comunidad o sistema que lo hace más o menos idóneo de ser alterado o modificado en su estructura y/o funcionamiento por acciones o condiciones externas a él.

Expresa el grado de fragilidad de los elementos del sistema y se manifiesta en el nivel de tolerancia, estabilidad o resiliencia ante determinada intervención generada

por una condición o acción exógena.

Se considera más sensible aquel individuo, comunidad o sistema que al ser alterado con una leve intervención o modificación, presenta mayores dificultades para recuperarse o volver a su estado original.

- **Importancia ambiental:** Es considerada como la capacidad de un individuo, comunidad o sistema de ofrecer bienes y/o servicios ambientales, sociales, económicos y/o culturales hacia su entorno, ya sean de soporte, regulación o provisión.

A continuación se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación.

Tabla 2-35 Categorías de Sensibilidad

Clasificación	Sensibilidad
Muy baja	1 Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una alta resistencia a sufrir cambios recuperándose en el corto plazo de forma natural.
Baja	2 Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una buena resistencia a sufrir cambios. Su recuperación se da por mecanismos naturales en el largo plazo y se requiere implementar acciones de prevención.
Moderada/ Media	3 Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad media de retornar a su estado original ante una intervención y que tienen una resistencia moderada a sufrir cambios. Su recuperación se da en el corto plazo implementando acciones de mitigación y/o en el largo plazo implementando medidas de prevención.
Alta	4 Corresponden a aquellos elementos de los componentes del sistema que poseen una baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de mitigación, o acciones de recuperación y/o rehabilitación en el corto plazo.
Muy Alta	5 Corresponden a aquellos elementos del sistema que poseen una muy baja capacidad de retornar a su estado original ante una intervención y que por ende tienen una baja resistencia a sufrir cambios recuperándose en el largo plazo mediante la implementación de acciones de restauración o rehabilitación, o que no es posible su recuperación.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

Tabla 2-36 Categorías de Importancia

Clasificación	Importancia
Baja	1 Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una baja capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.
Media	2 Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una capacidad moderada para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.
Alta	3 Corresponde a aquellos elementos del sistema que poseen una alta capacidad para la generación de bienes y/o servicios ambientales y/o sociales en el área de estudio.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

Para cada componente sujeto al proceso de zonificación (medios físico, biótico, socioeconómico y normativo – reglamentario), se determinaron elementos representativos del área de estudio a nivel socioambiental, los cuales, se definen como aquellos susceptibles a presentar alteraciones y/o modificaciones respecto actual; para así establecer una descripción general del área en términos de sensibilidad e importancia.

Se definió el grado de sensibilidad e importancia de cada uno de los elementos de evaluación a través de un juicio de expertos, tomando como criterios de análisis las condiciones establecidas en la caracterización ambiental del área de estudio.

Una vez definidos los grados de calificación, se evaluó la sensibilidad e importancia para cada elemento de análisis y se plasmaron de forma cartográfica, para luego ser superpuestas o integradas dando como resultado las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro), que reflejan por una parte los niveles de sensibilidad física, biótica y socioeconómica y por otra los grados de importancia desde la perspectiva física, biótica, socioeconómica y normativa – reglamentaria.

Posteriormente, las síntesis intermedias (sensibilidades por un lado e importancias por el otro) se superponen usando la matriz de correlación de Sensibilidad/Importancia (Tabla 2-37) para generar las síntesis de sensibilidad e importancia del área o zonificación ambiental síntesis del área.

En este proceso, la condición de sensibilidad o importancia más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros elementos, durante la superposición e integración, tanto en la generación de las síntesis intermedias como de la zonificación global, garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable, entre las variables analizadas.

Una vez se han integrado las sensibilidades de los medios: Abiótico, Biótico y socioeconómico y cultural y las importancias de los medios Abiótico, Biótico socioeconómico – cultural y la normativa – reglamentaria; se realiza el cruce temático de estas dos capas de información geográfica usando la matriz de correlación S/I que se presenta en la Tabla 2-37, para obtener la síntesis o zonificación ambiental del área de estudio.

La sensibilidad e importancia de cada medio también se pueden cruzar usando la misma matriz (Tabla 2-37) para obtener la síntesis ambiental de cada medio (S/I física, S/I biótica y S/I socioeconómica y cultural); la síntesis normativa-reglamentaria está formada a partir de la superposición de capas (rondas hídricas, suelos de protección, DMI, otras) que tienen atributos de importancia (otorgada por leyes, decretos, normas, entre otras) más no de sensibilidad, por lo que no requiere el uso de la matriz (Tabla 2-37).

Esta relación traduce en una integración donde a mayor Sensibilidad/Importancia, se tiende a representar aquellos elementos con una alta capacidad de prestar bienes y servicios, pero

que a la vez presentan una alta susceptibilidad a sufrir daños; mientras que a menor sensibilidad/Importancia, se tiende a presentar en aquellos elementos con una baja capacidad de prestar bienes y servicios, y baja susceptibilidad a presentar daños. Estas correlaciones pueden variar generando diferentes grados de aptitud, siendo estas plasmadas en la Tabla 2-37.

Tabla 2-37 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)

Importancia	Sensibilidad				
	Muy Alta	Alta	Moderada	Baja	Muy Baja
Alta	Muy alta	Alta	Moderada	Moderada	Baja
Moderada	Alta	Moderada	Moderada	Baja	Baja
Baja	Moderada	Moderada	Baja	Baja	Muy baja

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

De lo anterior se deduce que las zonas de muy alta y alta sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que se requiere acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.

Las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere acciones de mitigación con efectos en el corto plazo. Las áreas con impactos moderados requerirán niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto.

Las zonas de baja y muy baja sensibilidad/importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requiere acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto plazo).

A continuación se presentan de forma descriptiva las diferentes correlaciones de Sensibilidad/Importancia y el grado de aptitud que representan.

- S/I Muy alta (Aptitud muy baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico recibieron una calificación de muy alta sensibilidad y alta importancia. Su intervención representa un alto riesgo de afectación al recurso, con posibilidades de pérdidas.

- S/I Alta (Aptitud baja)

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar una calificación muy alta en cuanto a sensibilidad pero una importancia moderada, o alta en cuando a sensibilidad y alta importancia. En estas

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

áreas una intervención puede realizarse pero con una alta restricción, ya que el efecto generado sobre el medio es altamente significativo, siendo difícil la recuperación del recurso; para lo cual, se hace necesaria la implementación de medidas tanto de corrección como de compensación.

- **S/I Media (Aptitud Moderada)**

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde, muy alta sensibilidad con baja importancia, hasta baja sensibilidad con importancia alta. En estas áreas, una intervención puede realizarse con efectos que se evidencian a largo plazo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de corrección y prevención.

- **S/I Baja (Aptitud Alta)**

Corresponde a zonas en las que los elementos de los componentes abiótico, biótico y/o socioeconómico pueden presentar desde una importancia baja, con moderada sensibilidad, hasta una importancia alta o moderada con sensibilidad muy baja. En estas áreas una intervención puede realizarse con presencia de efectos no significativos a largo plazo, para lo cual se hace necesaria la implementación únicamente de medidas de prevención.

- **S/I Muy baja (Aptitud muy Alta)**

Corresponden a zonas en las que los elementos de los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos fueron calificados con muy baja o baja sensibilidad y baja importancia, constituyendo áreas que no presentan ningún tipo de restricciones para la ejecución de procesos de intervención. Es decir áreas con una aptitud muy alta.

2.3.5 Evaluación Ambiental

El presente capítulo contiene un análisis de los efectos tanto positivos como negativos que se pueden llegar a generar durante las actividades de construcción de la nueva calzada.

La evaluación ambiental se desarrolló de acuerdo a lo establecido en los Términos de Referencia para la elaboración de estudios de impacto ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA) adoptado del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

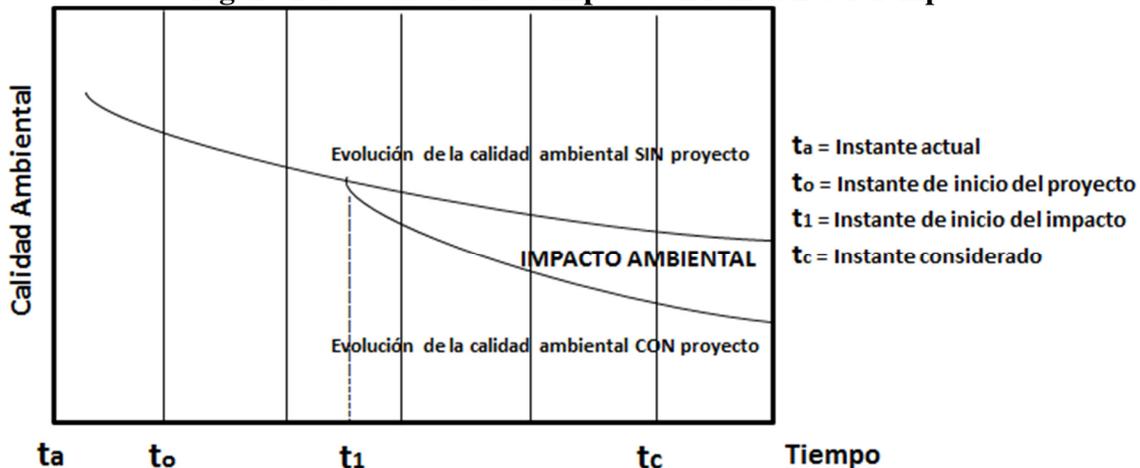
Mediante la identificación, evaluación y descripción de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente se busca identificar cuáles impactos se consideran significativos, cuáles presentan tendencia acumulativa alta y cuál podría ser la distribución espacial de éstos, con relación a los elementos que componen el área de influencia.

