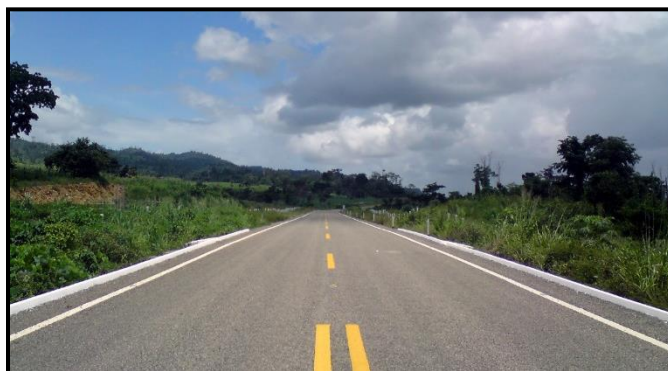


ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS, FINANCIACIÓN, GESTIÓN AMBIENTAL, PREDIAL
Y SOCIAL, CONSTRUCCIÓN, MEJORAMIENTO, REHABILITACIÓN, OPERACIÓN,
MANTENIMIENTO Y REVERSIÓN DEL CORREDOR VIAL PAMPLONA-CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE
CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES



CORREDOR VIAL DOBLE CALZADA PAMPLONA - CÚCUTA

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
2 GENERALIDADES	1
2.1 ANTECEDENTES.....	1
2.1.1 Justificación.....	1
2.1.2 Permisos y Trámites Previos	2
2.1.2.1 Trámites Administrativos	3
2.1.2.1.1 Trámites ante la ANLA	3
2.1.2.1.2 Asociación RED Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR).....	5
2.1.2.1.3 Trámites ante el ICANH.....	6
2.1.2.1.4 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR	6
2.1.2.1.5 Trámites ante la Gobernación de Norte de Santander.....	6
2.1.2.1.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.....	7
2.1.2.1.7 Trámites ante el Ministerio del Interior	7
2.1.2.1.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería.....	8
2.1.3 Interrelación con proyectos de Interés presentes en la zona	8
2.1.3.1 Consideraciones iniciales de análisis.....	8
2.1.3.2 Procesamiento de información disponible.....	9
2.1.3.3 Coexistencia de proyectos.....	14
2.2 ALCANCES DEL EIA.....	14
2.2.1 Alcance General	14
2.2.2 Limitaciones y/o Restricciones.....	15
2.3 METODOLOGÍA.....	17
2.3.1 Medio Abiótico	17
2.3.1.1 Geología.....	17
2.3.1.1.1 Objetivos	17

2.3.1.1.2	Alcances.....	18
2.3.1.1.3	Metodología	18
2.3.1.2	Geomorfología.....	20
2.3.1.2.1	Objetivos	20
2.3.1.2.2	Alcance	20
2.3.1.2.3	Metodología	21
2.3.1.3	Paisaje	24
2.3.1.3.1	Objetivos específicos.....	24
2.3.1.3.2	Etapas Precampo.....	25
2.3.1.3.3	Etapas Poscampo	25
2.3.1.4	Suelo y Usos de la Tierra	26
2.3.1.4.1	Objetivos Específicos	26
2.3.1.4.2	Etapas Precampo.....	27
2.3.1.4.3	Etapas de Campo	28
2.3.1.4.4	Etapas de PosCampo	29
2.3.1.5	Hidrología	32
2.3.1.5.1	Fase Precampo	32
2.3.1.5.2	Fase Campo.....	33
2.3.1.5.3	Fase PosCampo.....	33
2.3.1.6	Calidad del Agua	39
2.3.1.6.1	Fase de Precampo	39
2.3.1.6.2	Fase de Campo	40
2.3.1.6.3	Fase de Poscampo.....	42
2.3.1.7	Usos del Agua	42
2.3.1.7.1	Fase de Precampo	42
2.3.1.7.2	Fase de Campo	42
2.3.1.7.3	Fase de Poscampo.....	43
2.3.1.8	Hidrogeología	43
2.3.1.8.1	Objetivos	43
2.3.1.8.2	Alcance	43
2.3.1.8.3	Metodología	44
2.3.1.9	Geotecnia.....	49
2.3.1.10	Atmosfera.....	51
2.3.1.10.1	Meteorología	51

2.3.1.10.2	Identificación de Fuentes de Emisión	52
2.3.1.10.3	Calidad del Aire	53
2.3.1.10.4	Ruido.....	53
2.3.2	Medio Biótico	54
2.3.2.1	Zonas de Vida	54
2.3.2.2	Ecosistemas Terrestres	55
2.3.2.2.1	Determinación de biomas.....	56
2.3.2.2.2	Determinación de Unidades Bióticas	58
2.3.2.2.3	Determinación de ecosistemas.....	58
2.3.2.3	Cobertura de la Tierra.....	59
2.3.2.3.1	Fase Precampo	60
2.3.2.3.2	Fase Campo.....	60
2.3.2.3.3	Fase Poscampo	61
2.3.2.4	Flora	61
2.3.2.4.1	Caracterización Florística y Estructural.....	61
2.3.2.4.2	Fase de Precampo o Alistamiento	62
2.3.2.4.3	Fase de Campo	67
2.3.2.5	Aprovechamiento Forestal	87
2.3.2.6	Epifitas	89
2.3.2.6.1	Fase Precampo	89
2.3.2.6.2	Fase Campo.....	90
2.3.2.6.3	Fase Postcampo	93
2.3.2.7	Fauna	94
2.3.2.8	Recopilación de Información Secundaria.....	94
2.3.2.8.1	Fase de campo.....	104
2.3.2.8.2	Metodología aplicada en campo	112
2.3.2.8.3	Análisis de la Información.....	119
2.3.2.9	Ecosistemas Acuáticos.....	125
2.3.2.9.1	Etapa de campo	126
2.3.2.9.2	Análisis de laboratorio	132
2.3.2.9.3	Análisis de datos	133
2.3.2.10	Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas	136
2.3.3	Medio Socioeconómico.....	137
2.3.3.1	Marco Conceptual General	138

2.3.3.2	Marco Legal.....	141
2.3.3.3	Desarrollo de la Metodología	143
2.3.3.3.1	Etapa Precampo.....	145
2.3.3.3.2	Etapa de Campo	149
2.3.3.3.3	Etapa de Post Campo	157
2.3.3.4	Arqueología	160
2.3.3.4.1	Revisión cartográfica y documental análisis preliminar	160
2.3.3.4.2	Trabajo de campo – prospección arqueológica	161
2.3.3.4.3	Trabajo de laboratorio – análisis de datos	164
2.3.3.4.4	Análisis cuantitativo y espacial	167
2.3.3.4.5	Zonificación arqueológica y formulación de plan de manejo	167
2.3.4	Servicios Ecosistémicos	168
2.3.4.1	Levantamiento de información en campo	168
2.3.4.1.1	Encuestas sobre Servicios Ecosistémicos.....	168
2.3.4.1.2	Cartografía Social.....	168
2.3.4.1.3	Fichas veredales	168
2.3.4.1.4	Entrevistas socioculturales	169
2.3.4.2	Dependencias del proyecto hacia los servicios ecosistémicos.....	169
2.3.4.3	Análisis sobre los impactos hacia los SSEE	169
2.3.5	Zonificación Ambiental.....	169
2.3.6	Evaluación Ambiental	174
2.3.6.1	Marco Conceptual y Aspectos Metodológicas	174
2.3.6.2	Metodología para la Evaluación de Impactos	175
2.3.7	Zonificación de Manejo Ambiental	188
2.3.8	Evaluación Económica Ambiental.....	190
2.3.8.1	Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad)	191
2.3.8.2	Análisis de Internalización	196
2.3.8.3	Evaluación económica de impactos no internalizables	201
2.3.9	Plan de Gestión del Riesgo	203
2.3.10	Otros planes y programas.....	207
2.3.10.1	Plan de inversión del 1%	207
2.3.10.2	Plan de compensaciones del componente biótico	209
2.4	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO	211

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1 Áreas de superposición con áreas de uso de suelo urbano y de expansión, del Municipio de pamplona	11
Tabla 2.2 Categorías de uso del suelo urbano.....	12
Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos	23
Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo y verificación de suelos.....	28
Tabla 2.5 Equipos y Reactivos.....	29
Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001	31
Tabla 2.7 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente compacidad	34
Tabla 2.8 Valores interpretativos del factor de forma	35
Tabla 2.9 Ecuaciones mediante las cuales se definió el tiempo de concentración de las cuencas	35
Tabla 2.10 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III	38
Tabla 2.11 Variables y ecuaciones para determinar el Balance hídrico	38
Tabla 2.12 Metodología de análisis.....	41
Tabla 2.13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables	50
Tabla 2.14 Rangos de Zonificación Climática	52
Tabla 2.15 Clasificación del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical.....	56
Tabla 2.16 Claificación del Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical	57
Tabla 2.17 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM	57
Tabla 2.18 Clasificación climática de Lang	57
Tabla 2.19 Especificaciones de las imágenes utilizadas para la generación de la cartografía de cobertura de la tierra.....	60
Tabla 2.20 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF1.....	63
Tabla 2.21 Categorías de la regeneración natural	63
Tabla 2.22 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF1.....	64
Tabla 2.23 Parámetros estadísticos.....	66
Tabla 2.24 Codificación de cuadrillas.....	69
Tabla 2.25 Cálculo de variables dasométricas.....	75
Tabla 2.26 Parámetros estructurales e índices de diversidad	76
Tabla 2.27 Cálculo de variables dasométricas.....	81
Tabla 2.28 Parámetros estructurales e índices de diversidad	82

Tabla 2.29 Categorías de uso e importancia para las especies de flora	87
Tabla 2.30 Levantamiento de información según ecosistema	88
Tabla 2.31 Identificación de las comisiones en campo.....	89
Tabla 2.32 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna	95
Tabla 2.33 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna.....	105
Tabla 2.34 Puntos de muestreo del grupo de Anfibios y Reptiles registrados en la UF1	106
Tabla 2.35 Puntos de muestreo del grupo de aves registradas en la UF1	109
Tabla 2.36 Puntos de muestreo del grupo de mamíferos registrados en la UF1	111
Tabla 2.37 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo	120
Tabla 2.38 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna.....	122
Tabla 2.39 Análisis establecido para Hidrobiológicos.....	132
Tabla 2.40 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col.....	135
Tabla 2.41 Puntajes asignados para cada familia en el índice BMWP/Col.....	136
Tabla 2.42 Fuentes Bibliográficas consultadas	141
Tabla 2.43 Cronograma etapa de Precampo	148
Tabla 2.44 Recursos requeridos actividades Precampo	149
Tabla 2.45 Esquema de convocatoria a grupos de interés.....	150
Tabla 2.46 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento	153
Tabla 2.47 Cronograma de actividades etapa de campo	155
Tabla 2.48 Recursos requeridos etapa de campo.....	157
Tabla 2.49 Cronograma de actividades etapa Post Campo	159
Tabla 2.50 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo...	159
Tabla 2.51 Categorías de Sensibilidad	170
Tabla 2.52 Categorías de Importancia	171
Tabla 2.53 Matriz de correlación Sensibilidad/Importancia (S/I)	172
Tabla 2.54 Valores de calificación para la naturaleza	176
Tabla 2.55 Valores de calificación para la intensidad.....	176
Tabla 2.56 Valores de calificación para la extensión.....	176
Tabla 2.57 Valores de calificación para el momento	177
Tabla 2.58 Valores de calificación para la persistencia	177
Tabla 2.59 Valores de calificación para la reversibilidad	178
Tabla 2.60 Valores de Calificación para la Sinergia	178
Tabla 2.61 Valores de calificación para la acumulación	178
Tabla 2.62 Valores de calificación para el efecto	179
Tabla 2.63 Valores de calificación para la periodicidad.....	179
Tabla 2.64 Valores de calificación para la recuperabilidad.....	179
Tabla 2.65 Impactos de naturaleza negativa.....	180
Tabla 2.66 Impactos de naturaleza positiva	181
Tabla 2.67 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación	184
Tabla 2.68 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo	184
Tabla 2.69 Sistema de clasificación para la importancia ambiental.....	185
Tabla 2.70 Clasificación para la valoración de la importancia neta	186
Tabla 2.71 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo.....	189
Tabla 2.72 Clasificación para la valoración del tiempo de recuperación	194
Tabla 2.73 Clasificación para la valoración de la eficacia de la medida de manejo.....	194
Tabla 2.74 Clasificación para la valoración de la importancia neta	196

Tabla 2.75 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 01	201
Tabla 2.76 Interpretación del indicador VPNE.....	202
Tabla 2.77 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas	204
Tabla 2.78 Criterios para la calificación de fragilidad	205
Tabla 2.79 Criterios para definir vulnerabilidad	206
Tabla 2.80 Criterios para definir el nivel del riesgo.....	206
Tabla 2.81 Definición del nivel de riesgo.....	206
Tabla 2.82 Definición de correlación entre los instrumentos de gestión y las acciones definidas por el manual.....	210
Tabla 2.83 Estructura Organizacional del Estudio.....	211

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Superposición con proyectos licenciados (Título minero ELV-081)	10
Figura 2.2 Superposición con usos de suelo urbano y suelo de expansión del Municipio de Pamplona	13
Figura 2.3 Esquema de jerarquización geomorfológica.....	22
Figura 2.4 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1	46
Figura 2.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica	50
Figura 2.6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000.....	59
Figura 2.7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas.....	64
Figura 2.8 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales.	64
Figura 2.9 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de herbazales	65
Figura 2.10 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.	70
Figura 2.11 Localización de individuos para perfil de vegetación.....	71
Figura 2.12 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos	72
Figura 2.13 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo.	73
Figura 2.14 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas	90
Figura 2.15 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm ²) de las especies no vasculares	91
Figura 2.16 Sitios de muestreo de Anfibios.....	107
Figura 2.17 Sitios de muestreo de Reptiles.....	108
Figura 2.18 Sitios de muestreo de Aves	110
Figura 2.19 Sitios de muestreo de Mamíferos.....	112
Figura 2.20 Estructura del Proceso Metodológico.....	144
Figura 2.21 Variación del impacto en función del tiempo	175
Figura 2.22 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación.....	182
Figura 2.23 Superposición de capas para el proceso de zonificación	183
Figura 2.24 Esquema del análisis de efectos acumulativos	188
Figura 2.25 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto.....	191
Figura 2.26 Indicadores en la evaluación ambiental	193

CORREDOR 4G PAMPLONA – CÚCUTA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF 1 VARIANTE PAMPLONA

CAPÍTULO 2 GENERALIDADES

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

	Pág.
Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD	68
Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas	68
Fotografía 2.3 Medición del DAP	70
Fotografía 2.4 Identificación de las parcelas e individuos fustales	71
Fotografía 2.5 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica	73
Fotografía 2.6 Montaje para el prensado de material botánico	74
Fotografía 2.7 Búsqueda de individuos de anfibios y reptiles.	113
Fotografía 2.8 Instalación de redes de niebla	115
Fotografía 2.9 Extracción de individuos de las redes de niebla	115
Fotografía 2.10 Ubicación de trampas Sherman	116
Fotografía 2.11 Instalación de redes de niebla	117
Fotografía 2.12 Instalación de cámaras trampa	118
Fotografía 2.13 Recorridos de observación y búsqueda de rastros	119
Fotografía 2.14 Realización de entrevistas	119
Fotografía 2.15 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)	127
Fotografía 2.16 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)	128
Fotografía 2.17 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)	129
Fotografía 2.18 Toma de muestras de peces (red de mano)	130

2 GENERALIDADES

Teniendo en cuenta los objetivos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 y en el Plan Maestro de Transporte 2015, para mejorar la infraestructura de transporte y garantizar la conectividad de las regiones, la Agencia Nacional de Infraestructura - ANI ha planteado un ambicioso programa de concesiones de carreteras compuesto por un grupo de corredores viales, los cuales impactan en importantes regiones del país en materia económica, para lo cual a partir del año 2012 la ANI 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 - APP 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 corredor vial de la Troncal Cordillera Oriental, Proyecto Pamplona – Cúcuta – Frontera con Venezuela.

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, 141 km de túneles y 150 km de viaductos, por un valor de inversión aproximado de 47 billones de pesos (Departamento Nacional de Planeación, 2014).

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Justificación

En el año 2013, se suscribió el contrato No. 185 entre el Fondo de Adaptación y el Consorcio Estructuración Vial (CEV), cuyo objeto fue la estructuración integral para los proyectos de los corredores viales: 1) Bogotá - Bucaramanga, 2) Bucaramanga - Pamplona, 3) Duitama – Pamplona - Cúcuta, 4) Norte de Santander. 5) Transversales Cusiana- Casanare-Boyacá y 6) Manizales-Honda-Villeta. La firma de este contrato constituye además un proceso clave para el desarrollo vial de muchas zonas del país afectadas por la ola invernal del 2010 a 2011.

Luego mediante el documento CONPES número 3844 de 2015 (Anexo 4 – D) se presentó, para conocimiento del Consejo Nacional de Política Económica y Social – CONPES-, tres proyectos de la Fase I de la tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones Viales (1. Bucaramanga – Pamplona; 2. Pamplona – Cúcuta y 3. Buga Buenaventura), los cuales a su vez se rigen por los lineamientos del Gobierno Nacional, establecidos en el documento CONPES 3760 de 2013 y por la Ley 1508 de 2012 relacionada con las APP que están a cargo del Ministerio de Transporte, a través de la ANI, estos proyectos están dirigidos 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 de frontera del país (CONPES 3760, 2013). Dicho programa se mantiene vigente como política a través del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “*Todos por un nuevo país PAZ, EQUIDAD, EDUCACIÓN*”.