2.3.5.1 Marco Conceptual y Aspectos Metodológicos

Según Conesa (2010) impacto ambiental (IA) se define como un “cambio en una o más características fisicoquímicas, ecológicas y socioeconómicas del entorno”, es decir, que existe un IA cuando una acción o actividad humana produce una alteración favorable o desfavorable a alguno de los componentes del medio.

Se puede deducir de esta premisa, que los efectos generados por la ejecución de las actividades del proyecto son la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado y la situación del medio ambiente futuro tal como habría evolucionado normalmente sin la incidencia del proyecto; es decir, la variación neta positiva o negativa de calidad ambiental (ver Figura 2-23).

Figura 2-23 Variación del impacto en función del tiempo.



Fuente: Conesa, 2010.

La evaluación ambiental se desarrolla a partir de la identificación de los impactos existentes en los medios abiótico, biótico y socioeconómico (estado inicial), a partir de allí se evalúa la tendencia ambiental mediante la identificación y evaluación de las actividades existentes según los parámetros metodológicos propuestos para obtener la valoración de la importancia dando como resultado el escenario sin proyecto del área de estudio.

Posteriormente se construye el escenario con proyecto de manera prospectiva, identificando los efectos que son propensos a suceder, producto de los aspectos ambientales relacionados con las actividades inherentes al desarrollo del proyecto. Luego se obtienen los valores de importancia de la matriz cuyos efectos se relacionan con los ámbitos de manifestación y los elementos, unidades que permiten disgregar la incidencia del efecto en diferentes unidades espaciales.

A partir de esta calificación específica se obtienen los impactos significativos los cuales son

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

objeto de la valoración económica y a través del método de superposición de mapas se obtiene la denominada zonificación de impacto ambiental, que constituye la síntesis de los lugares en los cuales se presentarán los impactos significativos y permite sugerir una especial atención en estos sitios en relación a las estrategias de manejo.

Posteriormente, teniendo como herramienta las matrices de valor de importancia del escenario sin proyecto y del escenario con proyecto, se realiza la categorización de los impactos en términos del efecto acumulativo que manifestarán en relación al estado actual de las condiciones y de la incidencia de la ejecución del proyecto. En éste sentido se hace una comparación cualitativa de los impactos que se presentan actualmente con los impactos que potencialmente se generarían con el desarrollo del proyecto y que podrían tener un efecto acumulativo significativo.

2.3.5.1.1 Metodología para la Evaluación de Impactos

Para el cálculo de la importancia de los impactos se utilizó como base la metodología propuesta por Conesa (2010), en la cual, mediante escalas de valor asignadas a cada parámetro, se halla un valor de importancia que permite clasificar los impactos en rangos según su naturaleza. Los parámetros de la metodología fueron ajustados con respecto a las características intrínsecas del proyecto y se propusieron categorías análogas en relación a la naturaleza positiva referida a ciertos parámetros.

2.3.5.1.1.1 Parámetros de Calificación

Para la obtención de la matriz de valor de importancia, se construyó la matriz de evaluación con los atributos propuestos en la metodología de Conesa (2010), los cuales se describen a continuación:

Naturaleza (Signo): Indica el carácter beneficioso o perjudicial de las actividades que van a tener efecto sobre cada componente; los valores para su calificación se presentan en la Tabla 2-38.

Tabla 2-38 Valores de calificación para la naturaleza

Valor	Negativo	Positivo
±1	Cuando la acción produce una modificación desfavorable en el medio o en alguno de sus componentes.	Cuando la acción produce una modificación favorable en el medio o en alguno de sus componentes.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Intensidad (I): La intensidad representa el grado de destrucción o afectación de las actividades sobre el componente y el ámbito específico en que actúa, independientemente de la extensión afectada. La Tabla 2-39 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

Tabla 2-39 Valores de calificación para la intensidad

Valor	Negativo	Positivo
1	Baja: Una afectación mínima y poco significativa.	Baja: Incidencia benéfica pero mínima y poco significativa sobre el medio.
2	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.	Media: Se refiere a un grado de incidencia moderado del efecto sobre el medio.
4	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.	Alta: Grado de incidencia fuerte que actúa sobre el medio.
8	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.	Muy Alta: Grado de incidencia muy fuerte que actúa sobre el medio.
12	Total: Destrucción total del componente en el área en la que se produce el impacto.	Total: Incidencia beneficiosa muy alta sobre el componente en el área en la que se produce el impacto

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Extensión (EX): La extensión hace referencia al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto en que se sitúa el factor, es decir, el porcentaje de área afectada por la acción con respecto al entorno; los valores determinados para su evaluación se encuentran expresados en la Tabla 2-40.

Tabla 2-40 Valores de calificación para la extensión

Valor	Negativo	Positivo
1	Puntual: Cuando se afecta únicamente el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.	Puntual: Cuando el beneficio se da únicamente sobre el sitio donde se está ejecutando la actividad que genera el impacto.
2	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.	Parcial: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta una actividad puntual.
4	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.	Amplio o Extenso: Si el efecto se manifiesta en un área mayor donde se ejecuta la actividad puntual y parcial.
8	Total: Si el impacto no admite una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto este se considera total	Total: Si la afectación se manifiesta en más del 90% del área de estudio.
(+4)*	Crítico: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.	General: Si el efecto, sea puntual o no, se produce en un lugar crucial o crítico.
*En el caso en que el impacto sea puntual, parcial, extenso o total, pero se produzca en un lugar de alta sensibilidad ambiental se le sumará 4 unidades adicionales (+4) al valor que le corresponda.		

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Momento (MO): El momento está considerado como el tiempo transcurrido entre la aparición de la acción o ejecución de la actividad y el comienzo del efecto o impacto sobre el componente; la Tabla 2-41 señala los rangos establecidos para su valoración.

Tabla 2-41 Valores de calificación para el momento

Valor	Negativo	Positivo
-------	----------	----------

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Valor	Negativo	Positivo
1	Largo plazo: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.	Largo plazo: El tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es mayor a 5 años.
2	Mediano plazo: El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.	Mediano plazo: El tiempo transcurrido está comprendido entre 1 y 5 años.
4	Inmediato: Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.	Inmediato: Cuando el tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y la aparición del efecto es menor de 1 año.
(4)*	Crítico: Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.	Crítico: Si se considera un impacto con características críticas que se puede dar en cualquier momento.

*Si el impacto se considera crítico, se debe sumar 4 unidades (+4) al valor asignado para evaluar el momento de aparición del impacto.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Persistencia (PE): Hace referencia al tiempo que en teoría permanecerá el efecto desde su aparición y a partir del cual se iniciará el proceso de recuperación ya sea de forma natural o mediante la adopción de medidas (Tabla 2-42).

Tabla 2-42 Valores de calificación para la persistencia

Valor	Negativo	Positivo
1	Fugaz: duración menor a 1 año.	Fugaz: duración menor a 1 año.
2	Temporal: entre 1 y 10 años	Temporal: entre 1 y 10 años
4	Permanente: mayor de 10 años	Permanente: mayor de 10 años

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Reversibilidad (RV): La reversibilidad está definida como la posibilidad de reconstrucción del componente afectado por la ejecución de las actividades del proyecto de forma natural y sin intervención antrópica. Los valores establecidos para la calificación de la reversibilidad se presentan en la Tabla 2-43.

Tabla 2-43 Valores de calificación para la reversibilidad

Valor	Negativo	Positivo
1	Corto plazo: Recuperación del medio en un periodo inferior a 1 año.	Corto plazo: Regresión del estado del medio en un periodo inferior a 1 año.
2	Mediano plazo: Recuperación del medio en un intervalo de 1 a 10 años.	Mediano plazo: Regresión del estado del medio en un intervalo de 1 a 10 años.
4	Irreversible: Cuando el factor ambiental alterado retorna a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años.	Irreversible: Regresión del estado del medio a sus condiciones originales en un tiempo superior a 10 años.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Sinergia (SI): La Sinergia se refiere a la acción de dos o más causas cuyo efecto es

superior a la suma de los efectos individuales. Dichos efectos actúan de manera superior sobre el componente que si las actividades que los causan son realizadas de forma independiente. La Tabla 2-44 señala los valores establecidos para evaluar la sinergia.

Tabla 2-44 Valores de Calificación para la Sinergia

Valor	Negativo	Positivo
1	No Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.	No Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones actúan de manera independiente.
2	Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.	Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea reforzando el efecto.
4	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.	Muy Sinérgico: Cuando las acciones que provocan las manifestaciones se dan de manera simultánea potencializando de forma significativa el efecto.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Acumulación (AC): Está definida como el incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando la(s) actividad(es) que lo está generando persiste de forma continua o reiterada. Los rangos de acumulación se muestran en la Tabla 2-45.

Tabla 2-45 Valores de calificación para la acumulación

Valor	Negativo	Positivo
1	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.	Simple: Se presenta cuando el efecto se mantiene o se disminuye por la suspensión de la actividad que lo genera.
4	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.	Acumulativo: Se presenta cuando tras la continuidad de una acción el efecto se incrementa.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Efecto (EF): Este atributo se refiere a la forma de manifestación del efecto sobre un componente como consecuencia de una actividad, los rangos establecidos para su valoración se exponen en la Tabla 2-46.

Tabla 2-46 Valores de calificación para el efecto

Valor	Negativo	Positivo
1	Indirecto: Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción sino que se presenta a partir de un efecto.	Indirecto: Se presenta cuando su manifestación no es consecuencia directa de la acción sino que se presenta a partir de un efecto.
4	Directo: Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio	Directo: Se presenta cuando la repercusión de la acción tiene consecuencias directas sobre el medio

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Periodicidad (PR): Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto; los niveles establecidos para la calificación de este parámetro se presentan en la Tabla 2-47.

Tabla 2-47 Valores de calificación para la periodicidad

Valor	Negativo	Positivo
1	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.	Irregular: Se presenta de manera esporádica, con menor frecuencia y certeza.
2	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.	Periódico: Cuando los plazos de manifestación presentan una regularidad y cadencia establecida.
4	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.	Continuo: Las manifestaciones del efecto permanecen constantes en el tiempo.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

Recuperabilidad (MC): Se refiere a la posibilidad de recuperación, parcial o total del componente afectado como consecuencia de la ejecución del proyecto. Esta reconstrucción es por medio de intervención humana, es decir utilizando medidas de manejo. La Tabla 2-48 señala los valores y niveles establecidos para la calificación de la recuperabilidad.

Tabla 2-48 Valores de calificación para la recuperabilidad

Valor	Negativo	Positivo
1	Recuperable de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.	Disipación de manera inmediata: Se refiere a la disipación del impacto en el corto plazo.
2	Recuperable a mediano plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.	Disipación a mediano plazo: la recuperación del medio o la disipación del impacto se da en el mediano plazo y/o concluye cuando la actividad generadora finaliza.
4	Mitigable y Corregible: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a reducir los impactos y efectos negativos o cuando se deben implementar acciones dirigidas a recuperar, restaurar o reparar las condiciones del medio ambiente afectado por un proyecto, obra o actividad	Potenciable: Cuando la implementación de acciones permite potencializar o aumentar los impactos y efectos positivos producto de un proyecto, obra o actividad.
8	Irrecuperable: Cuando se deben implementar acciones dirigidas a resarcir y retribuir a las comunidades, las regiones, localidades y al entorno natural por los impactos o efectos negativos generados por un proyecto, obra o actividad, que no puedan ser evitados, corregidos, mitigados o sustituidos.	Disipación incierta: Se presume que el efecto generado por el impacto no se disipa en un plazo visible de tiempo y que parte de su incidencia se mantiene en el medio.

Fuente: Conesa 2010, adaptado por el consultor.

2.3.5.1.1.2 Cálculo del Índice de Importancia Ambiental

Posterior a la asignación del valor a cada impacto dentro de los parámetros mencionados, se procedió con la cuantificación de la importancia de la acción sobre cada factor ambiental. El índice de importancia ambiental (I) se calculó conforme a la siguiente fórmula:

$$I = +/- [3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC]$$

Como resultado de este proceso se obtuvo la matriz de importancia con valores de impacto negativo. Una vez obtenidos los valores de importancia para cada impacto negativo, estos fueron clasificados de acuerdo a los siguientes rangos (Tabla 2-49).

Tabla 2-49 Impactos de naturaleza negativa

IMPACTOS NATURALEZA NEGATIVA
IRRELEVANTE
MODERADO
SEVERO
CRÍTICO

Fuente: Conesa(2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

Cuando la viabilidad de un proyecto presenta impactos críticos, es de suponer, que debe ser revaluada puesto que se debe procurar que todo impacto pueda ser manejado de acuerdo con su carácter. Adicionalmente, de acuerdo con ésta clasificación, los que se ubiquen en las categorías restantes deben tener medidas de manejo pertinentes a la intensidad del impacto sobre el medio.

Respecto a los impactos positivos, se realizó una clasificados por rangos denominados así: Considerables, Relevantes y Muy Relevantes, y a su vez fueron resaltados en la matriz de valor de importancia (Tabla 2-50).

Tabla 2-50 Impactos de naturaleza positiva

IMPACTOS NATURALEZA POSITIVA
CONSIDERABLES
RELEVANTES
MUY RELEVANTES

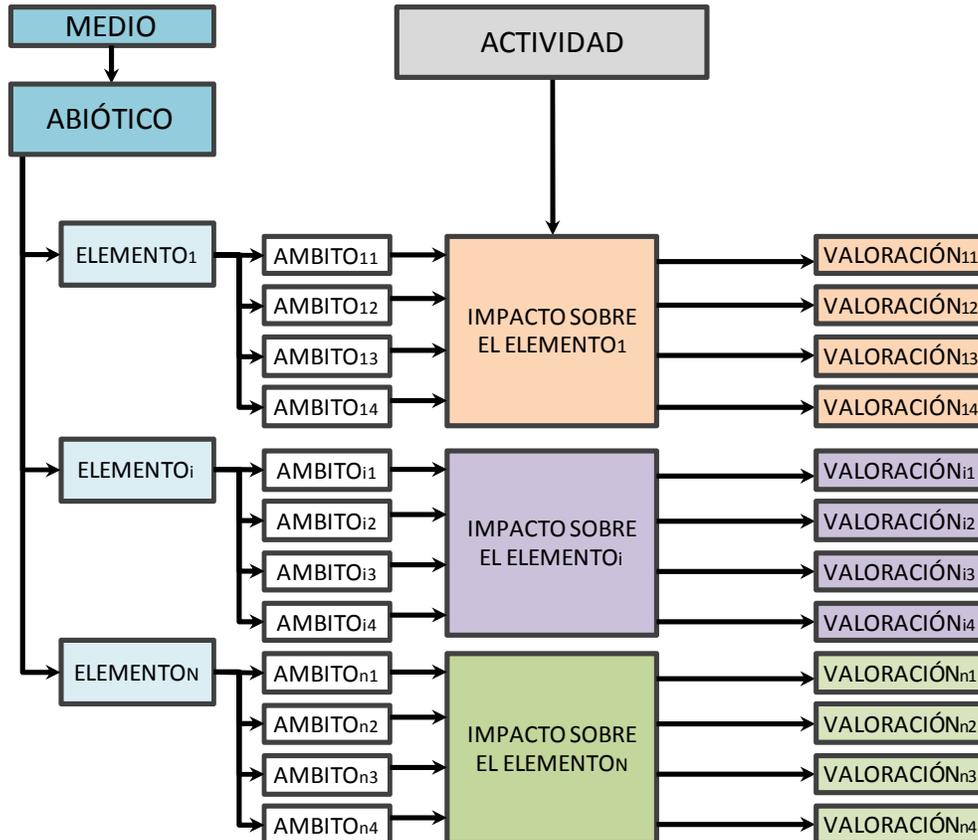
Fuente: Conesa(2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

2.3.5.1.1.3 Ámbitos de Manifestación

Los ámbitos de manifestación se definen como la clasificación o la división espacial de un elemento sujeto a evaluación de un impacto ambiental, en unidades específicas que responden diferente a un impacto dependiendo de las características propias de este y su grado de susceptibilidad; de esta forma, el impacto procedente de una actividad puede manifestarse sobre un elemento con diferente grado de importancia. En la Figura 2-24 se

presenta un esquema del proceso de evaluación teniendo en cuenta los ámbitos de manifestación.