El corredor Bucaramanga – Pamplona – Cúcuta, se priorizó dentro de la Fase I de la Tercera Ola de la Cuarta Generación de Concesiones viales - 4G por tratarse de proyectos que ayudarán, en un marco de mediano plazo, a mejorar la situación coyuntural de la crisis fronteriza entre Colombia y Venezuela, y la respectiva problemática humanitaria derivada.¹

Mediante memorando No. 2015-200-011915-3 del 16 de octubre de 2015, la Vicepresidencia de Estructuración de ANI luego de un proceso técnico de verificación determinó que el proyecto Pamplona – Cúcuta, el cual se encuentra georreferenciado y cumpliendo con los presupuestos establecidos en las normas constitucionales y legales vigentes para ser declarado de utilidad pública e interés social, se declara por el Ministerio de Transporte y la ANI, mediante Resolución No. 1934 del 13 de noviembre de 2015 (Anexo 4 – F), como proyecto de utilidad pública e interés social, 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 corredor vial Pamplona - Cúcuta, ubicado en el departamento de Norte de Santander, está conformado por seis (6) unidades funcionales (UF); fue adjudicado por parte de la ANI, a la Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita S.A.S., mediante contrato de concesión bajo esquema APP No. 002 de 02 de junio de 2017. La Concesionaria Unión Vial Río Pamplonita es la encargada de la realización de los estudios, diseños definitivos, financiación, gestión ambiental, predial y social, así como la construcción, mejoramiento, rehabilitación, operación, mantenimiento y reversión del corredor vial comprendido entre Pamplona y Cúcuta.

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 de la actual Ruta Nacional 55 Tramo 05 (Pamplona - Cúcuta) en el departamento de Norte de Santander, 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 2 Certificados.

¹ Documento CONPES 3844 de 2015

2.1.2.1 Trámites Administrativos

2.1.2.1.1 Trámites ante la ANLA

Mediante Auto 339 del 27 de mayo de 1997, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, avocó conocimiento de la solicitud de Licencia Ambiental presentada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para el proyecto denominado “Construcción de la Variante de Pamplona”, consistente en evitar el tránsito de transporte de carga por el centro del municipio, mejorando el diseño geométrico de la vía Bucaramanga – Cúcuta, en jurisdicción del municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander.

A través del Auto 660 del 19 de septiembre de 1997, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, declaró que la alternativa seleccionada era la denominada Alternativa No. 2, descrita en el Diagnostico Ambiental de Alternativas, con una longitud de 4 Km, iniciándose en el puesto de control de DAS, presentando un túnel de 1.600 metros, para luego empalmar en la curva Los Adioses.

Mediante Auto 633 del 30 de diciembre de 1999, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, ordenó enviar al archivo activo el expediente administrativo LAM1568 contentivo del proyecto denominado “Construcción de la Variante de Pamplona”, sin perjuicio de que el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, reactivara en cualquier momento el trámite del mismo.

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, a través del Auto 1093 del 30 de Abril de 2007, ordenó la reactivación del expediente LAM1568 en el cual se adelantaban las actuaciones administrativas relacionadas con la solicitud de Licencia Ambiental presentada por el Instituto Nacional de Vías – INVIAS, para el proyecto denominado “Construcción de la Variante de Pamplona”, en el departamento de Norte de Santander y requirió realizar la liquidación por concepto de servicios de evaluación ambiental.

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, aceptó el cambio de solicitante del trámite administrativo de Licencia Ambiental del proyecto mediante el Auto 932 del 31 de marzo de 2009, iniciado a nombre del Instituto Nacional de Vías – INVIAS, a favor del Instituto Nacional de Concesiones – INCO.

A través del Auto 1809 del 18 de junio de 2009, el Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, aceptó el cambio de solicitante del Instituto Nacional de Concesiones – INCO, a favor del CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A.

El CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A., mediante las comunicaciones con radicación 4120-E1-158309 del 3 de diciembre de 2010 y 2400-E2-158369 del 24 de diciembre de 2010, solicitó pronunciamiento en relación con la nueva condición proyectada en Doble Calzada para el proyecto variante Pamplona, en el sentido de conocer si dicha condición amerita una modificación del Diagnostico Ambiental de Alternativas, ello teniendo en cuenta que inicialmente el desarrollo del proyecto se planteaba en calzada sencilla, o si por el

contrario esta modificación de mayor detalle podría incorporarse dentro del Estudios de Impacto Ambiental (EIA).

El Ministerio del Medio Ambiente, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS, mediante oficio con radicación 2400-E2-36545 del 25 de marzo de 2011, informó al CONCESIONARIO SAN SIMÓN S.A., que a partir de los resultados de la visita de verificación técnica realizada durante los días 23 al 25 de febrero de 2011, se reafirma la selección de la alternativa No. 2, establecida mediante el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997.

La Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., mediante comunicación con radicación 2017060390-1-000 del 02 de agosto de 2017, solicita a la Autoridad de Licencias Ambientales – ANLA, reiterar el concepto dado respecto a no requerir cambios en el DAA para de esta manera proseguir con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA, conforme a la alternativa seleccionada en el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997 y continuar con el trámite de licenciamiento.

La Autoridad de Licencias Ambientales – ANLA mediante oficio con radicación 2017089106-2-000 del 20 de octubre de 2017, en respuesta a la comunicación con radicación 2017060390-1-000 del 02 de agosto de 2017, solicita a la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., precisar la titularidad del trámite contenido en el expediente LAM1568 y en caso de que se requiera el cambio de solicitante atender lo establecido en el Decreto 1076 de 2016, así mismo requiere que se remita la totalidad de la información técnica y jurídica que permita emitir pronunciamiento sobre la petición realizada de proseguir con la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental – EIA y continuar con el trámite de licenciamiento.

Mediante el Auto 5369 del 21 de noviembre de 2017, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, aceptó la petición de cambio de solicitante dentro del trámite administrativo de solicitud de Licencia Ambiental que se adelanta dentro del expediente LAM1568 a nombre de CONCESIONARIA SAN SIMÓN S.A., para el proyecto denominado “Construcción de la Variante de Pamplona”, localizado en jurisdicción del municipio de Pamplona, departamento de Norte de Santander, a favor de la UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S.

La Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., mediante comunicación con radicación 2018013160-1-00 del 9 de febrero de 2018, presentó la información complementaria solicitada por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, para emitir pronunciamiento sobre la solicitud de ratificación del concepto emitido en el Auto 660 del 19 de septiembre de 1997.

El grupo técnico de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, realizó visita de evaluación del proyecto “Construcción de la variante de Pamplona”, entre los días 24 al 25 de abril de 2018 y además se efectuó un análisis a la información presentada por la UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., y emitió el concepto técnico 2288 del 9 de mayo de 2018.

La Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA, mediante radicación 2018074845-2-00 del 13 de junio de 2018, informa a la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., que una vez analizada la información presentada y con base en lo observado en la visita de evaluación, considera que las condiciones bajo las cuales se seleccionó la Alternativa No. 2 en el Auto 660 de 1997, siguen vigentes y solicita a la Concesionaria, optimizar el trazado en los corredores definidos, con el fin de que se intervenga en menor proporción las áreas protegidas de orden nacional, regional y local, así como los ecosistemas sensibles presentes.

Adicionalmente informa que, para continuar el trámite de Licencia Ambiental, la Concesionaria UNIÓN VIAL RIO PAMPLONITA S.A.S., deberá realizar y presentar el Estudio de Impacto Ambiental – EIA para el proyecto “Construcción Variante de Pamplona” de conformidad con lo establecido con los Términos de Referencia M-M-INA-02, establecidos mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015.

- **Permiso recolección de especímenes de especies silvestres**

Teniendo en cuenta la Resolución 168 del 13 de Febrero del 2017, por la cual la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales -ANLA-, otorga a la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. 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, termoelectricas, 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 cuarto de dicha resolución, la empresa CONCOL CONSULTORES S.A.S. 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 Proyecto”, medio físico y magnético la información correspondiente a los indicados en los numerales 4.1, 4.2, y 4.3.

2.1.2.1.2 Asociación RED Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RESNATUR)

- Comunicación con radicado de salida No. UVRP 17-3-279 dirigida a la Asociación Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - RESNATUR, en la que se hace solicitud de información en cuanto a la identificación, y delimitación, reservas declaradas o en proceso de declaración que se encuentran o se traslapan con el área de estudio.

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

- Comunicación del 30 de octubre de 2017, en donde indica lo siguiente: “(...) me permito informarle que no tenemos registro de RNSC en los municipios mencionados”. Anexo 2 – I.

2.1.2.1.3 Trámites ante el ICANH

Comunicación del 18 de diciembre de 2017 dirigida al Instituto Colombiano de Antropología e Historia (ICANH), con radicado 6457 de dicha entidad, se solicita la expedición de la autorización de intervención arqueológica para el proyecto “DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UF1 VARIANTE PAMPLONA”, del cual se obtuvo respuesta de aprobación de licencia No. 7107, emitida el 06 de febrero del 2018 mediante comunicado 130-0408, se solicita autorización para modificación de área de la licencia No. 7107 mediante adenda 001 con número de radicado 1447 del 22 de marzo de 2018, dicha modificación es autorizada mediante comunicado 130_1562 del 13 abril de 2018. Posteriormente se pide modificación mediante adenda 002 con número de radicado 2051 del 26 de abril de 2018, por cambio de personal, autorizada mediante comunicado 2479 del 28 de mayo de 2018. Luego, mediante adenda 003 con numero de radicado 3813 del 25 de julio de 2018 se requiere modificación de área y extensión de tiempo hasta el 14 de noviembre de 2018, autorizado mediante comunicado 4289 del 27 de agosto de 2018. Finalmente, se pide modificación de la autorización mediante adenda 004, radicado 4265 del 15 de agosto de 2018, autorizado mediante comunicado 4521 del 7 de septiembre de 2018. Anexo 5.3 – J.

2.1.2.1.4 Trámites ante la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR

Solicitud de Información

- Comunicación con Radicado No. 13933 del 30 de octubre de 2017 dirigida a la entidad. Se hace presentación del proyecto y solicitud de información para los diferentes componentes abióticos, bióticos y sociales. Anexo 2-T

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

- Comunicación con Radicado No. 12867 del 11 de diciembre de 2017 de CORPONOR dirigida a la Concesión UVRP (Anexo 2 – D), por medio de la cual se hace entrega de la información solicitada en la comunicación anteriormente relacionada. Anexo 5.3-B

Solicitud de reunión para presentación del Estudio

- Comunicación con Radicado 1052 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a CORPONOR. Se hace presentación del proyecto.

2.1.2.1.5 Trámites ante la Gobernación de Norte de Santander

- **Solicitud de reunión para presentación del EIA**

Comunicación con Radicado 2017-840-138067-2 del 20 de noviembre del 2017 de la Concesionaria UVRP dirigida a la Gobernación de Norte de Santander. Se hace presentación del proyecto. Anexo 5.3 – B.

2.1.2.1.6 Trámites ante el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

- **Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos**

Comunicación del 01 de noviembre del 2017 dirigida al MADS, con radicado No. E1-2017-029006 de dicha entidad, se solicita información u orientación para la identificación, ubicación, delimitación (polígonos) y descripción de zonas establecidas como Reserva Forestal de Ley 2º de 1959, Ecosistemas Sensibles y/o Estratégicos y de especies en veda que se encuentren dentro o traslapan con el proyecto Doble calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 sector Variante Pamplona.

En respuesta al comunicado anteriormente relacionado, el MADS mediante registro de salida DBD-8201-E2-2017-038058 remitió la siguiente respuesta (Anexo 2 –E):

El área de interés del proyecto se intersecta con ecosistemas de humedal en un área aproximada de 578,62 hectáreas, para lo cual se debe tener en cuenta lo estipulado en el Plan Nacional de Desarrollo (2014 -2018), en los artículos 172 – 174, el Decreto ley 2811 de 1974 artículos 102 y 137, el Decreto Único Reglamentario 1076 de 2015 artículo 2.2.1.4.6.1 y las Resoluciones No. 157 de 2004 y 196 de 2006 del MADS por las cuales se dictan disposiciones para la conservación y el manejo de los humedales.

Sobre el ecosistema de Bosque seco tropical y la presencia de otras áreas protegidas y figuras de protección, locales y regionales sugieren solicitar información a Parques Nacionales Naturales y a la Corporación autónoma regional de la Frontera Nororiental – CORPONOR, para que se atienda lo referente, de acuerdo con las competencias de estas.

- **Parques Nacionales Naturales de Colombia**

Comunicación con radicado de salida No. UVRP 17-3-340 dirigida a Parques Nacionales Naturales, Subdirección de gestión y manejo de áreas protegidas, en la que se hace solicitud de información en cuanto a la identificación, delimitación, descripción y reglamentación de áreas protegidas nacionales, regionales o locales declaradas o en proceso de declaración que se encuentran o se traslapan con el área de estudio. Anexo 2-F.

2.1.2.1.7 Trámites ante el Ministerio del Interior

Mediante comunicación radicado EXTM18-2827 del 26 de enero de 2018, el Concesionario Unión Vial del Río Pamplonita - UVRP, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA-CÚCUTA, UNIDAD FUNCIONAL UNO (UF1) VARIANTE PAMPLONA”, anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas donde se ejecutará el proyecto. Por medio de la certificación 0149 del 6 de marzo de 2018, el Ministerio del Interior (Anexo 2 – C), conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en el área del Proyecto antes mencionado.

Adicionalmente el 19 de julio de 2018 mediante Comunicación radicada EXTM118-29274, el Concesionario, solicita se expida certificación de presencia o no de comunidades étnicas en el área del proyecto “AREAS ADICIONALES PARA EL PROYECTO ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA DOBLE CALZADA PAMPLONA – CUCUTA, UNIDAD FUNCIONAL UNO (UF1) VARIANTE PAMPLONA”, anexando la solicitud formal ante la Dirección de Consulta Previa y el cuadro de coordenadas De las áreas adicionales donde se ejecutará el proyecto. El 17 de agosto de 2018, mediante certificación 0822, el Ministerio del Interior conceptúa la no presencia de comunidades étnicas en las áreas adicionales del Proyecto mencionado (Ver Anexo 2 – S).

2.1.2.1.8 Trámites ante la Agencia Nacional de Minería

Derecho de petición No. 20179070271262 del 27 de octubre del 2017 dirigida a la Agencia Nacional de Minería, en la que se hace solicitud de información en relación con los títulos mineros y Programas de Trabajos y Obras (PTO). La respuesta de la entidad se encuentra en el Anexo 2 – H.

2.1.3 Interrelación con proyectos de Interés presentes en la zona

2.1.3.1 Consideraciones iniciales de análisis

Para el análisis de superposición con proyectos licenciados se hace a partir de las tres consideraciones normativas relevantes en el tema. La primera de ellas se relaciona con lo establecido en el Decreto 1076 de 2017 Artículo 2.2.2.3.6.4. Superposición de proyectos:

“La autoridad ambiental competente podrá otorgar licencia ambiental a proyectos cuyas áreas se superpongan con proyectos licenciados, siempre y cuando el interesado en el proyecto a licenciar demuestre que estos pueden coexistir e identifique, además, el manejo y la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta.

Para el efecto el interesado en el proyecto a licenciar deberá informar a la autoridad ambiental sobre la superposición, quien, a su vez, deberá comunicar tal situación al titular de la licencia ambiental objeto de superposición con el fin de que conozca dicha situación y pueda pronunciarse al respecto en los términos de ley.”

La segunda está fundamentada en el numeral 8 de los Términos de Referencia para la elaboración de EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles, identificado con el código M-M-INA-02 (MADS, 2015), el cual menciona textualmente en su párrafo segundo:

“La evaluación debe considerar, especialmente, los impactos residuales, acumulativos y sinérgicos generados por la ejecución del proyecto, contemplando su relación con el desarrollo de otros proyectos ubicados en las áreas de influencia”

Finalmente, la tercera, también está relacionado en los Términos de Referencia referidos en la consideración anterior, y se encuentra en el párrafo cuarto en el numeral 2. Generalidades, ítem 2.1 Antecedentes, el cual indica:

“Se deben establecer las potenciales implicaciones del proyecto en relación con las políticas, planes, programas y proyectos, que, a nivel nacional, departamental y municipal, estén contemplados en las áreas de influencia, con el propósito de evaluar posibles superposiciones, especialmente con proyectos de interés nacional y regional que se pretendan construir en la región”

Según lo anterior, el análisis de superposición se centrará en las intersecciones del área de influencia con proyectos licenciados y/o que hagan parte de planes y políticas definidas por autoridades nacionales y/o regionales; para proceder a su análisis de interacción según cada caso.