Figura 2-24 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Teniendo en cuenta que los ámbitos de manifestación responden al grado de vulnerabilidad de un elemento, para el presente proyecto cada uno de los elementos se dividió como máximo en cuatro (4) ámbitos, dependiendo de la fragilidad de las unidades que lo constituyen y el posible grado de importancia que pueda presentar el impacto (compatible, moderado, severo o crítico para impactos negativos, y considerable, relevante o muy relevante para impactos positivos); de esta forma, las unidades con un grado de importancia igual son agrupados en un solo ámbito de manifestación.

2.3.5.1.2 Metodología para la Zonificación de Impactos

Una vez establecido el índice de importancia ambiental, se identifican los impactos del escenario con proyecto con los valores más altos: severos y críticos, cuya reciprocidad entre el efecto y la actividad/acción se deriva principalmente de la asignación de valores considerables en los parámetros de intensidad, extensión y momento, es por esto que se consideran significativos en el contexto del análisis.

	<p align="center">CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p align="center">ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p align="center">VERSIÓN 0.1</p>	

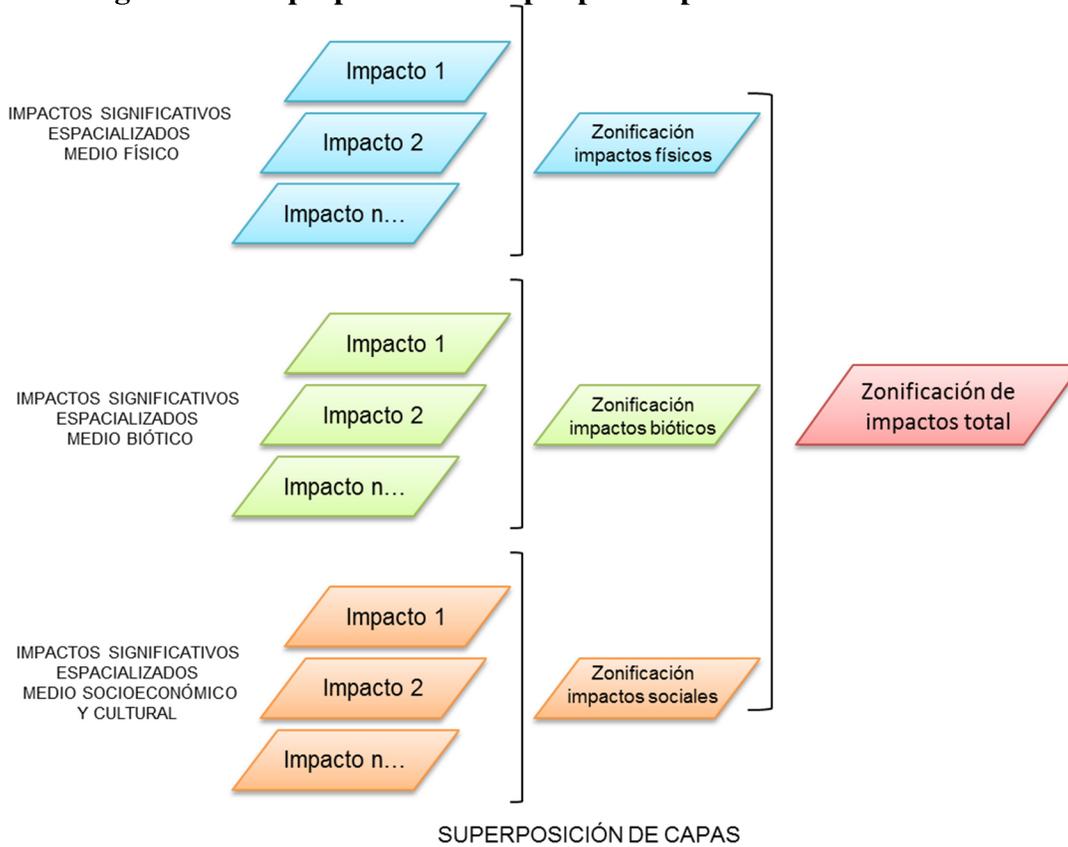
Cada uno de los impactos significativos identificados esta disgregado para efectos de la calificación en ámbitos de manifestación, esto permite aproximar el efecto a un contexto espacial que permite conocer la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y de éste modo, poder determinar cuáles son los sitios en los que se presenta mayor relevancia o confluencia de especial cuidado en términos de situaciones socio ambientales particulares en relación con la ejecución del proyecto.

Luego del proceso de identificación de los impactos significativos y su espacialización se superponen cada una de estas capas con el fin de integrar por medio de una zonificación el grado de susceptibilidad del área de influencia a presentar afectaciones por el desarrollo de la construcción de la nueva calzada.

Como producto de la superposición de capas que contienen la representación categórica de la posible manifestación de los impactos significativos sobre los elementos, se obtiene la zonificación de impacto ambiental (Figura 2-25); en este proceso, la condición más crítica de un elemento prima sobre las condiciones menos significativas de otros garantizando así la evaluación del escenario más desfavorable entre los impactos analizados. La posible manifestación de los impactos en términos de importancia se expresa en categorías de Irrelevante, Moderado, Severo y Crítico.

La zonificación de impacto ambiental constituye uno de los criterios para definir la zonificación de manejo ambiental.

Figura 2-25 Superposición de capas para el proceso de zonificación



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

2.3.5.1.3 Metodología para la Evaluación de Impactos Residuales

El análisis de impactos residuales se llevó a cabo de acuerdo a la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia” (Martínez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta del impacto. A partir de las variables Tiempo de Recuperación y Eficacia de la Medida de Manejo se obtiene el cálculo de la Importancia de la Recuperabilidad.

El análisis de la residualidad de los impactos críticos y severos se desarrolló para el escenario Con Proyecto, con el fin de identificar los impactos que no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo.

Tiempo de recuperación: Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el factor ambiental, a partir del momento en que se aplican las estrategias de manejo ambiental y las estrategias de seguimiento y monitoreo del proyecto.

El tiempo de recuperación está relacionado con el tipo de medida de manejo que se implementa, por ejemplo, al efectuar medidas de tipo preventivas y de mitigación eficaces,

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

el tiempo de recuperación del elemento ambiental será a corto plazo ya que el impacto se ha prevenido o manejado de forma adecuada (Martínez Prada, 2010). El tiempo de recuperación también variará dependiendo del tipo de ecosistema o medio intervenido.

La aplicación de medidas correctivas puede conducir a periodos prolongados relacionados con la severidad del daño causado y la vulnerabilidad ambiental del elemento; por último las medidas compensatorias pueden incluir tanto la indemnización directa a la comunidad cercana al lugar donde se manifestó el efecto del impacto ambiental generado por el proyecto, cómo la ejecución de proyectos encaminados a reparar el daño ambiental. El tiempo de recuperación se calificó de acuerdo a lo relacionado en la Tabla 2-51.

Tabla 2-51 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación

Categoría Cualitativa	Descripción	Valor
Largo Plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación es de muy largo plazo, más de cinco (5) años.	1
Recuperable a mediano plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a cinco (5) años.	3
Recuperable a corto plazo	Una vez se inicia la aplicación de la medida de manejo, el tiempo de recuperación del factor es menor a un (1) año.	5
Inmediato	Una vez se aplica la medida de manejo, el factor ambiental retorna a las condiciones iniciales de forma inmediata o en menos de un (1) mes.	7

Fuente: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2014.

Eficacia de la medida de manejo: La eficacia de la medida de manejo está definida por la capacidad que tiene la misma, una vez implementada, de disminuir el nivel de afectación que se causó sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 2-52.

Tabla 2-52 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo

Categoría cualitativa	Descripción	Valor
Muy Baja	Cuando la eficacia de la medida es nula, no se evidencia recuperación del factor ambiental afectado. Se aplica para las medidas de compensación.	0
Baja	Cuando la eficacia de la medida de manejo sea menor a 30%.	1
Media	Cuando la eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 30% a 60%.	5
Alta	Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo se encuentre en el rango de 61% a 80%.	10
Muy Alta	Muy Alta (15): Cuando el porcentaje de eficacia de la medida de manejo sea mayor a 80%.	15

Fuente: Martínez Prada, 2010.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

Importancia de la Recuperabilidad: Dadas las calificaciones a los impactos significativos resultado de la evaluación ambiental con la realización del proyecto, se procede a determinar la importancia de la recuperabilidad a través de la siguiente ecuación:

$$I_{RB} = \pm(TR + E)$$

Dónde:

- IRB = Representa la importancia de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.
 TR = Representa al tiempo de recuperación del impacto.
 E = Representa la eficacia de la medida de manejo aplicada.

Los resultados obtenidos fueron normalizados para obtener valores entre 0 y 1 con los cuales se determina el nivel de importancia de cada impacto utilizando la ecuación que se presenta a continuación:

$$(I_{(RB)N}) = \pm((I_{RB} - \text{Mínimo}) / (\text{Máximo} - \text{Mínimo}))$$

Dónde:

- Máximo = 22
 Mínimo = 1

Importancia Ambiental: Luego de realizar el cálculo correspondiente para los impactos críticos y severos, se valora la importancia de la recuperabilidad con el fin de clasificarlos de acuerdo a lo relacionado en la Tabla 2-53, propuesta por Martínez Prada (2010).

Tabla 2-53 Sistema de clasificación para la importancia ambiental

Rango de la $I_{(RB)N}$	Valoración	Significado
$\leq 0,35$	Baja	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es baja.
$>0,35 < 0,60$	Media	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es media.
$0,60 < 0,80$	Alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es alta.
$\geq 0,80$	Muy alta	La importancia de la recuperabilidad del factor con relación al mejoramiento de la calidad ambiental es muy alta.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2015. Tomado de (Martínez Prada, 2010).

Importancia Neta: Teniendo en cuenta que la importancia de la recuperabilidad mide el nivel de recuperación de la calidad ambiental del factor, se deriva la importancia neta,

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

como una diferencia entre la importancia sin medidas de manejo ambiental y la importancia del impacto con medidas de manejo ambiental. Para hallar este resultado se utiliza la siguiente ecuación:

$$I_{NETA} = I_{(CA)N} - (I_{(CA)N} * I_{(RB)N})$$

Dónde:

I_{NETA} = Importancia neta después de aplicar las medidas de manejo ambiental.

$I_{(CA)N}$ = Importancia normalizada del impacto en función de la calidad ambiental sin medidas de manejo

$I_{(RB)N}$ = Importancia normalizada de la recuperabilidad ambiental del factor en función de la calidad ambiental.

En la Tabla 2-54 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 2-54 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango de la I_{neta}^*	Categoría	Valoración
< 25	Irrelevante	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy baja sobre el factor y no se constituye en un riesgo significativo para la pérdida de calidad ambiental.
>26<50	Moderado	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad media sobre el factor que obliga a considerar nuevas medidas de manejo ambiental para el manejo de los impactos.
>51<75	Severo	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones previstas.
>76<100	Crítico	El impacto residual después de aplicadas las medidas de manejo ambiental presenta una intensidad muy alta sobre el factor que obliga a considerar nuevas alternativas para la ejecución de las acciones

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2015. Adaptado de (Martínez Prada, 2010). * Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo a los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

2.3.5.1.4 Metodología para la Evaluación de Impactos Sinérgicos y Acumulativos

Los efectos acumulativos corresponden a los cambios en el ambiente que son causados por una acción humana en combinación con otras acciones pasadas, presentes y futuras. En el marco de los efectos acumulativos se definen los efectos combinados o el sinergismo, entendido como los efectos derivados de múltiples fuentes que actúan sobre el medio en un

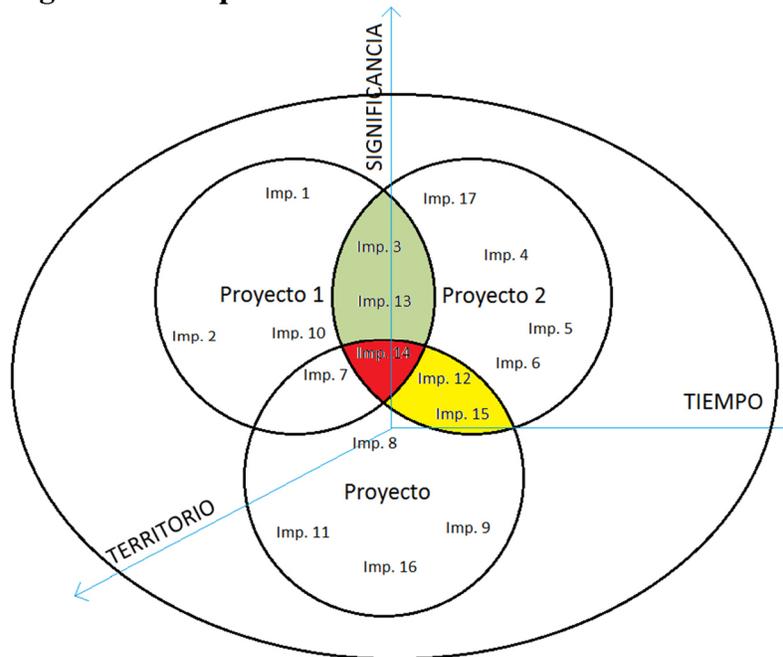
territorio (Canadian Environmental Assessment Agency - CEAA), 1999 en Department of Environmental Affairs and Tourism - DEAT, 2004).

Un efecto acumulativo ocurre cuando los efectos generados sobre los componentes del medio por el desarrollo de diferentes proyectos, o actividades que se desarrollan en un área se traslapan entre sí y son simultáneas en el tiempo. Si la ejecución del proyecto tiene el potencial de generar efectos sobre los componentes evaluados y afectados por diferentes proyectos o actividades del área, entonces el proyecto tiene el potencial de contribuir en la generación de efectos acumulativos.

En la Figura 2-26 se esquematiza el análisis, mediante el cual se establecieron los traslapes de los impactos generados por las actividades ejecutadas en un territorio durante un tiempo determinado.

Para el proceso de evaluación, se identificaron los impactos significativos (críticos y severos) descritos en los dos escenarios, ya que dichos impactos se consideran como los que podrían generar una mayor perturbación del medio y tendrían un mayor potencial de generar acumulación o sinergia, por lo cual la gestión interna debería enfocarse en su manejo. Se consideró que los impactos de mayor potencial acumulativo o sinérgico corresponden a los que tienen una alta magnitud y se pueden presentar en cualquier extensión geográfica.

Figura 2-26 Esquema del análisis de efectos acumulativos



* Imp.= Impacto.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

	<p>CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.</p>	
	<p>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</p>	
	<p>VERSIÓN 0.1</p>	

El análisis incluyó la estimación relacionada con el potencial traslape, o no, de los efectos generados por los diferentes proyectos o actividades identificadas para el área, y si dichos efectos confluyen geográficamente en el territorio y en el tiempo. En caso de que no se presenten confluencias potenciales temporales o espaciales, se consideró que no existiría el potencial de presentarse efectos acumulativos.

Para el análisis se utilizó como insumo la valoración de la importancia de los impactos tanto para las actividades identificadas del escenario sin proyecto, como las evaluadas en el escenario con proyecto y se procedió a desarrollar la comparación entre los escenarios de acuerdo a la naturaleza, magnitud y extensión potencial de los impactos.

2.3.6 Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socio-ambiental que deberá asumir el proyecto, los cuales se determinan a partir de la integración de los resultados de la zonificación ambiental, en la que se analiza el área de estudio a través de la sensibilidad y la importancia de los elementos característicos del área de estudio, con los resultados que arrojó la evaluación de impactos significativos.

De los resultados obtenidos de la zonificación ambiental y de impactos, se deduce que, las zonas de baja y muy baja Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que solamente se requieren manejos asociados con acciones de prevención, diferenciándose entre sí por la capacidad natural de recuperación del medio (las primeras en el largo plazo y las segundas en el corto); mientras que, las zonas de alta Sensibilidad/Importancia, representan porciones del territorio en las que se requieren manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo, en tanto que las zonas de moderada sensibilidad/importancia representan porciones del territorio en las que al menos una temática requiere manejos asociados con acciones de mitigación con efectos en el corto plazo.

Las áreas con impactos moderados requieren niveles de gestión que mitiguen en el largo plazo las afectaciones ocasionadas por las distintas fases del proyecto, en tanto que aquellas en las que se registren impactos irrelevantes requieren en el corto plazo acciones de prevención.

Igualmente, se requiere de una gestión socio-ambiental, para las áreas asociadas a impactos críticos y severos, que mitigue en el corto plazo los efectos ocasionados por las intervenciones propias del proyecto y que compense en el largo plazo los impactos derivados de las mismas.

La zonificación de manejo ambiental considera al menos las siguientes áreas, tal y como se aprecia en la Tabla 2-55, la cual presenta la matriz de decisiones empleada para la definición de las categorías de manejo, que asocian zonas con similares valores en la

relación de Sensibilidad/Importancia y en las categorías o tipos de impactos socio-ambientales zonificados.