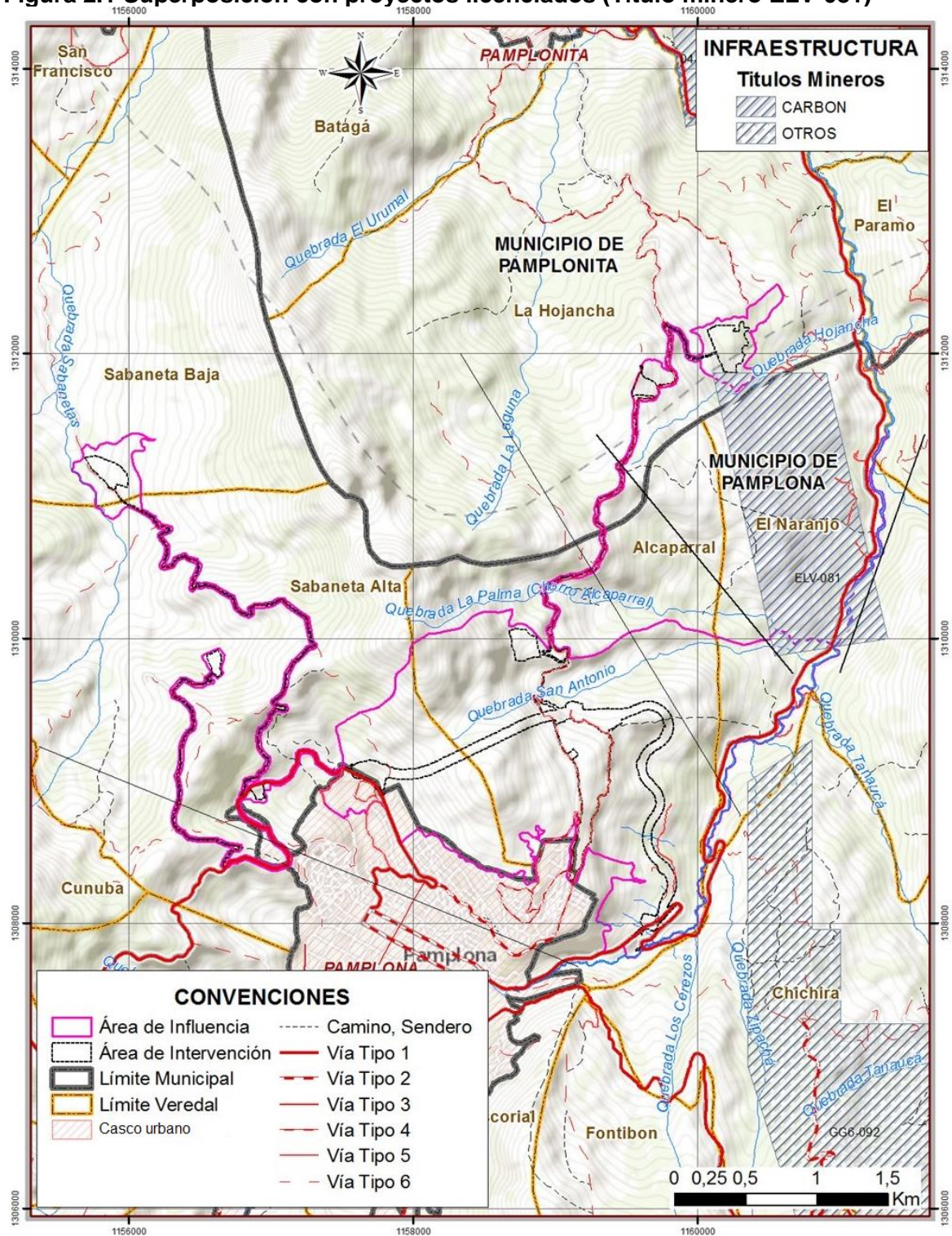
2.1.3.2 Procesamiento de información disponible

De acuerdo con la revisión en la plataforma del ANLA (Visor de proyectos licenciados), el proyecto objeto del presente estudio no se superpone con líneas de transmisión ni con ductos de hidrocarburos existentes o licenciados. En contraste, se identificó una superposición con el título minero en la parte norte del área de influencia, a unos 950 metros de distancia del área de intervención planteada, como se puede ver en la Figura 2.1.

En cuanto al título minero ELV-081 Mina “Los Naranjos” cuanta con Licencia Ambiental otorgada por Corponor mediante Res. 0622 de 2011, y se presenta superposición con el área de influencia en 1,6 ha equivalentes al 1,03% del área titulada. No obstante, considerando la zonificación de impactos y que sobre el área superpuesta no se efectuará intervención para la construcción de la Variante de Pamplona - UF 1, el proyecto vial no generará en el sector de superposición efectos crítico o severos que se configuren como impactos residuales, acumulativos y sinérgicos, sobre los cuales sea necesario establecer la responsabilidad individual de los impactos ambientales generados en el área superpuesta, adicionalmente no se evidencia actividad minera en el área superpuesta.

Respecto a la superposición con proyectos y/o planes nacionales, departamentales o municipales no se identificó por parte del consultor, ni fue informado por la autoridad municipal en las consultas realizadas de algún proyecto actual o licenciado para ejecución que se traslape con las áreas de intervención ni de influencia del proyecto. No obstante, es posible observar que el proyecto tiene intervención con áreas urbanas y de expansión del casco urbano de Pamplona, lo cual se presenta en la Figura 2.2.

Figura 2.1 Superposición con proyectos licenciados (Título minero ELV-081)



La superposición con áreas de usos de suelo urbano y de expansión se presenta en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Áreas de superposición con áreas de uso de suelo urbano y de expansión, del Municipio de Pamplona

Uso Área Urbana	Nombre	Tipo	Área Ha
Expansión	VI-1	Vía Industrial	0,28
	Diseño vía	Diseño vía	5,08
	Área Influencia Indirecta		30,39
	TOTAL		35,75
Casco Urbano	VER 136	ZODMES	0,05
	Diseño vía	Diseño vía	0,62
	Acc-V144-V18	Acceso ZODMES	0,32
	VI-1	Vía Industrial	0,19
	Área Influencia Indirecta		17,68
	TOTAL		18,86

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Teniendo en cuenta esta condición, y tal como se presenta en la Tabla 2.1, los usos para las áreas de expansión y áreas de uso residencial según la normativa de uso y manejo del suelo para los sectores identificados en el área de influencia, determinados por el Acuerdo 028 de 2015 *“Por el cual se adopta la Modificación Excepcional del Plan Básico de Ordenamiento Territorial de Municipio de Pamplona*, según la normativa de uso y manejo del suelo para los sectores identificados en el área de influencia no se registran usos condicionados o prohibidos, razón por la cual no se presentan limitantes en cuanto al desarrollo del proyecto. Al contrario, la implementación de este proyecto potenciaría los desarrollos establecidos por la Autoridad Municipal respecto a los usos recomendados para el desarrollo de estas áreas.

El Acuerdo No. 0028 de 2015, en su Artículo 188, determina las clases de los usos del suelo urbano de Pamplona así:

a. Industrial: Comprende las actividades de manufactura y transformación de materias primas. Industria es la actividad de transformación de materias primas no agrícolas que se realiza en establecimientos urbanos. Agroindustria es la actividad de transformación de productos agrícolas que se realiza en establecimientos urbanos o rurales.

b. Institucional o dotacional: Actividades correspondientes a la prestación de servicios en general (sociales, domiciliarios, complementarios y demás actividades institucionales y sus instalaciones o infraestructura). Se encuentran aquí los servicios de gobierno; los servicios sociales que son los que prestan los establecimientos institucionales del equipamiento básico como colegios, centros de salud, plaza de mercado, matadero, cementerio, plaza de ferias o bomberos y los que prestan el equipamiento complementario como las iglesias; los servicios públicos que son los establecimientos que ocupan las entidades encargadas de la prestación de servicios públicos domiciliarios; los de infraestructura que corresponden a la actividad de generación, almacenamiento, conducción o tratamiento de los servicios de

energía, acueducto, alcantarillado o aseo público y los de Actividades de esparcimiento, turismo y recreación pasiva y activa abiertos al público.

c. Comercial y de servicios: Comprende las actividades de intercambio, compra y venta de bienes y servicios. Estos usos se realizan en áreas de actividad múltiple MU– T1 y T2.

d. Protección Ambiental: comprende las áreas que hacen parte del sistema de protección ambiental en las cuales debe restringirse el desarrollo de usos urbanos.

e. Residencial: Comprende las diferentes formas de vivienda y corresponde a las construcciones y espacios definidos para ser habitados por personas o familias y los servicios públicos y sociales requeridos para su desarrollo. Estos usos se realizan en áreas de actividad residencial.

f. Zonas verdes: Espacios libres de uso municipal

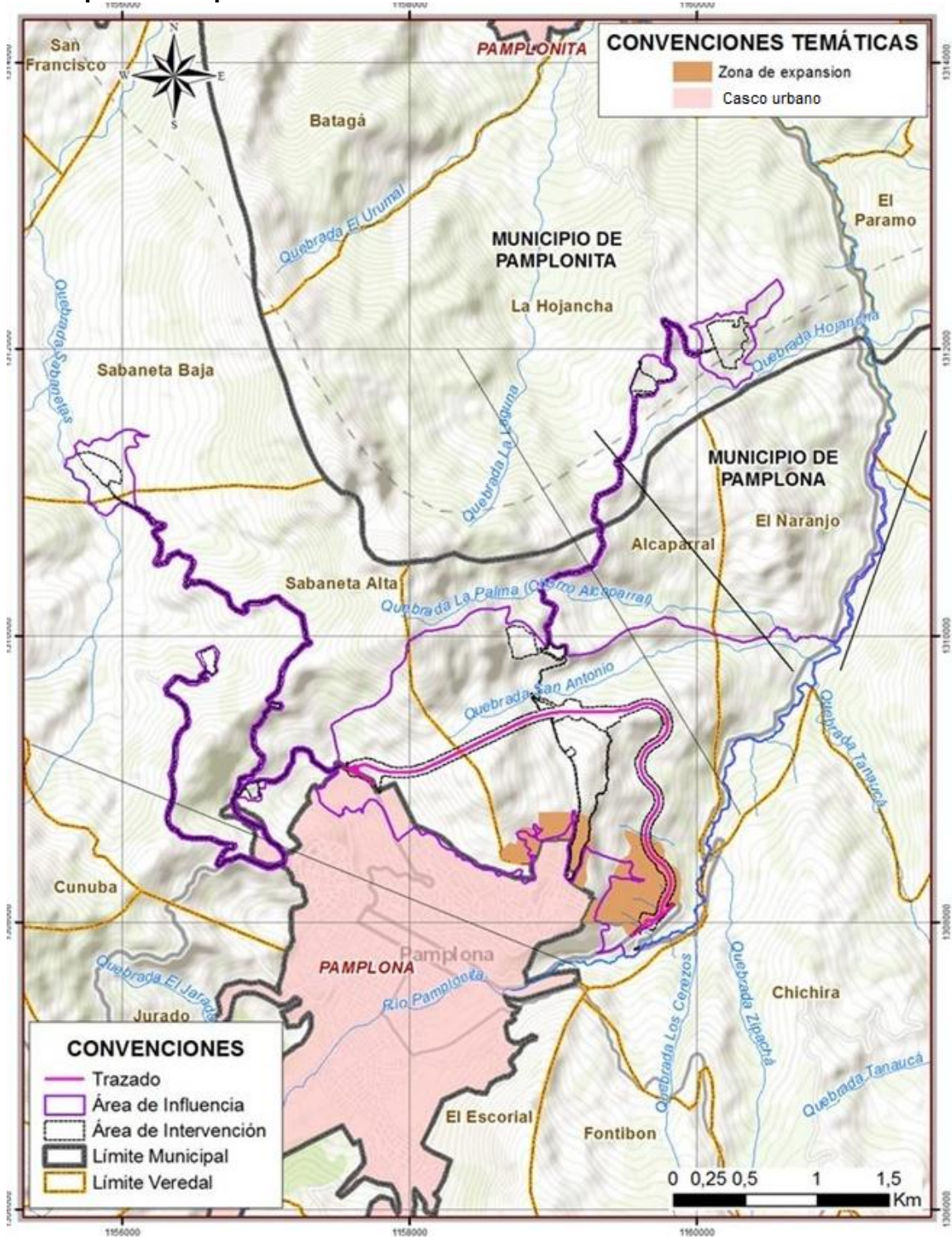
Las categorías del uso de suelo urbano, se presentan en la Tabla 2.2.:

Tabla 2.2 Categorías de uso del suelo urbano

Usos del suelo urbano			
Uso Principal	Comprende el tipo de utilización asignado a un terreno en el que la actividad o actividades están dadas de acuerdo con la Potencialidad, productividad y sostenibilidad, con miras a estructurar y consolidar el carácter y función asignados al sector		
Uso Compatible	Comprende el tipo de utilización asignado a un terreno, el cual contribuye al mejor funcionamiento y estructuración del uso principal sin ser su principal renglón.	Parágrafo 1. Las actividades que no estén comprendidas dentro de las categorías de “principal y compatible” se entenderán como prohibidas. Esta modificación aplicará para el suelo urbano.	Parágrafo 2. La aplicación y reglamentación de las categorías para la clasificación de los usos del suelo urbano, deberá tener en cuenta las disposiciones consignadas en los artículos relacionados con los requerimientos específicos para el funcionamiento de establecimientos, las áreas mínimas de lote y la norma básica para el manejo de las fichas normativas

Fuente: Acuerdo N° 0028 de 2015

Figura 2.2 Superposición con usos de suelo urbano y suelo de expansión del Municipio de Pamplona



Fuente: Aecom - ConCol, 2017

2.1.3.3 Coexistencia de proyectos

Del análisis de superposición se establece en primera instancia, que para la construcción de la vía es favorable que el área superpuesta con la mina no se encuentre dentro del área considerada para la construcción del proyecto vial, evitando incurrir en actividades especiales de ingeniería, relacionadas con la estabilidad del terreno que podrían requerirse si se realizarán actividades de extracción del carbón.

En complemento, la eventual implantación del proyecto tiene una interacción positiva con los suelos urbanos y de expansión definidas en el Acuerdo N° 0028 de 2015, por lo que se tendría un impulso importante para potenciar las áreas en infraestructura y recursos definidos como convenientes para estas zonas del municipio de Pamplona.

Así las cosas, la Mina “Los Naranjos” puede seguir ejerciendo su labor en el 100% del área licenciada sin ningún tipo de riesgo ante el proyecto vial y no se requiere concertaciones ni negociaciones específicas relacionadas con el uso del suelo en zonas urbanas y de expansión del municipio de Pamplona. Esto indica que los proyectos pueden coexistir sin ningún tipo de problema ambiental y/o legal importante.

2.2 ALCANCES DEL EIA

2.2.1 Alcance General

- 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 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.
- Establecer el plan de compensación biótico, 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 – POT's y variación en el régimen climático. 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 – EOT y Planes de Desarrollo Municipal, en algunos casos no están actualizados, o su cartografía no está 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 Plan Básico de Ordenamiento Territorial PBOT, es decir, que no se han llevado a cabo estudios o diagnósticos que permitan la actualización de dicha información.
- Como insumo para la construcción de EIA, se usó el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Pamplonita, que fue adoptado por CORPONOR mediante Resolución 0950 del 17 de noviembre de 2010 y posteriormente ajustado mediante Resolución 076 del 18 de diciembre de 2014. En la cartografía correspondiente al POMCA se encontró desplazamiento de la georreferenciación del cauce del río Pamplonita, con respecto a imágenes satelitales más recientes y a la herramienta Lidar usada para los estudios y diseños. Otro aspecto relevante y que determina los elementos de la zonificación de manejo para el proyecto Doble Calzada Pamplona - Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, es la diferencia entre categorías de zonificación del POMCA asignadas a ciertas áreas, cuyo uso actual difiere de la categoría asignada, lo cual genera restricciones para el desarrollo del proyecto en zonas que presentan niveles de intervención antrópica.

Los aspectos mencionados anteriormente, hacen que se presenten limitaciones en la información presentada para los municipios y veredas que comprenden las áreas de influencia del Estudio, dado la desactualización en los datos de población y carencia en la definición de límites territoriales.

Por lo anterior, una parte importante de la información secundaria para la elaboración del documento, fue obtenida de documentos como encuestas, considerando las limitantes 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.

La información primaria obtenida en campo, mediante la aplicación de formatos diseñados de acuerdo con lo solicitado por los términos de referencia M-M-INA 1-02, permitió conocer de manera actualizada y teniendo como fuente a la comunidad, los aspectos relacionados con los componentes del medio Socioeconómico y Cultural.

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 MADS, y según los Términos de Referencia requeridos para el trámite de la Licencia Ambiental de los Proyectos de Construcción de Carreteras y/o Túneles con 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 EIA para la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona.

2.3.1 Medio Abiótico

2.3.1.1 Geología

2.3.1.1.1 Objetivos

- **Objetivo General**

- Realizar la caracterización geológica del área del proyecto a escala detallada.

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, Oficinas de Planeación municipales, entre otras entidades oficiales) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (Volumen de Geología para Ingeniería preliminar).
- Ejecutar análisis de fotointerpretación para la delimitación de unidades geológicas aflorantes y estructuras presentes en el área.
- Realizar levantamiento geológico en campo, destacando cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (como depósitos de ladera, coluviones, morrenas, aluviones, entre otros) más propensos a presentar procesos de inestabilidad.
- Efectuar mediciones de rumbo y buzamiento en las unidades litológicas que lo permitan, con el fin de realizar un levantamiento geológico – estructural del área.
- Identificar áreas susceptibles a amenazas naturales como remoción en masa, inundaciones, sismicidad.

Verificación de la información secundaria recopilada y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (versión definitiva) con los trabajos de campo y análisis realizado para la elaboración de la cartografía geológica ajustada.

2.3.1.1.2 Alcances

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica (para el área de influencia intervención e indirecta) pretende:

- Describir las unidades litológicas y rasgos estructurales, con base en estudios existentes de la zona y la información levantada a detalle por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el capítulo de Geología para Ingeniería, con información de fotointerpretación y control de campo.
- Presentar la cartografía geológica detallada (unidades y rasgos estructurales), actualizada con base en fotointerpretación, control de campo (con la información del levantamiento de campo) y la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (versión definitiva).

2.3.1.1.3 Metodología

- **Fase Pre-Campo**

- Recopilación y análisis de información secundaria

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geológico. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También se revisó la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en el volumen de Geología para Ingeniería (Preliminar).

- Elaboración de la cartografía geológica y zonas de amenaza natural preliminar

Esta actividad consistió en la interpretación de imágenes (como Google Earth, el baseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos), delimitando unidades geológicas y estructuras que se confrontaron con las planchas geológicas y la elaboración de la cartografía geológica preliminar para la etapa de campo.

Los planos geológicos preliminares y el mapa preliminar de sitios con amenaza potencial natural (para la visita a campo), se elaboraron a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. Las zonas de control de campo que se seleccionaron durante la etapa de fotointerpretación, tuvieron en cuenta principalmente el fácil acceso y que involucraran todas las unidades y estructuras geológicas interpretadas; y adicionalmente se

incluyeron zonas de inestabilidad preliminar para ser corroboradas en la posterior etapa de campo.

➤ Definición de los recorridos de campo y de la toma de información

Se planearon los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto geológico. Para el reconocimiento y verificación de las unidades litológicas presentes, inicialmente se dividió el área en cuadrantes de trabajo, elaborando una grilla de muestreo y planeando recorridos; con el fin de dar cumplimiento a la escala de trabajo y de caracterizar el área de influencia directa e indirecta.

- Fase de Campo

La extracción de información secundaria y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar) se complementó con el trabajo de campo, que se basó en la planificación y ejecución de recorridos en sentido ortogonal a los rumbos de las estructuras en la zona de estudio.

Seguidamente se realizó el levantamiento geológico de secciones para la actualización de unidades litológicas e identificación de estructuras geológicas (como fallas, pliegues, etc) en cortes de carreteras, taludes, canteras, cauces de quebradas y en los afloramientos presentes en el área del proyecto.