Tabla 2-55 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo

Categoría zonificación ambiental	Categoría zonificación impactos significativos			
	Critico	Severo	Moderado	Irrelevante
Sensibilidad/Importancia				
Muy alta	EX	(IMa)	(IMa)	(IMe)
Alta	(IMa)	(IMa)	(IMe)	(IMe)
Moderada	(IMa)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Baja	(IMe)	(IMe)	(IMe)	(AI)
Muy baja	(IMe)	(IMe)	(AI)	(AI)

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

A partir de la Tabla 2.43 se realizan los análisis de vulnerabilidad propuestos para la zonificación de manejo ambiental del proyecto, en concordancia con lo establecido por los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental para la construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos (M-M-INA-02), siguiendo las reglas de decisión con las que se definen las siguientes áreas tipo:

- **Áreas de exclusión (Ex):** incluyen las zonas en las que debido a las características de sensibilidad ambiental y social no es posible el desarrollo de las actividades del proyecto, por lo que son consideradas como zonas de exclusión relacionadas con los grados de fragilidad identificados por la evaluación ambiental. En el área de estudio no se presentan este tipo de áreas.
- **Áreas de intervención con restricciones mayores (IMa):** corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran relaciones de Sensibilidad /Importancia alta y moderada con impactos de carácter severo o moderado haciendo que sea necesario la implementación de acciones de restauración o de compensación, dado que los efectos del proyecto sobre los recursos representados en estas variables son recuperables solamente en el largo plazo o son irreversibles estos efectos.
- **Áreas de intervención con restricciones menores (IMe):** corresponde a zonas en las que los valores de fragilidad integran las cuatro categorías que tipifican las relaciones de Sensibilidad /Importancia en el área de estudio con los diferentes niveles de impactos ambientales. En este caso, además de la compensación o corrección con efectos en el largo plazo se requeriría de la implementación de acciones de mitigación con efectos en el largo plazo o de restauración o corrección con efectos en el corto plazo.
- **Áreas de intervención (Ai):** Corresponden a las áreas en las que es posible desarrollar el proyecto, ya que agrupan zonas con moderada, baja y muy baja relación de Sensibilidad/Importancia con zonas en las que se presentan impactos moderados e irrelevantes. En este caso se requeriría de la implementación de acciones de prevención

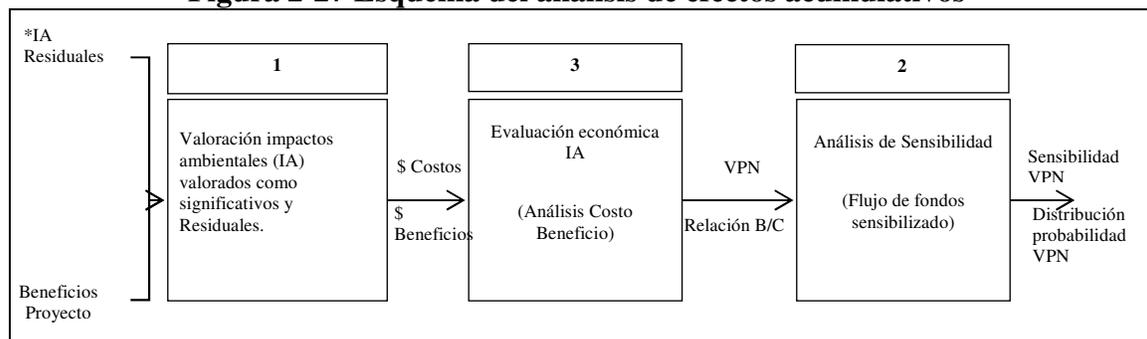
en el largo y corto plazo y de mitigación con efectos en el corto plazo.

2.3.7 Evaluación Económica Ambiental

La valoración económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales (positivos y negativos) que potencialmente pueden atribuirse al desarrollo del proyecto de construcción de la nueva calzada en el Departamento de Antioquia. Identificados y evaluados los impactos ambientales, se expresan en términos monetarios aquellos impactos más significativos, definidos como aquellos impactos que no pueden ser internalizados (residuales) luego de la aplicación de estrategias de manejo del PMA de acuerdo con la Metodología General para la presentación de Estudios Ambientales (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de seis etapas, no obstante las primeras tres se desarrollan en el marco de la evaluación ambiental, por lo tanto el proceso se puede resumir en las fases que se presentan en la Figura 2-27.

Figura 2-27 Esquema del análisis de efectos acumulativos



*IA: Impactos ambientales

Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

A continuación se describen los elementos más relevantes desarrollados en cada una de las fases del proceso de evaluación de impactos ambientales.

- Valoración de Impactos Ambientales

La valoración parte de la identificación de los potenciales beneficios socioambientales del proyecto y de los impactos ambientales obtenidos en el análisis de residualidad el cual está fundamentado en la propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010), la cual se basa en la evaluación de los impactos en función de la eficacia de la medida de manejo a implementar y el tiempo de recuperación del elemento afectado; a partir de los resultados se reevalúa el Índice de Importancia Ambiental obteniendo los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran como residual o no internalizables y son el objeto de la

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

valoración económica ambiental.

Para la determinación de las magnitudes físicas de los impactos ambientales identificados como significativos y residuales se desarrolla un ejercicio de análisis de los potenciales receptores del daño ambiental generado, utilizan para ello la información de los capítulos de generalidades del proyecto, caracterización del área de influencia, demanda, uso y aprovechamiento de recursos naturales y de los reportes de información geográfica. En este contexto para la valoración monetaria tan solo se consideran los impactos susceptibles a medir en unidades físicas, puntualmente de aquellos cuyas funciones ecológicas de producción se conozcan relativamente bien y de las que se disponga de información suficiente para correr algunos de los métodos establecidos para la valoración económica.

Para la valoración o traducción monetaria de los bienes y servicios ambientales potencialmente afectados, se utiliza las metodologías desarrollada y validadas por las ciencias económicas las cuales además están sugeridas en los términos de referencia M-M INA – 02 (MADS, 2015), en la guía metodológica para la valoración de bienes, servicios y recursos naturales (MAVDT, 2003) y en la guía la presentación de estudios ambientales del ministerio del ambiente y desarrollo territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Pág 25, 2010).

De acuerdo a la tipología del impacto se utilizaran la metodología que permita aproximarse al valor económico del bien, servicio o recurso afectado, y en términos generales esta valoración pueden basarse en la creación de mercados hipotéticos, (valoración contingente), en mercados existentes (valoración con base en los precios del mercado), en los costos operacionales (método basado en costos), en los gastos que se incurren para disfrutar de un Bienes y Servicios Ambientales BySA (método del coste de viaje), en las diferencias existentes entre un mismo BySA (precios hedónicos) entre otros (Ver Tabla 2-56).

Tabla 2-56 Métodos sugeridos Términos de referencia -M INA – 02 (MADS, 2015)

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
Orientación	Intentan cuantificar lo que las personas están dispuestas a pagar por atender, mitigar o evitar una situación que les empeora su bienestar a partir de sus decisiones de gasto.	Estiman el valor de uso directo e indirecto de los bienes y servicios ambientales por tipo de uso (recreación, salud, insumo de producción, entre otros), aprovechando la relación que exista entre la calidad ambiental y un bien o servicio de mercado.	En el enfoque de preferencias declaradas se le pide a la gente expresar directamente sus preferencias y valores, en lugar de deducir los valores de las opciones reales, como aquellos de preferencia revelada
Métodos más usados	a. Costos de mitigación b. Costos de reposición c. Costos de reemplazo d. Costos evitados	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d.	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)

Métodos	Métodos basados en costos	Métodos de preferencias reveladas	Métodos de preferencias declaradas
	e. Costos de enfermedad /morbilidad	Costo de oportunidad	
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente: Términos de referencia M-M INA – 01 pg. 77. MADS 2014.

Finalmente se obtiene el valor económico en unidades monetarias de los potenciales beneficios y daños ambientales (externalidades negativas) asociadas a las obras y actividades del proyecto. Los beneficios corresponden al valor de las acciones de prevención y compensación o externalidades positivas, la generación de empleo y los beneficios obtenidos por el ahorro en el tiempo generalizado del transporte. Los daños ambientales corresponden a los costos externos o impactos negativos generados por las actividades del proyecto.

- Análisis Costo Beneficio- ACB

Con el fin de evaluar la viabilidad del proyecto desde las perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados al proyecto de construcción vial, el cual se utiliza como indicador determinante en la toma de decisiones. El análisis se desarrolla dividiendo todos los beneficios obtenidos durante la vida útil del proyecto con la totalidad de las externalidades negativas asociadas a su ejecución. Si el resultado es superior a uno el proyecto es viable, si el resultado es igual a uno la ejecución del mismo es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde las perspectiva ambiental.

Es necesario aclarar que el ACB no es convencional, sino que hace referencia a los beneficios netos generados a la sociedad por las afectaciones en el flujo de bienes y servicios ambientales impactados.