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía preliminar
- Libreta de campo
- Brújula con clinómetro y nivel (Toma de datos estructurales)
- Martillo Geológico
- GPS
- Cámara Fotográfica
- Cinta Métrica
- Ácido Clorhídrico

- Fase Post-Campo

Esta fase consistió básicamente en plasmar la información obtenida en campo en el mapa geológico preliminar para definir el mapa geológico final, adicionalmente se completó la descripción de los afloramientos tal y como quedaran descritos en el informe final.

Se presentó la cartografía geológica general ajustada al proyecto con la información delimitada en las imágenes y planos del área, junto con la validación de campo (levantamiento geológico) y la información entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto en su volumen Geología para Ingeniería (definitivo), destacándose los cuerpos geológicos superficiales y sin consolidación (Depósitos aluviales y coluviales, morrenas, depósitos de ladera) más propensos a presentar inestabilidad.

Se incluyó dicha información geológica en planta en la que se identificó los alineamientos y condiciones geológicas a lo largo del proyecto (complementando con el volumen de ingeniería definitivo, específicamente en la zona del túnel).

Esta información fue ajustada a partir de la información existente y fue consistente con la nomenclatura geológica nacional (Carta Estratigráfica Global-2000 de la ICS) así como con la establecida en los dominios de la GDB. La información fue generada a una escala detallada, acorde con el área del proyecto (escala 1:10.000).

2.3.1.2 Geomorfología

2.3.1.2.1 Objetivos

- **Objetivo General**

- Realizar la caracterización geomorfológica del área del proyecto

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar toda la información secundaria (tanto regional como local) disponible del área (SGC, IDEAM, IGAC, entre otros) y la suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto (preliminar).
- Identificar las unidades geomorfológicas del área a partir de la interpretación de imágenes de Google Earth, BaseMap de la licencia de ArcGis 10.3 y ortofotos.
- Validar la información en campo, tomando en cuenta geoformas y su dinámica en el área de influencia del proyecto, incluyendo la génesis de las diferentes unidades y su evolución, rangos de pendientes, patrón y densidad de drenaje.
- Analizar la información adquirida en campo junto a la de la fotointerpretación y la entregada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto para la elaboración de la cartografía geomorfológica ajustada.
- Seguir los procedimientos metodológicos para la elaboración del componente geomorfológico que se presenta en la *Propuesta de Estandarización de la Cartografía Geomorfológica en Colombia*. José Henry Carvajal Perico, Servicio Geológico Colombiano 2012.

2.3.1.2.2 Alcance

Dentro del alcance del presente estudio, basados en los Términos de Referencia-EIA-Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, la metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT 2010) y las especificaciones técnicas del proyecto, la caracterización geológica (para el área de influencia directa e indirecta) pretende:

- Definir las unidades geomorfológicas a partir del análisis de morfogénesis (origen y evolución de las formas del terreno), morfografía (análisis de las formas de las laderas), morfodinámica (procesos activos en el presente o aquellos que se pueden activar en el futuro con la actividad de agentes como el viento, agua, hielo y acción

- de la gravedad, modificando las geoformas preexistentes).
- Presentar la cartografía geomorfológica con base en las unidades identificadas, haciendo énfasis en la morfogénesis y en la morfodinámica del área de estudio.
- Presentar mapa de pendientes utilizando los rangos establecidos en la GDB.

2.3.1.2.3 Metodología

- **Fase Pre-Campo**

Esta actividad consistió en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyó a la caracterización preliminar del componente geomorfológico; y la revisión de la información preliminar suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto. Para el desarrollo del procedimiento se tuvo como fuentes de información principal, el Servicio Geológico Colombiano (SGC) y se revisó información cartográfica que incluyera el área del proyecto.

- **Elaboración de la cartografía Geomorfológica Preliminar**

Esta actividad consistió en la fotointerpretación para una definición de áreas homogéneas y la elaboración de la cartografía geomorfológica preliminar para la etapa de campo. El plano geomorfológico preliminar se elaboró escala 1:25.000 sobre la base topográfica del IGAC, para luego ser ajustada a detalle con el levantamiento de campo. Para la caracterización geomorfológica se adoptó la metodología propuesta por *Carvajal 2012*, que relaciona las escalas de trabajo con la subdivisión geomorfológica, la génesis y los ambientes morfogenéticos. En esta metodología las categorías definidas de escala mayor a menor corresponden a Zona Geoestructural, Provincia Geomorfológica, Región Geomorfológica, Unidades y Subunidades Geomorfológicas y Componente Geomorfológico; estas categorías están relacionadas con escalas de trabajo que de menor a mayor cubren rangos de escala desde <1:2.500.000 a 1:1.500.000 para Zonas Geoestructurales hasta escalas mayores a 1:10.000 para Componentes Geomorfológicos, como se puede ver en la Figura 2.3.

Para este proyecto la unidad a analizar correspondió a Subunidad Geomorfológica, la cual cubrió toda la zona.

- **Definición de los recorridos de campo y de la toma de Información**

Los recorridos se definieron a la par con los de geología tal y como se detalló anteriormente en dicho ítem, es decir, de manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la identificación de unidades geomorfológicas.

Figura 2.3 Esquema de jerarquización geomorfológica



Fuente: Tomado y modificado de (Carvajal, 2012).

- **Fase de Campo**

El trabajo de campo se llevó a cabo con el propósito tanto de corroborar las geoformas definidas previamente en el trabajo de oficina, como conseguir datos e información complementaria de los contrastes morfométricos, litología, geología estructural, perfiles de suelo y procesos actuales. Para tal efecto se buscaron las zonas elevadas del área de trabajo, con el fin de obtener vistas panorámicas del territorio, posteriormente se visitaron los sitios visualizados de manera individual, para la toma de datos detallados. Todos los puntos visitados tuvieron su reporte fotográfico y su georreferenciación.

De manera complementaria al trabajo de campo de geología, se llevó a cabo la identificación de unidades geomorfológicas de acuerdo a su origen: estructural, denudacional, agradacional y la evaluación del comportamiento geomorfológico, considerando la distribución de las pendientes, el patrón de drenaje y los procesos morfodinámicos.

Se identificaron en campo los procesos de inestabilidad de ladera con énfasis en los de remoción en masa y erosión o intervenciones antrópicas (cortes mineros, vías, rellenos, adecuaciones urbanísticas, entre otros).

Para el trabajo de campo se contó con las siguientes herramientas:

- Cartografía Preliminar
- Libreta de campo
- GPS
- Cámara Fotográfica

- Cinta Métrica

- **Fase Post-Campo**

Esta fase final correspondió a los ajustes de la cartografía geomorfológica ejecutada previamente con los datos obtenidos en campo, la fotointerpretación realizada y la información suministrada por el Consultor de Ingeniería del Proyecto, además se completó la información de las bases de datos, y se elaboró la cartografía geomorfológica con la cual se realizó el informe final del proyecto, teniendo en cuenta la propuesta Carvajal 2012 y los siguientes parámetros:

Tabla 2.3 Atributos de las geoformas y algunos rangos utilizados con propósitos de análisis edafológicos

Tipos de Relieve	
Tipo	Elevación (m)
Montañoso	>500
Colinado	200-499
Loma	50-200
Montículos	0-49

Índice de Contraste de Relieve	
Elevaciones (m)	Descripción
<29	Muy bajo
30-74	Bajo
75-149	Moderado
150-249	Alto
250-499	Muy alto
>500	Extremadamente Alto

Formas de ladera	Tipos de forma de ladera
Recta	Cóncava-divergente
Cóncava	Cóncava-convergente
Convexa	Convexa-divergente
Irregular	Convexa-convergente
Compleja	

Formas de Valle	Formas de cresta
Artesa	Aguda
Forman de V	Redondeada
Forma de U	Convexa amplia
	Convexa plana
	Plana
	Plana disectada

Índices de Inclínación de ladera	
Inclínación	Descripción
<5°	Plana o suavemente inclinada
6-10°	Inclinada
11-15°	Muy inclinada
16-20°	Abrupta
21-30°	Muy abrupta
31-45°	Escarpada
>45°	Muy escarpada

Longitud de ladera	
Longitud (m)	
<50	Muy corta
51-250	Corta
251-500	Moderada
501-1000	Larga
1001-2500	Muy larga
>2500	Extremadamente larga

Índice de frecuencia de drenaje	
Nº F/Km²	Cualificación
>40	Muy alta
21-40	Alta
11-20	Media
5-10	Baja
<5	Muy baja

Densidad de drenaje	
Rangos	Cualificación
<0.5 Km/Km2	Baja
0.51-1 Km/Km2	Moderada
>1 Km/Km2	Alta

Textura de drenaje		
Densidad	Frecuencia de drenaje	Textura de drenaje
Baja	Baja a muy baja	Gruesa
Moderada	Media	Mediana
Alta	Alta	Fina
Muy alta	Muy alta	Muy fina

Fuente: Carvajal, 2012.

La localización de dichos procesos se trabajó y presentó sobre la base topográfica requerida.

Incluyendo las variables de pendientes, áreas de erosión activa, áreas de sedimentación activa y la localización de procesos de remoción en masa activos y latentes (insumo de la zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa), se elaboraron los siguientes mapas:

- De pendientes
- De procesos Morfodinámicos
- De unidades geomorfológicas con énfasis en la morfogénesis y morfodinámica
- De susceptibilidad por la ocurrencia de procesos erosivos y de susceptibilidad ante procesos de remoción en masa

2.3.1.3 Paisaje

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

2.3.1.3.1 Objetivos específicos

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

- 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.

2.3.1.3.2 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 (1986), 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.

- **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.

2.3.1.3.3 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.

2.3.1.4 Suelo 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 del departamento de Norte de Santander (IGAC, 2006).

Los estudios de suelos realizados a escala 1:100.000 presentan información general de suelos y las geoformas asociadas deben ser ajustados y adecuados a la información requerida a escala 1:25.000; lo cual requiere dos procesos principales como son la reinterpretación y consolidación del contenido pedológico conforme a la información secundaria y verificación en campo.

2.3.1.4.1 Objetivos Específicos

Según los términos de referencia para la realización de EIA en en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, 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.

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

2.3.1.4.2 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 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 al departamento del área de interés, el cual fue 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.

- **Selección y Alistamiento de Imágenes de Sensores Remotos**

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

Imágenes de Radar, ALOS-1 con resolución espacial de 12,5 m.

Imágenes multiespectrales Rapideye con resolución espacial de 5 m.

- **Reinterpretación de Geoformas**

Este proceso incluye la verificación y confirmación de la interpretación de geoformas asociadas a las unidades de suelos y la redelimitación de unidades que no presentan coherencia espacial con lo observado en las imágenes de sensores remotos y el DTM a 12,5 m derivado de imágenes de Radar ALOS 1.

El proceso de reinterpretación permite 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 requiere dar solución a dos inconsistencias. La primera, garantizar la continuidad en el trazado de las unidades, algunas de las cuales presentan 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.

- **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.

2.3.1.4.3 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 de las unidades

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 geomorfológico del terreno por medio de la foteointerpretación, 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 de las unidades cartográficas de suelos más representativas dentro del área de influencia, de las cuales la ubicación se presenta en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4 Ubicación de puntos de muestreo y verificación de suelos

Calicata	Unidad cartográfica de suelos	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
		Este	Norte
PC01	MMA	1.157.835,10	1309.063,61
PC02	MME	1.159.081,25	1.309.143,13
PC03	MMK	1.159.760,52	1.308.191,88

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Los principales aspectos a describir por calicata correspondieron a los siguientes: profundidad en cm, 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. (Ver Tabla 2.5).

Tabla 2.5 Equipos y Reactivos

Equipos	Reactivos
<ul style="list-style-type: none"> – Cuchillo – Pala – Palín – Barra – Metro – TablaMunsell (soil color charts) – Claves de taxonomía de suelos USDA. Undécima edición 2010, – GPS (Sistema de Posicionamiento Global) o PDA (Asistente Digital de Bolsillo) – Cámara fotográfica – Bolsas plásticas de 2 kg – Fichas bibliográficas blancas – Marcador – Paleta de pintura – Formatos de descripción de campo 	<ul style="list-style-type: none"> – Ácido clorhídrico HCL (al 10%), – Peróxido de hidrogeno H2O2 (al 30%), – Fluoruro de sodio NaF (al 4%), – Sulfato de bario SO4Ba, – Hellige – Papel filtro impregnado con fenoltaleína. – Frasco de vidrio ámbar con gotero de 60 ml

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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, fosforo 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 de Corpoica, los soportes de acreditación pueden ser consultados en el Anexo 5.1.4. del presente estudio de impacto ambiental.

2.3.1.4.4 Etapa 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 comprendieron 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 2010, 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).

- 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.

• **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 Corine Land Cover. 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 2.6).

Tabla 2.6 Categorías de Uso del Suelo. IGAC.CORPOICA, 2.001

Grupo de Uso	Subgrupo de Uso	Símbolo
Agrícola	Cultivos transitorios intensivos	CTI
	Cultivos transitorios semiintensivos	CTS
	Cultivos semipermanente y permanente intensivo	CSI
	Cultivos semipermanente y permanentes semiintensivos	CSS
Agroforestal	Silvoagícola	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: Aecom - ConCol, 2018.

• **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, la cual se presenta en el numeral 5.1.4.5 del Capítulo 5 Caracterización del Área de Influencia.

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.

2.3.1.5 Hidrología

2.3.1.5.1 Fase Precampo

- Recopilación y análisis de información secundaria

Esta actividad consiste en la consulta, revisión y procesamiento de información secundaria existente en el área de influencia del proyecto que contribuyan a la caracterización preliminar del componente hidrológico. Para el desarrollo del procedimiento se tendrá como fuentes de información principal, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y los que se relacionan en la Metodología General para la presentación de estudios ambientales del MAVDT (2010), entre otros. También será revisada la información suministrada por el cliente.

Los objetivos que cumplen los estudios hidrológicos en proyectos que impactan los recursos hidráulicos de una cuenca son los mismos en un desarrollo pequeño que en uno de tamaño considerable. En ambos casos se debe utilizar al máximo la información disponible y aplicar las técnicas más apropiadas para obtener los mejores resultados posibles.

En cuanto a la información importante que se requiere para iniciar el estudio hidrológico se consultó en las entidades oficiales y particulares que tienen relación con la zona de influencia del proyecto. Así se obtiene información referente a cartografía y aerofotogrametría, hidrometeorología, uso de la tierra, monografías y estudios regionales.

Dentro de los insumos para determinar los patrones de drenaje a nivel regional, se empleó la siguiente información:

- ✓ Cartografía

La información cartográfica para los análisis de hidrología empleó información en escala 1:25.000 y 1:10.000 (Túnel) y específicamente la que se lista a continuación:

- Carta Topográfica Nacional - Escala 1: 25.000 Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC.
- Información hidrológica con base en los planes de ordenamiento territorial de los municipios del Corredor.

- ✓ Información de fuentes oficiales

Como fuente de información se identificaron y consultaron las siguientes entidades:

- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC).
- Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Pamplona
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM),

- Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca del río pamplonita POMCA.
- ✓ Información Hidrológica

A fin de realizar la descripción hidrológica del área de influencia, se utilizó información hidrometeorológica actualizada suministrada por el IDEAM y que, en su mayoría, cuenta con información para el periodo comprendido entre los años de 1973 a 2017.

- Elaboración de la cartografía hidrológica preliminar

Esta actividad consiste en la interpretación de fotografías aéreas, delimitando cuencas e identificando posibles cauces que puedan tener cierta incidencia sobre el proyecto.

Los planos hidrológicos preliminares, se elaborarán a escala 1:25.000, sobre las bases topográficas del IGAC. En general deben cubrir un porcentaje altamente representativo de la zona total a estudiar, por las que se harán los recorridos para la realización de la respectiva toma de datos en campo.

- Definición de los recorridos de campo y de la toma de información

Se planeará los recorridos, las rutas a seguir y los principales aspectos a observar, evaluar y validar en cada aspecto hidrológico. Para el reconocimiento y verificación de las corrientes hídricas previamente identificadas mediante la cartografía inicial se plantea el levantamiento de las fuentes por cuadrantes que faciliten la respectiva inspección y toma de datos, teniendo en cuenta la accesibilidad.

2.3.1.5.2 Fase 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 de las corrientes naturales transversales al área de intervención del proyecto.

2.3.1.5.3 Fase PosCampo

Análisis de la calidad de los datos hidroclimáticos

Una vez se cuente con la información hidroclimatológica solicitada, se realizarán los análisis de calidad de la información, detección de datos anómalos, homogeneidad y consistencia con pruebas estadísticas pertinentes, únicamente de ser necesario se debe hacer el llenado

de datos faltantes con la metodología adecuada de acuerdo con el tipo de variable, escala de temporal y longitud de los datos.

Localización de los sistemas lénticos, lóticos y cuencas hidrográficas

Se realizará mediante cuatro métodos, el primero consiste en definir la hidrografía con base en la cartografía base IGAC escala 1:25.000 o superior; el segundo método se fundamenta en el modelo de elevación digital – MED para el área de influencia del componente con una resolución de 12,5 x 12,5 m/pixel; el tercer método se basa en imágenes satelitales u ortofotos; el cuarto consiste en la actualización y ajustes de acuerdo con las observaciones realizadas durante la visita de campo del equipo técnico al área de influencia del proyecto. Finalmente, los cuatro métodos se fusionarán, en una sola red hidrográfica que será la carta de navegación para la descripción y análisis hidrológico del área de influencia.