El cálculo del VPNE se obtiene aplicando la fórmula:

$$VPNE = \sum_i \frac{B_i - C_i}{(1 + r)^i} = \sum_i \frac{B_i}{(1 + r)^i} - \sum_i \frac{C_i}{(1 + r)^i}$$

Dónde:

- Bi Beneficios: Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i;
- Ci Costos: El valor de los impactos negativos en el año i;
- r: Es la tasa social de descuento;
- i: Es el indicador del año.

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

El criterio de aceptación, rechazo o indiferencia en la viabilidad de un proyecto, consiste en un VPNE mayor a cero, menor a cero, e igual a cero, respectivamente, como se indica en la Tabla 2-57.

Tabla 2-57 Interpretación del indicador VPNE

Valor Presente Neto	Interpretación
VPNE > 0	Los beneficios del proyecto son mayores que sus costos ,por tanto se acepta el proyecto y se dice que éste genera ganancias en bienestar social
VPNE = 0	El proyecto no produce beneficios ni costos. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social
VPNE < 0	Los costos del proyecto son mayores que sus beneficios. Por tanto, se debe rechazar el proyecto ya que provoca pérdidas en bienestar social.

Fuente: CEDE 2010.

- **Análisis de Sensibilidad**

El análisis de sensibilidad es una técnica que es aplicada a la valoración inicial del VPN, con objeto de determinar como potenciales variaciones en las variables que no son estáticas y no se pueden predecir desde el inicio afectan la rentabilidad y la relación beneficio costo del proyecto. Para este fin se utiliza el programa CrystalBall, con el cual se ejecuta una serie de simulaciones que buscan demostrar, de manera más práctica, el impacto de las diferentes variables en el resultado de la evaluación del proyecto.

Para el modelo de simulación se definen una serie de supuestos que permiten modelar las variables que determinan la incertidumbre de cada uno de los costos (externalidades negativas) y beneficios definidos para la evaluación del proyecto.

2.3.8 Plan de Gestión del Riesgo

Para la construcción del Plan de Gestión del Riesgo se utilizará la información primaria recolectada en campo con relación a las potenciales amenazas y elementos vulnerables, e información secundaria relacionada con la periodicidad de eventos amenazantes, sus potenciales efectos y los lineamientos básicos de respuesta que desarrollaría la empresa para la atención de una emergencia.

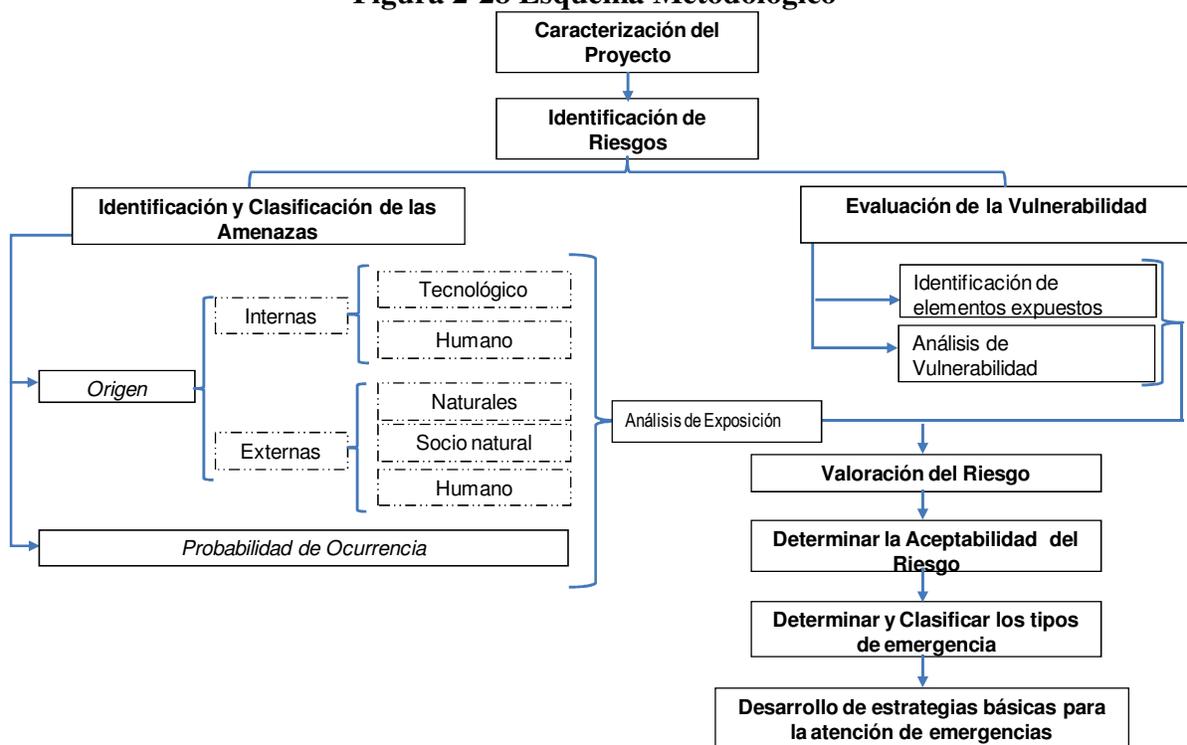
Para su desarrollo se adoptaron los lineamientos establecidos en los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, requerido para el trámite de la licencia ambiental de los proyectos de construcción de carreteras y/o de túneles con sus Accesos, establecidos por la Resolución 0751 del 26 de Marzo de 2016.

Adicionalmente, la metodología desarrollada por Consultoría Colombiana S.A. para el análisis de riesgos del plan tendrá en consideración los elementos expuestos por el Fondo

de Prevención y Atención de Emergencias – FOPAE en la Resolución 004/09 (Metodologías de Análisis de Riesgo, Documento Soporte Guía para Elaborar Planes de Emergencia y Contingencias) y la Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la Identificación de los Peligros y la Valoración de los Riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional. Gestión, Principios y Proceso (ICONTEC, 2011).

En la Figura 2-28 se relaciona el esquema metodológico a ser utilizado para el desarrollo del Plan de Gestión de Riesgo.

Figura 2-28 Esquema Metodológico



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2016.

Para la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo se realizará, de acuerdo a la caracterización de línea base, la identificación y clasificación de las amenazas; posteriormente se determinarán los potenciales elementos vulnerables y se procederá a realizar el análisis de riesgos. A continuación se detallan los pasos a seguir:

2.3.8.1 Identificación y determinación de la probabilidad de ocurrencia y/o presencia de una amenaza

Una amenaza se describe como la fuente de daño potencial o situación con potencial para causar una pérdida (ICONTEC, 2004). La fuente de dicho daño puede ser un fenómeno y/o una actividad humana o natural que tiene el potencial de causar la muerte o lesiones, daños

materiales, interrupción de la actividad social, económica y/o la degradación ambiental (EIRD, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004). Un evento amenazante se considera cómo la manifestación final de la amenaza, que genera los efectos adversos.

- Identificación de Amenazas

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrolló mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificaron las potenciales amenazas externas (del medio hacia el proyecto) e internas (del proyecto hacia el medio) que se podrían presentar durante el desarrollo de las actividades.

- Consolidación de los Escenarios de Riesgo

La consolidación de los escenarios de riesgo tiene como objetivo determinar qué elementos serían vulnerables a sufrir efectos adversos por la manifestación de una amenaza. Para esto, se identificaron tanto los elementos vulnerables del proyecto, cómo los elementos de los medios que potencialmente podrían afectarse por contingencias durante la construcción y operación del proyecto.

- Estimación de la Probabilidad de Ocurrencia

Se relaciona con la cantidad de veces por unidad de tiempo que el evento amenazante se puede manifestar alterando las condiciones operativas del proyecto y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realizó la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2-58.

Tabla 2-58 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

Puntos	Grado	Probabilidad	Descripción	Ocurrencia casos
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Hasta 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta alguna veces	Hasta 1 evento al año
2	Baja	Remoto	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta esporádicamente	Hasta 1 caso cada 5 años
1	Muy Baja	Improbable	Posibilidad de ocurrencia baja, se presenta en forma excepcional	Hasta 1 caso cada 10 años o más

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.8.2 Identificación y Análisis de la Vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a la predisposición de sufrir pérdidas o daños de los seres

humanos y sus medios de subsistencia, así como de sus sistemas físicos, ambientales, sociales, económicos y de apoyo que pueden ser afectados por eventos peligrosos (artículo 4° Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; en la Tabla 2-59 se muestran los niveles establecidos por la metodología para la clasificación de las consecuencias.

2.3.8.2.1 Niveles de Consecuencias

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evaluaron de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos económicos, ambientales y sociales (se involucró la imagen institucional y percepción sobre la empresa en el análisis). En la Tabla 2-59 se muestran los criterios utilizados.

Tabla 2-59 Criterios para la calificación de vulnerabilidad

Nivel	Puntos	Descripción de elementos vulnerables			
		Lesiones Personales	Daño Ambiental	Pérdidas Materiales*	Imagen
Muy alto	5	Una o Más fatalidades	Contaminación irreparable	Catastrófica > o = 20%	Internacional
Alto	4	Incapacidad permanente (Parcial o total)	Contaminación mayor	Grave Entre el 10% y el 20%	Nacional
Medio	3	Incapacidad temporal (>1 día)	Contaminación localizada	Severo Entre el 5% y el 10%	Regional
Bajo	2	Lesiones leves	Efecto menor o leve	Importante Entre el 3% y el 5%	Local
Muy Bajo	1	Ninguna lesión	Ningún efecto	Marginal < 3%	Al interior de la empresa

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016, adaptado de (ECOPEPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).* Porcentajes con relación al presupuesto total de la obra a ejecutar.

2.3.8.2.2 Nivel de Amenaza

El nivel de amenaza hace referencia a la relación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento amenazante y las consecuencias potenciales del mismo sobre los elementos vulnerables. Para identificar el nivel de amenaza se aplicó la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{\text{Probabilidad} \times \text{Consecuencia}}{25} \right) \times 100 = \text{Nivel de Amenaza}$$

Con el fin de interpretar los resultados de la ecuación anterior, se realizó una categorización

 Agencia Nacional de Infraestructura	CONCESIONARIA VIAL DESARROLLO VIAL AL MAR CONSTRUCCIÓN DE LA SEGUNDA CALZADA TÚNEL - SAN JERÓNIMO. UF 1 Y 3 DEL PROYECTO AUTOPISTA AL MAR 1.	
	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	
	VERSIÓN 0.1	

de los niveles de amenaza, dando como resultados los cinco (5) niveles mostrados en la Tabla 2-60.

Tabla 2-60 Niveles de Amenaza

Nivel	Puntos	Descripción
Muy alto	5	Amenazas con muy alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias altamente significativas. Valores entre el 81% y el 100%
Alto	4	Amenazas con alta probabilidad de ocurrencia y consecuencias significativas. Valores entre el 61% y el 80%
Medio	3	Amenazas con probabilidad moderada de ocurrencia y consecuencias moderadas. Valores entre el 36% y el 60%
Bajo	2	Amenazas con probabilidad baja de ocurrencia y consecuencias baja. Riesgo entre el 11% y el 35%
Muy Bajo	1	Amenazas con probabilidad muy baja de ocurrencia y sin consecuencias. Valores menores o iguales al 10%

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.8.2.3 Nivel de Exposición

Finalmente para determinar el nivel de riesgo se tuvo en cuenta el nivel de exposición entre las amenazas y los elementos vulnerables. Los rangos establecidos para este se presentan en la Tabla 2-61.

Tabla 2-61 Criterios para calificar la exposición

Nivel de Exposición		
Clasificación		Descripción
4	Permanente	El elemento amenazante está presente en todo momento o muchas veces en un día.
3	Frecuente	El elemento amenazante está presente con frecuencia o varias veces en la semana.
2	Ocasional	El elemento amenazante está presente ocasionalmente o varias veces al mes.
1	Esporádico	El elemento amenazante no se presenta casi nunca.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016

2.3.8.2.4 Análisis del Nivel de riesgo

Con el fin de categorizar los escenarios de riesgo identificados, se utilizó el nivel de amenaza y el nivel de exposición para identificar el nivel de riesgo que representa cada escenario, aplicando la relación que se muestra en la Tabla 2-62.

La categorización de los diferentes escenarios de riesgo permitió establecer el marco para desarrollar los lineamientos para la reducción del riesgo y las medidas a tener presente para el manejo de un eventual incidente.

Tabla 2-62 Determinación del nivel de riesgo

Nivel De Amenaza		Nivel De Exposición			
		Permanente	Frecuente	Ocasional	Esporádico
		4	3	2	1
Muy alto	5	MA	A	A	M
Alto	4	A	A	M	B
Medio	3	M	M	B	MB
Bajo	2	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 de (ECOPETROL, Dirección de Responsabilidad Integral, 2008).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2-63.

Tabla 2-63 Definición del Nivel de Riesgo

Nivel	Interpretación
Muy Alto	Riesgo intolerable para asumir, requiere buscar alternativa y decide la Gerencia si se desarrolla o no la actividad.
Alto	Si se decide realizar la actividad, deberá implementarse previamente un tratamiento especial en cuanto al nivel de control (Demostrar control de riesgo). Gerencia involucrada en decisión e investigación de incidentes.
Medio	Se deben tomar medidas para reducir el riesgo a niveles razonablemente prácticos, debe demostrarse el control del riesgo.
Bajo	Discutir y gestionar mejora de los sistemas de control y de calidad establecidos (permisos, ATS, procedimientos, lista de chequeo, responsabilidades y competencias, EPP, etc.).
Muy Bajo	Riesgo muy bajo, usar sistemas de control y calidad establecidos.

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016 Modificado de (ECOPETROL, 2012).

2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental fue elaborado por la firma Consultoría Colombiana S.A que cuenta con más de 45 años de experiencia en Consultoría de proyectos de infraestructura y más de 20 años de experiencia en la elaboración de estudios ambientales. La Tabla 2-64 muestra la estructura organizacional y los profesionales que participaron en el estudio:

Tabla 2-64 Estructura Organizacional del Estudio

Id	Función (Rol)	Profesional
1	Director del proyecto	Gildardo Méndez
2	Coordinador EIA	Sandra Patricia Gutiérrez
3	Especialista Evaluación de Impactos	Olga Devia
4	Profesional Forestal 1	Carmen Yulieth Escudero
5	Profesional Forestal 2	Diana Milena Morales
6	Profesional Forestal 3	Ingrid Rincón
7	Profesional Forestal 4	Jenny Ramírez
8	Profesional Forestal 5	Tatiana Peña
9	Profesional Forestal 6	Viviana González
10	Profesional Forestal 7	Juan Manuel Alameda
11	Profesional Forestal 8	Juan Carlos Mora
12	Profesional Forestal 9	Diana Hernández
13	Profesional Forestal 10	Juan Carlos Aldana
14	Bióloga 1	Judy Vanessa Palomino
15	Biólogo 2	Henry Benítez
16	Biólogo 3	Amilcar Rentería
17	Biólogo 4	Andrés Duarte
18	Especialista SIG Bases de datos	Camilo Barajas
19	Especialista SIG 1	Andrés Plazas
20	Especialista SIG 2	Jhony Cuervo
21	Especialista SIG 3	Erika Téllez
22	Especialista SIG 4	Sandra Heredia
23	Especialista Botánica	Astrid Caro
24	Especialista Botánico	David Estrada
25	Especialista Epífitas no vasculares	David Cortés
26	Especialista Epífitas vasculares	Jhon Buitrago
27	Ingeniera Ambiental 1	Diana Carolina Martínez
28	Ingeniera Ambiental 2	Ana Paola Rodríguez
29	Ingeniera Ambiental 3	Daniel Alam
30	Ingeniera Ambiental 4	Gustavo Alexander Gutiérrez
31	Hidróloga	Diana Eugenia Martínez
32	Ingeniero Agrónomo	Randy Forero
33	Ingeniera Agrónoma	Lorena Betancurt
34	Geólogo	Giovanni Otalora
35	Geólogo	Carlos Giovanni Guerrero

Id	Función (Rol)	Profesional
36	Geóloga	Sonia Niebles
37	Geóloga	Marcela Jaramillo
38	Geotecnista	Luis Felipe Pérez
39	Hidrogeólogo	Edwin Castelblanco
40	Profesional Social 1	Carolina Perico
41	Profesional Social 2	Sheila Villalobos
42	Profesional Social 3	Alba Niño
43	Profesional Social 4	Ingrid Morales
44	Profesional Social 5	Diana Ospina
45	Profesional Social 6	Diana Benito
46	Profesional Social 7	Ignacio Flórez
47	Arqueóloga 1	Eliana Pulgarín
48	Arqueóloga 2	Diana Isabel Calderón
49	Arqueólogo 3	Tulio Ceballos
50	Arqueólogo 4	Alexander Chamorro
51	Arqueólogo 5	Elías Sánchez
52	Ingeniero Civil	Juan Carlos Vargas
53	Apoyo Administrativo	Michael Ramos
54	HSE	Lydia García / Ramón Rivera
55	Especialista PDC	Fernando Rivera

Fuente: Consultoría Colombiana S.A. 2016