Determinación de características morfométricas (área, perímetro, pendiente media, índice de compacidad, factor de forma, tiempos de concentración, índice de sinuosidad, densidad de drenaje y corrientes, patrones de drenaje regionales y locales)

Las características área, perímetro, densidad de drenaje, patrones de drenaje y pendiente serán definidas mediante software SIG; el índice de compacidad mediante el Coeficiente de Gravelius (K_c) y la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{P}{P_c} \rightarrow K_c = 0,2821 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde:

P Perímetro de la cuenca
 P_c Perímetro de un círculo
 A área de la cuenca

Las categorías para clasificar los índices de compacidad son las siguientes:

Tabla 2.7 Categorías para la clasificación de la cuenca de acuerdo con el coeficiente compacidad

Valores de K_c	Forma
1,00 – 1,25	Compacta o redonda a oval redondeada
1,25 – 1,50	Oval redonda a oval oblonga
1,50 – 1,75	Oval oblonga a rectangular oblonga

Fuente: (Arango, 2001)

El factor de forma será definido mediante el Factor de forma de Horton (R_f) mediante la siguiente ecuación:

$$R_f = \frac{A_c}{L^2}$$

Donde:

A_c : Área de la cuenca (km^2)

L : Longitud del cauce principal (km)

Las categorías para clasificar el factor de forma son las siguientes:

Tabla 2.8 Valores interpretativos del factor de forma

Valores aproximados	Forma de la cuenca
<0,22	Muy Alargada
0,22 – 0,30	Alargada
0,30 – 0,37	Ligeramente alargada
0,37 – 0,45	Ni alargada ni ensanchada
0,45 – 0,60	Ligeramente ensanchada
0,60 – 0,80	Ensanchada
0,80 – 1,20	Muy ensanchada
>1,2	Rodeando el desagüe

Fuente: (Ochoa Rubio, 2011)

Los tiempos de concentración serán definidos mediante ocho métodos, cuyos resultados serán evaluados con el fin de omitir resultados por fuera de la línea tendencial, los métodos son los siguientes:

Tabla 2.9 Ecuaciones mediante las cuales se definió el tiempo de concentración de las cuencas

(1) Kirpich	(2) Témez	(3) Jhonstone y Cross
$T_c = 0,06628 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,77}$	$T_c = 0,30 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,76}$	$T_c = 2,6 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,5}$
(4) Giandotti	(5) SCS - Ranser	(6) Ventura - Heras
$T_c = \frac{4A^{0,5} + 1,50L}{25,3(LS)^{0,5}}$	$T_c = 0,947 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$	$T_c = 0,30 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,75}$
(7) V.T Chow	(8) Cuerpo de ing. EEUU	
$T_c = 0,273 \left(\frac{L}{S^{0,5}} \right)^{0,64}$	$T_c = 0,28 \left(\frac{L}{S^{0,25}} \right)^{0,76}$	

Donde:

L : Longitud de la corriente

S : Pendiente media de la corriente

A : Área de la cuenca

Ln : Factor de rugosidad adimensional

H : Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal

Régimen hidrológico

• Precipitación

Para el análisis de la precipitación se definió en primer lugar los polígonos de Thiessen con los cuales se determinó el área de influencia de las estaciones pluviométricas y/o pluviográficas y/o climatológicas con registros de precipitación. Posteriormente fue evaluada la homogeneidad de los registros de la estación ISER Pamplona mediante la distribución de Gumbel y Pearson tipo III, seguidamente se generaron con base en la precipitación máxima en 24 horas las curvas IDF.

• Caudales máximos, medios y mínimos

caudal máximo será determinado mediante dos modelos de lluvia – escorrentía, tal como lo son el método racional, el cual se adopta para áreas de drenaje máxima o igual a 2,5 km² (INVIAS, 2009) y el método SCS para abstracciones de la precipitación, el cual se fundamenta de definir la precipitación efectiva P_e en un área por metro cuadrado, posteriormente dicha precipitación efectiva es relacionada con el área total de la cuenca estudiada. El área de las cuencas transversales al AI de la UF1 es inferior a dicha extensión por lo tanto los caudales máximos serán definidos mediante dichos métodos. Sus ecuaciones son las siguientes:

- Método Racional

$$Q = 0,278CiA$$

Donde:

Q	Caudal de diseño (m ³ /s)
C	Coeficiente de escorrentía
i	Intensidad de precipitación, en (mm/h).
A	Área de drenaje de la hoya hidrográfica, en (Km ²)

La definición del coeficiente de escorrentía (C) se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$C = [(P_d - P_o)(P_d + 23P_o)] / (P_d + 11P_o)^2$$

Donde:

P_o	Parámetro que depende del uso y tipo de suelo, de la cobertura vegetal de la cuenca y de la humedad antecedente del suelo antes del aguacero de diseño, en milímetros (mm).
P_d	Precipitación máxima puntual anual en 24 horas para un periodo de retorno específico, en milímetros (mm).

La variable P_o fue definida mediante la siguiente ecuación:

$$P_o = (5080 - 50,8 CN) / CN$$

Donde:

CN Curva de escurrimiento del método del Soil Conservation Service - SCS

- Método SCS para abstracciones

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

Donde:

P_e Precipitación efectiva (in)

P Precipitación Total (in)

S Retención potencial máxima (adimensional)

La retención potencial máxima a su vez se determina mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

Por lo tanto, el primer paso fue definir el *CN* para cada una de las cuencas, el proceso tras su definición fue el siguiente:

- Fueron categorizados las unidades de suelos que conforman las cuencas con base en la clasificación hidrológica de suelos del SCS (Nota: dicha caracterización no se basó en la clasificación de suelos de la línea base debido que el área de influencia no cubre toda la extensión de las cuencas, por lo tanto, el tipo de suelo fue determinado con base en el “Estudio General de Suelos Departamento Norte de Santander – IGAC”, base también para línea base del área de influencia). Sin embargo, las unidades de suelos definidas fueron previamente avaladas por el profesional del componente edáfico.
- Se determinaron los usos del suelo, codificaron y se les asignó el valor correspondiente de la curva de escurrimiento – *CN* de acuerdo a (INVIAS, 2009), (US Army Corps of Engineers, 2000) y (Mishra & P. Singh, 2003):
- Finalmente se determinó el número de curva en el escenario promedio o (*CN* II o *AMC* II) conjugando la capa de unidades de suelos y usos del suelo, conformando un nuevo archivo vector denominado *CN_poly*. Paralelamente se conformó una tabla denominada *NCLookUp* donde se reclasifican los nombres para su respectivo reconocimiento por parte del *HEC GeoHMS* y su función *CN Grid*, procedimiento que asigna el *CN* a cada una de las coberturas. El resultado es un archivo raster con los respectivos números de curva (*CN*) para toda el área aferente, posteriormente son conjugados los resultados por cuenca.
- Tras haber definido el *CN* para el escenario *AMC* II, se procede a identificar los números de curva (INVIAS, 2009) para las condiciones seca (*AMC* I) o con menor potencial de escorrentía, y húmeda (*AMC* III) con mayor potencial de escorrentía o para una hoya hidrográfica saturada de precipitaciones anteriores. Las ecuaciones mediante las cuales fueron definidas las condiciones descritas son las siguientes:

Tabla 2.10 Ecuaciones para cálculo de AMC I y AMC III

CN (I)	CN (III)
$\frac{4,2CN(II)}{10 - 0,058CN(II)}$	$\frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(II)}$

- Caudales medios

Los caudales medios en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación (el procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación media mensual multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN II o AMC II) y el balance hídrico según Thornthwaite.

La metodología de balance hídrico fue la siguiente:

Determinado según métodos de (UNESCO, 1982) e (IDEAM, 2006) para cada una de las cuencas. Para tal fin se definieron las variables del balance hídrico donde:

Tabla 2.11 Variables y ecuaciones para determinar el Balance hídrico

P	Precipitación media (mm)	T	Temperatura media (°C)																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
I	Índice Térmico (°C)	$I = \left(\frac{T}{5}\right)^{1,514}$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
a	coeficiente para determinar ETP'	$a = 675 \times 10^{-9}I^3 - 771 \times 10^{-7}I^2 + 1,79 \times 10^{-2}I + 0,492$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
c	coeficiente para determinar ETP'	$c = 16\left(\frac{10}{I}\right)^a$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ETP'_m	Evapotranspiración potencial no corregida (mm)	$ETP'_m = cT^a$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
K	Coeficiente de Corrección	<table><tr><th></th><th>LATITUD</th><th>E</th><th>F</th><th>M</th><th>A</th><th>M</th><th>J</th><th>J</th><th>A</th><th>S</th><th>O</th><th>N</th><th>D</th></tr><tr><td rowspan="10">HEM. NORTE</td><td>50°</td><td>0,74</td><td>0,78</td><td>1,02</td><td>1,15</td><td>1,33</td><td>1,36</td><td>1,37</td><td>1,35</td><td>1,06</td><td>0,92</td><td>0,76</td><td>0,70</td></tr><tr><td>45°</td><td>0,80</td><td>0,80</td><td>1,02</td><td>1,13</td><td>1,28</td><td>1,29</td><td>1,31</td><td>1,21</td><td>1,04</td><td>0,94</td><td>0,79</td><td>0,75</td></tr><tr><td>40°</td><td>0,84</td><td>0,83</td><td>1,03</td><td>1,11</td><td>1,24</td><td>1,25</td><td>1,27</td><td>1,18</td><td>1,04</td><td>0,96</td><td>0,83</td><td>0,81</td></tr><tr><td>35°</td><td>0,87</td><td>0,85</td><td>1,03</td><td>1,09</td><td>1,21</td><td>1,21</td><td>1,23</td><td>1,16</td><td>1,03</td><td>0,97</td><td>0,86</td><td>0,85</td></tr><tr><td>30°</td><td>0,90</td><td>0,87</td><td>1,03</td><td>1,08</td><td>1,18</td><td>1,17</td><td>1,20</td><td>1,14</td><td>1,03</td><td>0,98</td><td>0,89</td><td>0,88</td></tr><tr><td>25°</td><td>0,93</td><td>0,89</td><td>1,03</td><td>1,06</td><td>1,15</td><td>1,14</td><td>1,17</td><td>1,12</td><td>1,02</td><td>0,99</td><td>0,91</td><td>0,91</td></tr><tr><td>20°</td><td>0,95</td><td>0,90</td><td>1,03</td><td>1,05</td><td>1,13</td><td>1,11</td><td>1,14</td><td>1,11</td><td>1,02</td><td>1,00</td><td>0,93</td><td>0,94</td></tr><tr><td>15°</td><td>0,97</td><td>0,91</td><td>1,03</td><td>1,04</td><td>1,11</td><td>1,08</td><td>1,12</td><td>1,08</td><td>1,02</td><td>1,01</td><td>0,95</td><td>0,97</td></tr><tr><td>10°</td><td>0,98</td><td>0,91</td><td>1,03</td><td>1,03</td><td>1,08</td><td>1,06</td><td>1,08</td><td>1,07</td><td>1,02</td><td>1,02</td><td>0,98</td><td>0,99</td></tr><tr><td>5°</td><td>1,00</td><td>0,93</td><td>1,03</td><td>1,02</td><td>1,06</td><td>1,03</td><td>1,06</td><td>1,05</td><td>1,03</td><td>1,03</td><td>0,99</td><td>1,02</td></tr><tr><td rowspan="10">HEM. SUR</td><td>0°</td><td>1,02</td><td>0,94</td><td>1,04</td><td>1,01</td><td>1,01</td><td>1,01</td><td>1,04</td><td>1,04</td><td>1,01</td><td>1,04</td><td>1,01</td><td>1,04</td></tr><tr><td>5°</td><td>1,04</td><td>0,95</td><td>1,04</td><td>1,00</td><td>1,02</td><td>0,99</td><td>1,02</td><td>1,03</td><td>1,00</td><td>1,05</td><td>1,03</td><td>1,06</td></tr><tr><td>10°</td><td>1,08</td><td>0,97</td><td>1,05</td><td>0,99</td><td>1,01</td><td>0,96</td><td>1,00</td><td>1,01</td><td>1,00</td><td>1,06</td><td>1,05</td><td>1,10</td></tr><tr><td>15°</td><td>1,12</td><td>0,98</td><td>1,05</td><td>0,98</td><td>0,98</td><td>0,94</td><td>0,97</td><td>1,00</td><td>1,00</td><td>1,07</td><td>1,07</td><td>1,12</td></tr><tr><td>20°</td><td>1,14</td><td>1,00</td><td>1,05</td><td>0,97</td><td>0,96</td><td>0,91</td><td>0,95</td><td>0,99</td><td>1,00</td><td>1,08</td><td>1,09</td><td>1,15</td></tr><tr><td>25°</td><td>1,17</td><td>1,01</td><td>1,05</td><td>0,96</td><td>0,94</td><td>0,88</td><td>0,93</td><td>0,98</td><td>1,00</td><td>1,10</td><td>1,11</td><td>1,18</td></tr><tr><td>30°</td><td>1,20</td><td>1,03</td><td>1,06</td><td>0,95</td><td>0,92</td><td>0,85</td><td>0,90</td><td>0,96</td><td>1,00</td><td>1,12</td><td>1,14</td><td>1,21</td></tr><tr><td>35°</td><td>1,23</td><td>1,04</td><td>1,06</td><td>0,94</td><td>0,89</td><td>0,82</td><td>0,87</td><td>0,94</td><td>1,00</td><td>1,13</td><td>1,17</td><td>1,25</td></tr><tr><td>40°</td><td>1,27</td><td>1,06</td><td>1,07</td><td>0,93</td><td>0,86</td><td>0,78</td><td>0,84</td><td>0,92</td><td>1,00</td><td>1,15</td><td>1,20</td><td>1,29</td></tr><tr><td>45°</td><td>1,31</td><td>1,10</td><td>1,07</td><td>0,91</td><td>0,81</td><td>0,71</td><td>0,78</td><td>0,90</td><td>0,99</td><td>1,17</td><td>1,26</td><td>1,36</td></tr><tr><td>50°</td><td>1,37</td><td>1,12</td><td>1,08</td><td>0,89</td><td>0,77</td><td>0,67</td><td>0,74</td><td>0,88</td><td>0,99</td><td>1,19</td><td>1,29</td><td>1,41</td></tr></table>			LATITUD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	HEM. NORTE	50°	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,35	1,06	0,92	0,76	0,70	45°	0,80	0,80	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75	40°	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81	35°	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85	30°	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88	25°	0,93	0,89	1,03	1,06	1,15	1,14	1,17	1,12	1,02	0,99	0,91	0,91	20°	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94	15°	0,97	0,91	1,03	1,04	1,11	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97	10°	0,98	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99	5°	1,00	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,03	1,03	0,99	1,02	HEM. SUR	0°	1,02	0,94	1,04	1,01	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	5°	1,04	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06	10°	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10	15°	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12	20°	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15	25°	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18	30°	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21	35°	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25	40°	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29	45°	1,31	1,10	1,07	0,91	0,81	0,71	0,78	0,90	0,99	1,17	1,26	1,36	50°	1,37	1,12	1,08	0,89	0,77	0,67	0,74	0,88	0,99	1,19	1,29	1,41
	LATITUD	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D																																																																																																																																																																																																																																																																																							
HEM. NORTE	50°	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,35	1,06	0,92	0,76	0,70																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	45°	0,80	0,80	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	40°	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	35°	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	30°	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	25°	0,93	0,89	1,03	1,06	1,15	1,14	1,17	1,12	1,02	0,99	0,91	0,91																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	20°	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	15°	0,97	0,91	1,03	1,04	1,11	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	10°	0,98	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	5°	1,00	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,03	1,03	0,99	1,02																																																																																																																																																																																																																																																																																							
HEM. SUR	0°	1,02	0,94	1,04	1,01	1,01	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	5°	1,04	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	10°	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	15°	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	20°	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	25°	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	30°	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	35°	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	40°	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	45°	1,31	1,10	1,07	0,91	0,81	0,71	0,78	0,90	0,99	1,17	1,26	1,36																																																																																																																																																																																																																																																																																							
50°	1,37	1,12	1,08	0,89	0,77	0,67	0,74	0,88	0,99	1,19	1,29	1,41																																																																																																																																																																																																																																																																																								
ETP_m	Evapotranspiración potencial corregida (mm)	$ETP_m = KETP'_m$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
VR	Variación de la reserva (mm)	$[ETP_i - P] * [R_{i-1} / (R_{max} + (ETP_i - P) / 2)]$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
R	Reserva o Almacenamiento	$R_{i-1} - VR_i \text{ o } R_{i-1} + (P_i - ETP_i)$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
ET	Evapotranspiración real	$P_i + VR_i \text{ cuando } P_i < ETP_i$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
D	Déficit	$ETP_i - ET_i$																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

Ex	Exceso	$R_{i-1} + (P_i - ETP_i) - R_{max}$ cuando $P_i > ETP_i$ y $(R_{i-1} + P_i) > (ETP_i + R_{max})$
IDH	Índice de disponibilidad hídrica	$[(ET + (0,25 * E_x)/ETP)] * 100$
ReH	Rendimiento Hídrico (lt/s/km ²)	

Fuente: (UNESCO, 1982) e (IDEAM, 2006)

Posteriormente se calculó el promedio entre ambos métodos buscando un punto de equilibrio entre ambos métodos, puesto que abstracciones de precipitación las principales variables son el tipo y uso del suelo, mientras el balance hídrico de Thornthwaite en temperatura, precipitación, evapotranspiración potencial y real.

- Caudales mínimos

Los caudales mínimos en las cuencas asociadas a la UF1 fueron definidos mediante el método SCS de abstracciones de la precipitación.

El procedimiento es el mismo al descrito para caudal máximo, difiere en la precipitación (P), para este caso no es precipitación máxima en 24 horas, si no, precipitación mínima multianual; respecto al CN, en este escenario se aplican los datos de CN I o AMC I.

- **Dinámica fluvial**

El análisis de dinámica fluvial se realizó con base en dos imágenes, la primera corresponde al año 1992 referenciada IGAC mediante el código C-2498-78, Ortofoto LIDAR Resolución 0.04m y se complementó con la imagen facilitada por Google del año 2018 (Imágenes ©2018 / Airbus, DigitalGlobe). El objetivo del análisis multitemporal fue determinar si los cauces a intervenir por el proyecto durante el tiempo han sufrido cambios de su cauce, es decir, si este respecto al cauce actual ha tenido cambios de ubicación y/o en la sinuosidad de este.

2.3.1.6 Calidad del Agua

2.3.1.6.1 Fase de Precampo

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

- **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 el laboratorio Corporación Integral del medio Ambiente - CIMA acreditado por el IDEAM

mediante Resolución 2085 del 1 de octubre de 2015 con vigencia de tres (3) años, 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. Los soportes de acreditación del laboratorio CIMA, pueden ser consultados en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

2.3.1.6.2 Fase de Campo

- **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.

- **Toma de Muestras por parte del Laboratorio**

La caracterización fisicoquímica y bacteriológica de las corrientes hídricas que serán interceptadas por el proyecto vial se realizó mediante una campaña de monitoreo de calidad del agua correspondiente.

En cada monitoreo, las muestras fueron preservadas, rotuladas y transportadas hasta las instalaciones del laboratorio bajo una cadena de custodia que garantizó su debida manipulación y la no contaminación de las muestras. Las técnicas analíticas empleadas para determinar el valor de cada uno de los parámetros se presentan en el Capítulo 5 numeral 5.1.6 y de forma específica en los informes de laboratorio en el Anexo 5.1.6 Calidad del agua.

En las actividades de campo se realizó la medición de aquellos parámetros que son desde el punto de vista de análisis, dependientes de las condiciones del entorno y modificables al momento de realizar la toma de una muestra. Estos parámetros son: Temperatura del agua, pH, conductividad y oxígeno disuelto.

Las muestras puntuales para el análisis de los demás parámetros fueron tomadas en envases sin ningún tipo de residuo y acondicionadas para la preservación de las muestras según los requerimientos de las técnicas analíticas implementadas para la detección y cuantificación de los agentes o compuestos en laboratorio (Tabla 2.12). Estas fueron selladas y posteriormente refrigeradas hasta su llegada al laboratorio. Finalmente, el análisis de las muestras para cada uno de los parámetros se llevó a cabo por medio de procedimientos analíticos en laboratorio, teniendo como referencia los American Public Health Association, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, utilizadas por APHA & AWWA (2005) y técnicas adaptada de literatura.

Tabla 2.12 Metodología de análisis

Parámetro	Método
Físicos	
Conductividad	SM 2510 B
Temperatura Muestra	SM 2550 B
pH	SM 4500 O C
Químicos	
Acidez	SM 2310 B
Alcalinidad total	S.M 2320 B
Arsénico total	SM 3030K - EPA 200-8- ICM/MS
Bario total	SM 3030 E 3111 D
Cadmio total	SM 4040 E, 3111 B
Capacidad buffer	TITULOMETRICO
Cobre total	SM 303 E, 3111 B
Cobalto total	SM 3030 E, 3111 B
Color real	SM 2120 C
Cromo total	SM 3030 E, 3111 B
DBO ₅ (demanda bioquímica de oxígeno)	SM 5210 B, ASTM D-888-12 Método C
DQO (demanda química de oxígeno)	SM 5220 C
Dureza cálcica	SM 3500-Ca B
Dureza total	SM 2340 C
Fenoles totales	S.M. 5530 B-S.M. 5530 D
Fósforo total	S.M 4500 - P B, E
Grasas y aceites	NTC 3362: 2011-12-09, Numeral 4, Método C
Mercurio orgánico	SM 3112 B
Mercurio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Nitrógeno orgánico	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 C
Nitrógeno total Kjeldhal	SM 4500 - Norg C - 4500 NH3 B, C
Níquel total	SM 3030 E, 3111 B
Plata total	SM 3030 E. 3111 B
Plomo total	SM 3030 E, 3111 B
Selenio total	SM 3030 K - EPA 200.8 - ICP/MS
Sólidos suspendidos inorgánicos	SM 2540 D
Sólidos suspendidos totales	SM 2540 D
Turbiedad	SM 2130 B
Zinc total	SM 3030 E, 3111 B
Sólidos disueltos aprox.	SM 2540 C
Sólidos sedimentables	SM 2540 F
Oxígeno disuelto	SM 4500 C
Bacteriológicos	
Coliformes fecales termotolerantes	SM 9223 B Modificado
Coliformes totales	SM 9223 B

Fuente: (CIMA. Corporación Integral del Medio Ambiente, 2018)

2.3.1.6.3 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.

2.3.1.7 Usos del Agua

2.3.1.7.1 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).

La identificación de los usos actuales y proyectados de los cuerpos de agua que serán interceptados por el proyecto se efectuó mediante el análisis de la información registrada en el POMCA del río Pamplonita y los actos administrativos que establecen los objetivos de calidad y las metas de reducción de carga contaminante para cuerpos receptores en los municipios de Norte de Santander.

El primer documento de análisis agua corresponde a la Resolución 0097 de 10 de abril de 2007 en la cual se establecieron los Objetivos de Calidad para la cuenca hidrográfica del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011, la Resolución 0118 del 27 de abril de 2007 que corrigió el Artículo 1 de la Resolución 0097 del 10 de abril de 2007 y estableció los Objetivos de Calidad para cada uno de los cuerpos de agua pertenecientes a la cuenca del río Pamplonita para el quinquenio 2007-2011; así mismo se consideró el Tomo III Caracterización y Diagnóstico del Ajuste al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita en el departamento Norte de Santander en el área de jurisdicción de CORPONOR convenio 0036 de 2011.

2.3.1.7.2 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 en el área de influencia (Anexo_5.3.1_Ficha_veredal), se identificaron los conflictos actuales y/o potenciales que se presentaron en cuanto al uso y disponibilidad del recurso hídrico.

2.3.1.7.3 Fase de Poscampo

Una vez procesada la información obtenida en campo y consultada a CORPONOR, 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 CORPONOR, referente al Planes De Ordenamiento Y Manejo de la Cuenca del río Pamplonita, definición de objetivos de calidad, los registros de concesiones, entre otros.

2.3.1.8 Hidrogeología

2.3.1.8.1 Objetivos

- **Objetivo General**

Realizar la caracterización del componente hidrogeológico de la unidad funcional 1 (UF1) de la vía Cúcuta-Pamplona.

- **Objetivos Específicos**

- Recolectar información secundaria regional y local relacionada con el componente hidrogeológico (fuentes: SGC, IDEAM, IGAC, MINAMBIENTE, entre otros).
- Analizar la información existente hidrogeológica, hidrológica, geofísica, geoquímica y de caracterización de las aguas subterráneas sobre el área de estudio.
- Realizar inventario de puntos de agua consistente en pozos, aljibes, surgencias de flujos subsuperficiales (llamados también flujos hipodérmicos e interflujo), resurgencias (filtraciones difusas), afloramientos antrópicos y manantiales presentes en el área de estudio, determinando el nivel freático, unidad acuífera captada, caudales y tiempos de explotación, usos y números de usuarios.
- Identificar regionalmente las unidades hidrogeológicas captadas a partir de las unidades geológicas presentes e identificar los tipos de acuíferos.
- Estimar el flujo de agua subterránea, subsuperficial y posibles conexiones hidráulicas entre acuíferos y cuerpos de agua superficiales.
- Identificar las zonas de recarga y descarga naturales de los acuíferos.
- Evaluar la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos a la contaminación para proteger la calidad del mismo.
- Evaluar el riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteadas.

2.3.1.8.2 Alcance

El alcance del presente capítulo está enfocado en la identificación y caracterización del agua subterránea y los acuíferos presentes en la zona de influencia hidrogeológica de la

unidad funcional 1 (UF1), de manera que se pueda establecer una línea base que servirá de referencia para el posterior monitoreo de este recurso en términos de calidad y cantidad.

Como producto final de los diferentes análisis se entrega una valoración de los potenciales impactos que por la construcción de la vía a cielo abierto pudieran sufrir los puntos de agua identificados en el inventario. Esta valoración será hecha mediante un análisis de sensibilidad que toma en cuenta condiciones hidrogeológicas de los manantiales y los tipos de estructuras a construir.

De manera análoga, pero para el túnel Pamplona, se entrega un análisis en términos probabilísticos que valora el potencial impacto que la excavación del túnel pudiera tener sobre los puntos de agua identificados en su zona de influencia. Esto se hace aplicando el método DHI (Drowdown Hazard Index).

2.3.1.8.3 Metodología

En los siguientes numerales se menciona el procedimiento seguido para obtener el resultado final, sin entrar en el detalle de la metodología técnica, la cual se trata de forma detallada en cada capítulo que trata dicho alcance.

- **Recopilación y análisis de información secundaria**

En la fase inicial se recopilará y analizará la información técnica secundaria existente, relacionada con aspectos geológicos, geotécnicos estructurales, geomorfológicos, hidrogeológicos y en general, toda la información suministrada por UVRP relacionada con estructuración y diseños de las obras de la UF1 incluyendo perforaciones, planos, entre otra información de importancia. Adicionalmente se obtiene información de fuentes oficiales como planchas geológicas y memorias explicativas del Servicio Geológico Colombiano (en adelante SGC) (Plancha 110 escala 1:100.000); del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (en adelante IDEAM, con los datos de estaciones en el área de estudio, Estudio Nacional del Agua 2014); del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Metodologías, Resoluciones, etc.) entre otras entidades ambientales para el interés del presente estudio. También se utilizaron: Cobertura Vegetal Corine Land Cover (imagen rapieye año 2017), Modelo de Elevación Digital del Terreno (imagen Alos-palsar del 2011) y ortofotos del proyecto (año 2018).

- **Marco conceptual**

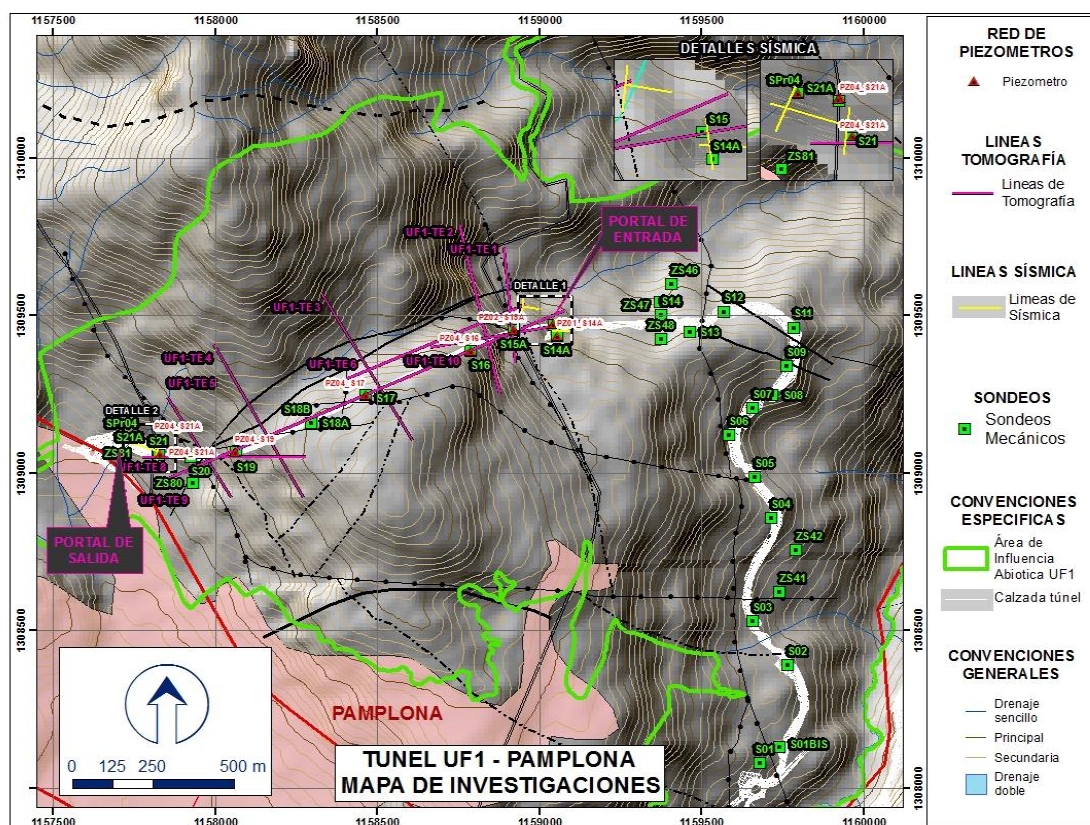
Corresponde al marco que rige en gran parte el presente estudio. Se toma en cuenta el estado del arte para cada temática desarrollada. En particular, para la clasificación de los puntos de agua se ha tomado como referencia el desarrollo conceptual entregado por la UVRP e Hidrogeocol y presentado a la ANLA en el marco del estudio del EIA de la Unidad Funcional 2 (UF2). Por lo que en el presente estudio se reproducen y aplican estos conceptos.

- **Recopilación y análisis de información primaria**

Dentro de la información primaria recopilada durante las diferentes campañas de investigación realizadas por Sacyr construcción para el túnel y vía a cielo abierto se obtuvo y analizó la siguiente información:

- 13 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la traza del túnel Pamplona, con alcance hasta la cota del túnel.
- 21 perforaciones mecánicas con recuperación de núcleos ejecutadas a lo largo de la vía a cielo abierto.
- 9 piezómetros instalados en correspondencia con el eje del túnel Pamplona
- 9 líneas de prospección geoelectrica con alcance hasta la cota del túnel Pamplona. Se ejecutaron secciones a lo largo de la traza del túnel y secciones paralelas al eje.
- 7 líneas de prospección sísmica de refracción,
- Datos geomecánicos obtenidos de los núcleos de las perforaciones (RQD, Co, modulo, entre otros).
- 12 ensayos de permeabilidad tipo slug ejecutados en perforaciones mecánicas,
- 2 pruebas de bombeo
- 20 ensayos de permeabilidad tipo Lugeon y 9 tipo Lefranc ejecutados en las perforaciones mecánicas.

Figura 2.4 Localización de las principales prospecciones realizadas en la UF1



Fuente: Elaboración propia, 2018.

- **Toma de información de campo**

Se realizaron varias campañas de reconocimiento de puntos de agua, la primera realizada el mes de noviembre de 2017, la segunda el mes de Abril de 2018 y la tercera en los meses de mayo y junio del 2018.

Esta fase del estudio se dividió en dos comisiones de campo integradas por profesionales y personal capacitado con el fin de recolectar información de carácter hidrogeológico representada especialmente en el inventario de puntos de agua que incluyó la medición del nivel del agua subterránea en los piezómetros.

La actividad de inventario de puntos de agua se realizó siguiendo el Formulario Único Nacional para Inventarios de Aguas Subterráneas (FUNIAS), elaborado por el IDEAM, SGC y MINAMBIENTE.

- **Procesamiento de la información**

En oficina, se procesó la información recolectada y levantada, con el fin de que cada dato pudiese ser usado en la elaboración del modelo hidrogeológico conceptual, análisis de la afectación potencial de las obras y la definición del área de influencia hidrogeológica.

- **Análisis de la Hidrogeoquímica del Agua**

Este análisis se basa en resultados de muestreo fisicoquímicos de puntos de agua y está encaminado a comprender los procesos de flujo del agua desde que se infiltra en el subsuelo hasta que se descarga nuevamente a superficie. Durante el tránsito del agua en las unidades hidrogeológicas sus características pueden cambiar por la disolución de iones, razón por la cual se analiza su concentración.

- **Elaboración del Modelo Hidrogeológico Conceptual**

El modelo conceptual busca abstraer de la realidad los aspectos más importantes y representativos desde el punto de vista hidrogeológico, para plasmarlos en una base más sencilla manejable tanto a nivel hidrogeológico como a nivel computacional, buscando siempre representar el medio hidrogeológico de forma fiel a la realidad.

Con base en la información de carácter primario y secundario disponible sobre el área de estudio, la recopilada durante las investigaciones hidrogeológicas de campo (inventario de puntos de agua) y aquella de tipo hidroquímica se elabora un Modelo Hidrogeológico Conceptual del área de estudio, identificando la relación existente entre las diferentes unidades hidrogeológicas identificadas, los tipos de drenaje dominantes, las principales zonas de carga y descarga, así como la dirección preferencial de flujo subterráneo.

- **Elaboración del Modelo numérico del flujo subterráneo**

De manera similar a lo que sucede con el modelo hidrogeológico conceptual, el cual se toma como referencia; el modelo numérico debe entenderse como un acercamiento a la realidad que trata de simular de la mejor manera posible y con base en la información a disposición, el comportamiento de los flujos subterráneo teniendo en cuenta la construcción del túnel Pamplona.

Para el caso específico del túnel Pamplona las simulaciones numéricas realizadas se han ejecutado involucrando los puntos de agua en superficie.

Para la elaboración del modelo numérico se utilizó el método de elementos finitos, código Feflow 7.0 (Wasy AG, Berlin) que aplica la ley de Darcy en todas sus partes. La cual es actualmente una de las herramientas de cálculo más utilizadas y reconocidas por la comunidad científica internacional en estudios hidrogeológicos realizados en contextos geológicos y estructurales complejos como aquel donde se construirá el túnel Pamplona.

No obstante, dada la complejidad geológica, estructural y por lo tanto de distribución de flujos en el contexto geológico presente en la zona de estudio, el modelo numérico realizado

se cruza con otras metodologías en el tema específico de valoración de potenciales afectaciones a los puntos de agua por la presencia del túnel Pamplona, como por ejemplo el método DHI (Drowdown Hazard Index), de esta manera no se confía este importante resultado a una sola herramienta de cálculo.

- **Definición del Área Influencia y Análisis de la Afectación Potencial y Medidas**

Todas las actividades y análisis realizados mediante la anterior metodología están enfocados a definir un área de influencia hidrogeológica. De forma posterior a la definición de esta área, se realiza también un análisis con el objeto de identificar la potencial afectación del recurso hídrico subterráneo (incluyendo puntos de agua) por las obras que integran el nuevo corredor vial.

Finalmente, de evidenciarse alguna afectación en cantidad o calidad del agua subsuperficial y subterránea, se plantean medidas de manejo sobre los cuerpos impactados.

- **Análisis de la vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos**

Para el análisis de vulnerabilidad intrínseca de los acuíferos se utilizó el método G.O.D. (Foster et al., 2002; Foster, 1987), muy eficaz en contextos análogos al objeto en estudio, que toma en cuenta tres datos fundamentales: a) el tipo de confinamiento del agua subterránea o tipo de acuífero (G), b) características litológicas de la zona no saturada (O) y c) la profundidad del agua subterránea (D). Se eligió este método frente a otros existentes, por ejemplo, DRASTIC, SINTACS, COP o EPIK, especialmente por la confiabilidad de los datos a disposición tomando en cuenta la extensión del área de estudio.

- **Valoración del riesgo de contaminación del acuífero por el desarrollo de las actividades y obras planteada**

Este análisis específico toma en consideración las principales obras que conforman el proyecto y valora la posibilidad de que ocurra algún daño causado por la presencia de condiciones peligrosas en alguna parte de este. El riesgo representa la probabilidad e importancia de que un posible peligro se haga realidad en términos de contaminación.

El objetivo del proceso para identificar y evaluar riesgos es obtener un mayor conocimiento acerca de los tipos de sustancias y productos transportados, así como de las principales fuentes de potencial contaminación. El requisito principal de una identificación y evaluación de riesgos es adquirir un entendimiento del modelo físico del sitio, la vulnerabilidad de los acuíferos, la localización de las aguas subterráneas amenazadas para la contaminación y los tiempos de exposición a una contaminación. Estos factores son tenidos en cuenta en la valoración de riesgo realizada.

- **Elaboración de la Red Monitoreo**

En términos generales, son objetivos de una Red de Monitoreo para aguas subterráneas identificar las propiedades físicas, químicas y bacteriológicas del agua, su estado y

variación estacional en cantidad y calidad, los efectos de los procesos naturales y los impactos antrópicos y la estimación de tendencias en cantidad y calidad.

Con base en lo anterior, para concluir y realizar seguimiento del análisis realizado, se elabora una red de monitoreo, especificando los puntos para el monitoreo, incluyendo periodicidad y parámetros a medir a lo largo de la construcción y operación del proyecto vial.

2.3.1.9 Geotecnia

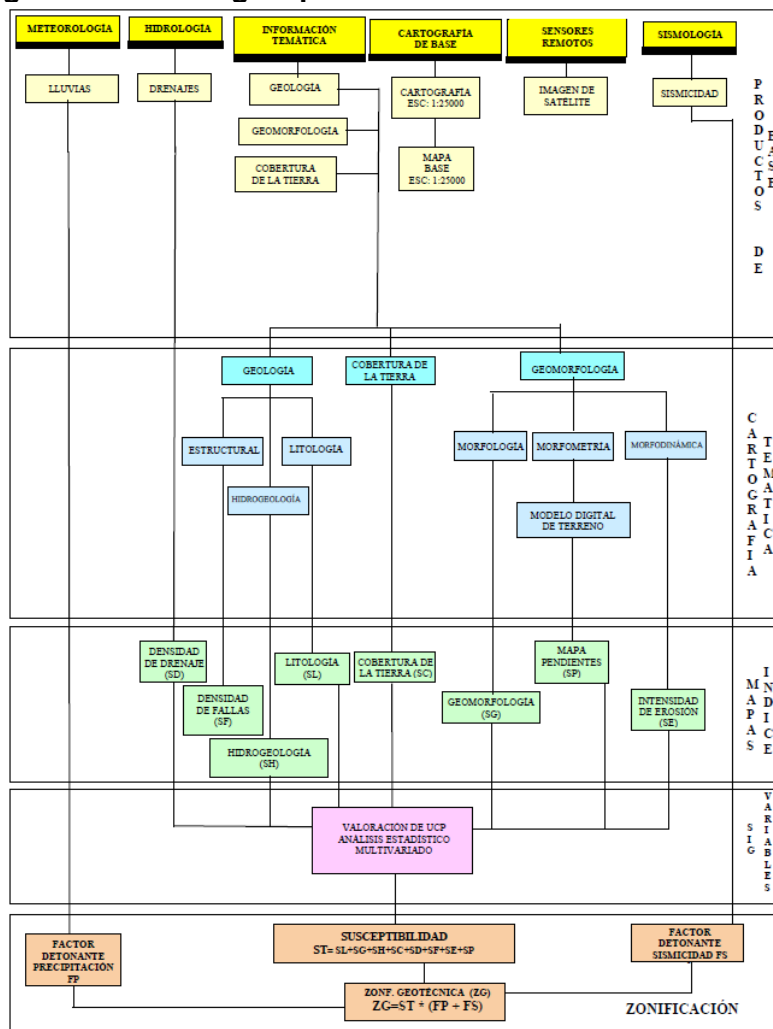
Para la UF1 la metodología de Zonificación Geotécnica utilizada consiste en la división del terreno en zonas geotécnicamente homogéneas, calificadas de acuerdo con las condiciones de estabilidad que pueden afectar la construcción de la vía, para lo cual, en un ambiente SIG, se definieron áreas con características similares en cuanto a litología (geología), geomorfología, cobertura de la tierra, densidad de drenajes, densidad de fallas, pendientes y morfodinámica.

Esta metodología incorpora dos factores detonantes, precipitación y amenaza sísmica, y se obtiene la amenaza relativa (zonificación geotécnica) a la ocurrencia de procesos erosivos y de remoción en masa, calificada desde muy baja a muy alta, de acuerdo con el esquema metodológico modificado de VARGAS (1.999). Ver Figura 2.5.

Para el desarrollo del estudio, se adelantaron las siguientes etapas:

- Recopilación y análisis de información existente. En esta etapa de trabajo se realizó el análisis de la información existente que se incorporó al modelo de análisis (información topográfica e información temática).
- Elaboración del mapa base digital, escala 1:25.000 del IGAC; incluye curvas de nivel, drenajes, vías y zonas urbanas entre otras.
- Estudio de las variables geoambientales o factores del terreno. Análisis y cartografía de variables como geología, geomorfología, fallas, cobertura de la tierra, pendientes, morfodinámica, drenajes, precipitación y sismicidad.
- Implementación del SIG. Sobre el mapa base digital del área de influencia se digitalizó la información temática georreferenciada.
- Evaluación de variables. Se evaluó la información obtenida y se determinaron los pesos de las variables para la determinación de la estabilidad geotécnica.
- Modelación de susceptibilidad. Con base en la calificación semi cuantitativa de las Unidades Cartográficas de Parámetro (UCP), se realizó la modelación multivariada de variables en función de la susceptibilidad, para la obtención de la zonificación geotécnica. La susceptibilidad es el grado de propensión de un terreno a generar uno o varios procesos amenazantes.
- Identificación de factores detonantes. Se consideraron como factores externos que pueden detonar procesos de remoción en masa, las variables de Precipitación y Amenaza Sísmica.

Figura 2.5 Diagrama metodológico para la obtención de la zonificación geotécnica



Fuente: AECOM - ConCol, 2018

Para el análisis de las variables geoambientales, se estableció un criterio semi cuantitativo, donde se asignó a cada unidad de parámetro un valor de susceptibilidad de 1 a 5, como se presenta en la Tabla 2.13.

Tabla 2.13 Categoría y valores de susceptibilidad para el análisis de las variables
Categoría de susceptibilidad Peso

Categoría de susceptibilidad	Peso
Muy baja	1
Baja	2
Moderada	3
Alta	4
Muy Alta	5

Fuente: AECOM - ConCol., 2018

La zonificación geotécnica se establece en cinco categorías, las cuales reflejan la conjugación de las variables incorporadas al análisis, incluyendo los factores intrínsecos de precipitación y sismicidad. La zonificación geotécnica se presenta en mapas a escala 1:25000.

2.3.1.10 Atmosfera

2.3.1.10.1 Meteorología

Para la caracterización climatológica del área de estudio se utilizó la información disponible de las estaciones del IDEAM, que contaban con registros históricos amplios y se encuentran distribuidas espacialmente cerca o al interior del área de influencia del proyecto, información que se encuentra en el Anexo 5.1.5 Atmosférico. Como primer paso para la caracterización climática se seleccionaron estas estaciones, y la información de los parámetros de acuerdo con 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 rosa de los vientos.
- Radiación solar
- Nubosidad
- Evaporación

A partir de esta información, en el Capítulo 5 numeral 5.1.9 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, 2016).

$$P=101,3((293-0,0065z) /293) ^{5,26}$$

Donde,

P= Presión atmosférica (kPa)

Z=Elevación sobre el nivel del mar (m)

- **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. En el Anexo 5.1.5 Atmosférico se presenta la información 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 2.14, dichas categorías corresponden a las propuestas por el IDEAM et al., (2007) en el documento “Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia”.

Tabla 2.14 Rangos de Zonificación Climática

Denominación Termal	Rangos altitudinales (msnm)	Rangos de temperatura media anual	Rangos de precipitación anual mm/año
Cálido	0 – 800	T > 24°C	0 – 500
Templado	801 – 1.800	18 – 24°C	501 – 1.000
Frío	1.801 – 2.800	12 – 18°C	1.001 – 2.000
Muy frío	2.801 – 3.700	6 – 12°C	2.001 – 3.000
Extremadamente frío y/o nival	3.701 – 4.500 y > 4500	1,5 – 6°C y < 1,5°C para nival	3.001 – 7.000
			> 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.

2.3.1.10.2 Identificación de Fuentes de Emisión

- **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.

- **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.

2.3.1.10.3 Calidad del Aire

- **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 principalmente) y/o zonas críticas de contaminación. Para el desarrollo de los muestreos de la calidad del aire, se contrató al laboratorio CIMA acreditado por el IDEAM, tanto para toma de muestras como para análisis, los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.5 Atmosférico.

- **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.

- **Fase Poscampo**

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

2.3.1.10.4 Ruido

- **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 Pamplona, en el departamento de Norte de Santander, 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.

- **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.

- **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 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. Los soportes de la acreditación del laboratorio a cargo del monitoreo, puede ser consultado en el Anexo 5.1.5. Atmosférico, del presente Estudio de Impacto Ambiental.

2.3.2 Medio Biótico

La metodología para cualificar, cuantificar e integrar los componentes relacionados con el medio biótico en el área de influencia de la Doble Calzada Pamplona – Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, se efectúa teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por el MAVDT, en la metodología general para la presentación de estudios Ambientales y en los Términos de referencia para la elaboración del EIA en Proyectos de Construcción de carreteras y/o túneles, adoptados mediante la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015. Así mismo la metodología se enmarca en los lineamientos metodológicos del Permiso de Estudio para la recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de Elaboración de Estudios ambientales, otorgado a ConCol Consultores S.A.S. mediante la Resolución 00168 del 13 de febrero de 2017 de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA.

2.3.2.1 Zonas de Vida

La caracterización ecológica del área de estudio del proyecto se efectuó mediante el Sistema de Clasificación de las Formaciones Vegetales o Zonas de Vida Naturales del Mundo, el cual fue elaborado por el Dr. Leslie Holdridge y se fundamenta en la relación que existe entre las condiciones bioclimáticas (temperatura y precipitación), la vegetación natural y la altitud. Este Sistema se basa en un modelo matemático, expresado en una configuración tridimensional, denominada Diagrama Bioclimático. Dado lo anterior, para

obtener la información de las zonas de vida para el área de estudio se utilizará como referencia el mapa de Zonas de vida o formaciones vegetales de Colombia de Espinal, publicado por el IGAC, 1977.

Para determinar las zonas de vida del área de estudio, inicialmente se estableció la temperatura media y la precipitación total anual, con la información de las estaciones climáticas más cercanas, con esto se fijó la biotemperatura promedio anual. Después, se identificó el punto donde se interceptaron las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el cual se encontraron los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado. Posteriormente se observó el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida, finalmente, se interpolaron estos datos para toda el área y se representaron las zonas de vida se señalaron mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guion: el primer grupo, en minúsculas, correspondieron a las iniciales del nombre dado a la humedad, el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura.

2.3.2.2 Ecosistemas Terrestres

Teniendo en cuenta la Resolución 0256 de 2018, por el cual se adopta la actualización del manual de compensaciones ambientales del medio biótico, y bajo los lineamientos establecidos en el Manual de compensaciones del medio biótico, en donde se requiere actualización de los factores de compensación teniendo en cuenta los ajustes cartográficos del mapa de ecosistemas de Colombia en escala 1: 100.000. (Ideam, 2017), la construcción del mapa de ecosistemas para el presente estudio, se llevó cabo teniendo como base el Mapa Nacional de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia (MEC), publicado por el IDEAM.

Sin embargo, este mapa no cuenta con la memoria técnica de elaboración oficial, razón por la que fue necesario realizar la solicitud al IDEAM, de los lineamientos técnicos y criterios determinantes para la construcción del mapa a escala 25.000. Es así como, a través de comunicación electrónica, el IDEAM, remitió el APARTE DE DOCUMENTO MEMORIA TÉCNICA DEL MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES, MARINOS Y COSTEROS DE COLOMBIA (MEC), ESCALA 1:100.000. (Ver Anexo 5.2.1 F- Comunicaciones).

Con base en lo anterior, se realizó la identificación de Ecosistemas a escala 1:25.000 para el área de estudio, siguiendo los lineamientos metodológicos establecidos en el borrador de la Memoria técnica suministrada por el IDEAM.

En dicha metodología, se relacionan elementos básicos para la representación cartográfica de los ecosistemas como son: Clima, Geomorfopedología y Cobertura de la Tierra, y están enmarcados en grandes unidades caracterizadas por el tipo de plantas y animales que alberga, como son los Biomas.

La concepción de los biomas utilizada en la versión 2017 del MEC es tomada del Informe Nacional sobre el Estado de la Biodiversidad (1997) elaborado por el I. Humboldt y corresponde a una adaptación del Sistema Walter (1980), el cual define el bioma como un

ambiente grande y uniforme de geo-biosfera, el cual corresponde a un área homogénea en términos biofísicos, la cual abarca un conjunto de ecosistemas más específicos. (IDEAM, 2017).

Adicionalmente el MEC, incorpora el análisis por regiones biogeográficas, determinadas por el Instituto Alexander Von Humboldt, como Unidad Biótica, con el propósito de incluir el componente biótico al análisis de ecosistemas, con el fin de aportar a las decisiones de uso y conservación, pues identifica características de su biodiversidad tales como endemismos, rareza, riqueza y fenómenos evolutivos o ecológicos que nos dan herramientas para comprender la funcionalidad e importancia de un ecosistema dentro de un territorio en particular. La utilidad de un mapa de ecosistemas para la gestión y monitoreo de la biodiversidad va a depender de la capacidad de este para reflejar las diferencias en el componente biótico identificando variación en el patrón geográfico de su distribución. (IavH, 2017)

2.3.2.2.1 Determinación de biomas

Para el presente estudio se identificaron tres Grandes Biomas, el Orobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropical y Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical.

En primer lugar, el Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical, se encuentra relacionado al Hidrobioma del Río Pamplonita.

El Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se encuentran definido por ambientes montañosos del país que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m y que no presentan déficit hídrico que afecte la vegetación. Para su identificación se asumieron los pisos climáticos templado, frío, muy frío, extremadamente frío y nival para las provincias de humedad húmedo, semihúmedo y superhúmedo de la clasificación climática de Caldas Lang. En la

Tabla 2.15, se muestra la clasificación de biomas dentro de este Gran Bioma.

Tabla 2.15 Clasificación del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical

Tipo de Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	Franja altitudinal de ubicación (m s.n.m.)	Piso climático de Caldas	Provincia de humedad de Lang
Orobioma subandino	800 - 1.800	Templado	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo
Orobioma andino	1.800 – 2.800	Frío	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo
Orobioma de páramo	Por encima de 2.800	Muy frío	Húmedo, semihúmedo y superhúmedo

Fuente: (IDEAM, 2017)

Por otro lado, el Orobionas Azonales del Zonobionas Húmedo Tropical, se encuentra definido por ambientes montañosos que van desde los 800 hasta los 5775 m.s.n.m., se ubican principalmente en cañones y presentan largos periodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, que es recuperado en los meses lluviosos. Para la identificación de estos Orobionas se consideró los pisos climáticos Templado, Frío y Muy frío junto con las provincias de humedad Árido y Semiárido.

Tabla 2.16 Claificación del Orobionas Azonales del Zonobionas Húmedo Tropical

Tipo de Orobionas del Zonobionas Húmedo Tropical	Franja altitudinal de ubicación (m s.n.m.)	Piso climático de Caldas	Provincia de humedad de Lang
Orobionas azonal subandino	800 a los 1.800	Templado	Árido y Semiárido
Orobionas azonal Andino	1.800 a los 2.800	Frío	Árido y Semiárido
Orobionas azonal de páramo	Por encima de 2.800	Muy frío y Extremadamente frío	Árido y Semiárido

Fuente: (IDEAM, 2017)

La clasificación climática fue determinada con base en la clasificación de Caldas (1802) ajustada por el IDEAM (2018) y la clasificación de Lang (1915). Los insumos para la clasificación son la elevación del lugar (en este caso área de influencia), la temperatura media anual (zonificada para el área por medio del gradiente altitudinal) y la precipitación total media anual. Para la clasificación según Lang se debe determinar el Factor de Lang, el cual se obtiene mediante el coeficiente entre la precipitación total media anual (mm) y la temperatura media anual (°C).

- Rangos de clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM son los siguientes:

Tabla 2.17 Rangos de la clasificación climática de Caldas ajustados por el IDEAM

Determinación termal	Rangos altitudinales (m.s.n.m)	Rangos de temperatura
Cálido	0 – 800	>24°C
Templado	800 – 1.800	24 °C - 18 °C
Frío	1.800 – 2.800	18 °C - 12 °C
Muy frío	2.800 – 3.700	12 °C - 6 °C
Extremadamente	3.700 – 4.500	6 °C – 1,5 °C
Nival	>4.500	<1,5 °C

Fuente: IDEAM, 2014

- Rangos de clasificación climática de Lang, cuyo producto son seis (6) provincias de humedad son los siguientes:

Tabla 2.18 Clasificación climática de Lang

Factor Lang (P/T)	Provincia de humedad	Símbolo
0-20	Desértico	D

20,1-40	Árido	A
40,1-60	Semiárido	Sa
60,1-100	Semihúmedo	Sh
100,1-160	Húmedo	H
>160	Superhúmedo	SH

Fuente: IDEAM, 2014

2.3.2.2.2 Determinación de Unidades Bióticas

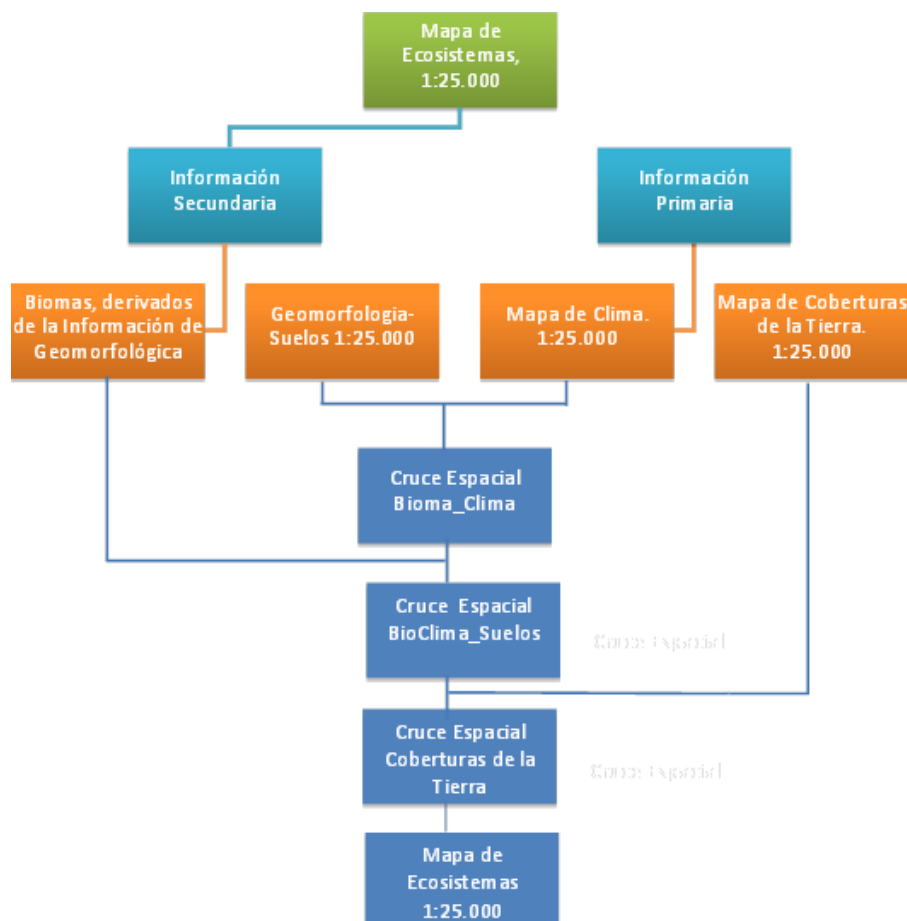
Para la determinación de las Unidades Bióticas, se adoptó la regionalización del MAPA DE ECOSISTEMAS CONTINENTALES, MARINOS Y COSTEROS DE COLOMBIA (MEC), ESCALA 1:100.000, ya que esta clasificación se realiza a partir de la modelación de la diversidad Beta de las especies. Es así como para el área de estudio se presentan las unidades bióticas Altoandino Cordillera Oriental y Catatumbo.

2.3.2.2.3 Determinación de ecosistemas

El marco conceptual del mapa de Ecosistemas de Colombia es jerárquico y de integración interdisciplinar, 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, interdisciplinarios, 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. En la Figura 2.6, 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.

Figura 2.6 Diagrama metodológico para la generación del mapa de Ecosistemas a escala 1:25.000



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.2.3 Cobertura de la Tierra

Mediante la interpretación de un mosaico de imágenes Rapideye de 2016 Multiespectral de 5 bandas, de resolución espacial 5m y con el apoyo de la ortofotografía Lidar de resolución espacial 0,04m, se elaboró el mapa de cobertura de la tierra a escala 1:25.000. Teniendo en cuenta que la imagen Lidar presenta una mayor resolución los polígonos dentro de esta imagen fueron delimitados con base en esta imagen.

En el mapa de cobertura de la tierra 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. Incluyendo las modificaciones realizadas a la leyenda por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, modificaciones que permiten un mayor detalle en los niveles 3, 4, 5 y 6, con la finalidad de construir un mapa temático a escala 1:25.000, acorde a las

necesidades del proyecto. La metodología para la elaboración del mapa de coberturas de la tierra se adelantó mediante la ejecución de las siguientes fases:

2.3.2.3.1 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 CLCC a escala 1:100.000 (IDEAM, Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, 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 estudio utilizadas en la interpretación se presentan en la Tabla 2.19, se empleó un área mínima cartografiada de 1,56 ha (considerando la escala 1:25.000 semidetallada) siguiendo los lineamientos establecidos por el IGAC para la determinación del tamaño mínimo de la Unidad Cartográfica en un mapa de cualquier escala. (Melo Wilches, 2005). Sin embargo, en algunos sectores se interpretaron unidades con un mayor detalle dados los requerimientos del proyecto.

Tabla 2.19 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 Lidar	Municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios	2016	0,04 m
2	Rapideye	Área de intervención en los Municipios de Pamplona, Pamplonita, Bochalema, Chinácota, Los Patios	2016	5 m

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

2.3.2.3.2 Fase Campo

Previamente durante el proceso de interpretación de las coberturas, se identificaron las áreas con mayores dificultades en la determinación que no pudieron ser resueltas con

ayuda de información secundaria como drenajes, curvas de nivel, entre otros recursos, o aquellas que por experiencia de control de calidad requerían ser verificadas, conformándose un conjunto de áreas para verificación de campo. El trabajo de campo tiene como propósito realizar la verificación de estas unidades de cobertura que presentan mayor incertidumbre en su identificación y delimitación, es decir, que requieren realizar un control temático.

El trabajo de campo presentó 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 respectivas.

Para la toma de puntos de control se empleó el mapa digital previamente elaborado en la fase precampo, incorporando observaciones específicas, toma de puntos de control mediante GPS y registro fotográfico de cada punto con la ayuda de aplicaciones cartográficas. (PDA).

2.3.2.3.3 Fase Poscampo

Con base en el mapa de coberturas de la tierra preliminar (fase de precampo) y los puntos de control registrados 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 se verificaron y consolidaron las bases de datos, se realizó el proceso de validación de topología y consistencia lógica, se calcularon áreas y se obtuvo el mapa de coberturas de la tierra final, de acuerdo a la metodología CLCC 2010 adaptada para Colombia y a las especificaciones cartográficas dadas por la ANLA, dentro de la guía metodológica de estudios ambientales.

La determinación del uso actual del suelo se desarrolla dentro del numeral 5.1.4 Suelos y uso de la tierra.

2.3.2.4 Flora

El propósito de este ítem es la caracterización florística y estructural de la flora terrestre para los ecosistemas inventariados, del AI de la UF 1, partiendo de la descripción de las coberturas de la tierra a escala 1:25.000; además de hacer el establecimiento de parcelas temporales 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.

Además, se realizaron los cálculos de volumen de aprovechamiento forestal, presente para cada una de las coberturas vegetales de cada ecosistema; mediante el muestreo estadístico.

2.3.2.4.1 Caracterización Florística y Estructural

Para la caracterización de la vegetación se realizó la cuantificación de la diversidad florística y análisis estructural a partir del desarrollo de tres etapas: Una inicial, donde con base en

cartografía e información existente de la zona se establecieron posibles puntos de muestreo y se concretaron detalles previos al trabajo de campo; la segunda, donde se definieron los puntos de muestreo, el establecimiento de parcelas y la toma de datos; y una última etapa relacionada con el procesamiento y análisis de la información.

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 anterior, se realizó la caracterización de la vegetación de los ecosistemas naturales identificados en el área de estudio a escala 1:25.000.

2.3.2.4.2 Fase de Precampo o Alistamiento

El objetivo de la revisión de la información secundaria existente para el AI de la UF 1 se enfoca en obtener un diagnóstico del componente flora del área de influencia, en donde se revisaron documentos y publicaciones científicas, trabajos de diferente índole realizados en la región por entidades de orden nacional, departamental y municipal: Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Pamplonita, Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) Y Esquema De Ordenamiento Territorial (EOT), cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC, imágenes satelitales, documentación de la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales, Instituciones Nacionales y demás documentos.

De igual manera esta fase consistió en la planificación del inventario forestal e implicó las siguientes actividades:

- a. Gestión formato de inicio de actividades de recolección con fines de estudios ambientales, presentado al MADS.
- b. Revisión de cartografía base en relación con centros poblados, vías de acceso, cuerpos de agua, permisos de acceso y áreas de orden público.
- c. Verificación de la versión actualizada del área de intervención.
- d. Elaboración del listado de especies potenciales en veda, endémicas, vulnerables o en riesgo.
- e. Ubicación de los sitios de muestreo conforme a la metodología.
- f. Programación de actividades de campo.
- g. Determinación del diseño de muestreo a utilizar

- **Diseño de muestreo**

- Tipo de muestreo para caracterización de las unidades florísticas

El tipo de muestreo correspondió a un muestreo estratificado sistemático, en el cual la estratificación corresponde a los ecosistemas naturales identificados en el área de influencia. (Bosque ripario del Orobioma medio de los Andes, arbustal denso alto del Orobioma medio de los Andes, Bosque ripario del Orobioma bajo de los Andes, Bosque

fragmentado con vegetación secundaria del Orobioma bajo de los Andes y arbustal denso alto del Orobioma bajo de los Andes.

➤ Forma de las unidades de muestreo

La unidad de muestreo tradicional usada en los inventarios forestales de caracterización, 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 las coberturas inventariables siempre se dividen en pequeñas áreas que se constituyen en las unidades de muestreo, lo cual permite resultados confiables para inferir sobre la población estudiada.

➤ Coberturas boscosas

Las parcelas o unidades de muestreo temporales establecidas se realizaron de forma rectangular (100 m x 10 m), 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 & Velázquez, 1997) y (Villarreal H. et al, 2004), los cuales se basan en la propuesta de (Gentry, 1982). En la Tabla 2.20 se describen las unidades de muestreo para la vegetación terrestre. Ver Tabla 2.20.

Tabla 2.20 Unidades de muestreo en las coberturas boscosas identificadas en el AI de la UF1

Vegetación Terrestre	Estados Sucesionales	Unidad de Muestreo
Bosques	Fustales	Se estableció un área de muestreo de 1.000 m ² (0,1 ha), en parcelas de 100 m x 10 m, se realizaron las parcelas necesarias para cumplir con una representatividad estadística en función del área, con una probabilidad del 95% y un error de muestreo % no mayor al 15%.
	Latizal	Se estableció un área de muestreo en parcelas de 5 m x 5 m (0,025 m ²)
	Brinzal y renuevo	Se estableció un área total de muestreo en parcelas de 2m x 2m (0,004 m ²)

Fuente: Resolución 0168 02/17 ANLA a Consultoría Colombiana S.A.

➤ Categorías de crecimiento de regeneración natural

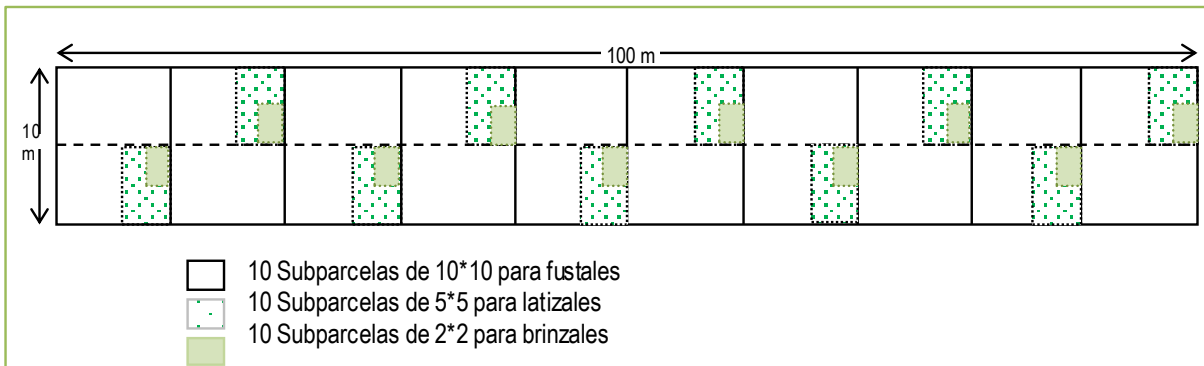
Para el análisis y levantamiento de la información concerniente a regeneración natural se utilizaron las categorías de crecimiento establecidas en la Tabla 2.21.

Tabla 2.21 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: (Ministerio del Medio Ambiente, 2002)

Figura 2.7 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de ecosistemas con coberturas de boscosas



Fuente: Modificado de (Vallejo et. al , 2005)

➤ Coberturas arbustivas

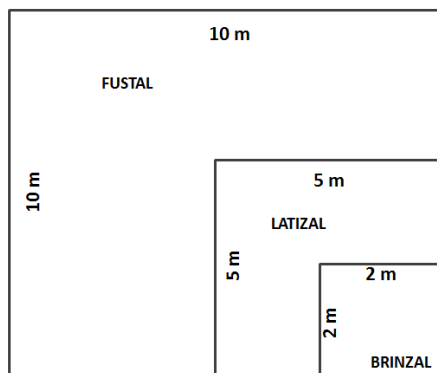
Para la vegetación correspondiente a arbustales y vegetación secundaria baja, se utilizaron parcelas de 10 m x 10m (0,01 ha) para la medición de fustales, de 5 m x 5 m (0,025 ha) para la medición de latizales, mientras que para especies en estado brinzal se realizaron parcelas de 2 m x 2 m (0,0004 ha), este tamaño de parcela es sugerido en la metodología establecida por (Quesada, 2000) y (CATIE et al , 1998), para este tipo de coberturas el criterio de tamaño y área de muestreo se detalla en la . (Ver Tabla 2.22).

Tabla 2.22 Unidades de muestreo para establecidas en las coberturas de arbustivas en el AI de la UF1.

Unidad florística	Categoría	Unidad de Muestreo
Arbustal	Fustal	Parcelas de muestreo en cuadrantes de 10 x 10m (0,01 ha).
	Latizal	Parcelas de muestreo de 5 m x 5 m (0,025 ha)
	Brinzal	Parcelas de muestreo de 2 m x 2 m (0,0004 ha)

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 2.8 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de arbustales.

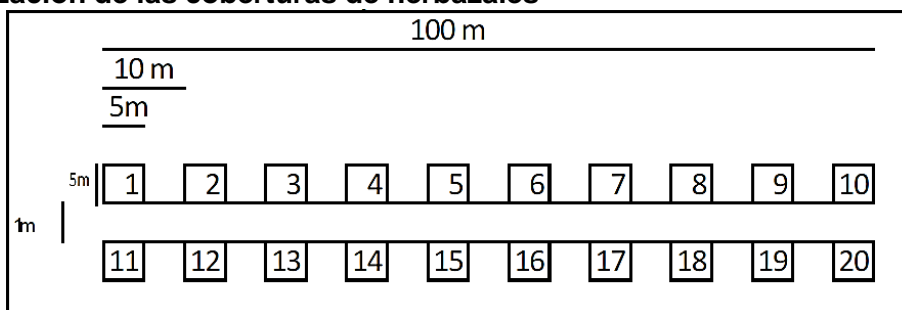


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

➤ Coberturas de herbazales

En esta cobertura, se estableció un transecto de vegetación de 100 metros de longitud, donde se ubicaron 20 cuadrantes de 5 m x 5 m (0,0025 ha) tal y como se observa en la Figura 2.9, se midieron los estratos arbustivos, herbáceos y rasantes, siendo estos dos últimos los más representativos de esta cobertura.

Figura 2.9 Esquema del establecimiento semitemporal de parcelas para la caracterización de las coberturas de herbazales



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

➤ Tamaño de la unidad de muestreo

El tamaño de la muestra está relacionado a la cantidad de parcelas a levantar para dar cumplimiento a lo dispuesto en la resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en el numeral 5.2.1.1 “*los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor del 15%...*”.

El problema al realizar un inventario forestal es determinar antes del muestreo el valor del CV% (coeficiente de variación) para determinar el número de parcelas y para ello se hace necesario realizar un inventario piloto o premuestreo con el fin de obtener un valor confiable de la variación de la muestra. No existen reglas definidas para hacerlo en cuanto a número de muestras, forma, etc., más bien la experiencia ganada en labores similares va conformando los criterios que pueden conducir al proceso.

En primer lugar, con base en la cartografía temática de ecosistemas, es posible ubicar **n** número de parcelas distribuidas a través de todo el bosque, de manera que la muestra sea representativa, es decir, que capte la variación verdadera del bosque o coeficiente de variación. En general el CV% del volumen puede ir desde 35% para bosques homogéneos hasta 250% para bosques muy heterogéneos.

El premuestreo efectuado para el presente estudio, se realizó a través de técnicas del método estadístico y su cálculo se realizará 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 de muestreo relativo (15%)

En la formula anterior para el cálculo de n surge un problema: ¿cuál será el valor de t? Freese, propone un proceso iterativo que calcula n con base en los grados de libertad de la muestra inicial. Con esto es posible obtener un nuevo valor de n, con el cual se asocia un nuevo valor de t y así sucesivamente, este proceso termina cuando el número de n (parcelas) sea igual, parecido o repetitivo y aquí termina el cálculo; se pueden presentar valores oscilantes, escogiendo entonces un valor promedio entre el más alto y el menor obtenido por iteración, dependiendo.

Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%. A partir de los parámetros estadísticos que se presentan en la Tabla 2.23. La distribución de t-student utilizada se presenta se encuentra en el Anexo (5.2.1-A)

Tabla 2.23 Parámetros estadísticos

PARÁMETROS ESTADÍSTICOS	
Promedio (X)	$X = \frac{\sum Xi}{n}$ donde: Xi = valor observado de unidad i-ésima de la muestra n = número de unidades de la muestra (tamaño muestra)
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\sum Xi^2 - \frac{(\sum Xi)^2}{n}}{n - 1}}$
Coeficiente de variación (CV)	$CV = \frac{S}{X} * 100$
Error estándar (Sx)	$Sx = \frac{S}{\sqrt{N \frac{1-n}{N}}}$ donde: S = Desviación estándar N= Tamaño de la muestra (número de unidades muestréales) n= Tamaño de la población (expresado en parcelas)
Error de muestreo absoluto (ECM)	$ECM = X - t(Sx)$
Error de muestreo relativo (E%)	$E\% = \frac{t(Sx)}{X} * 100$

Fuente: Aecom –ConCol. 2018

➤ Cálculo del error de muestreo

Una vez levantada la información en campo de parcelas por cada ecosistema 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. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002). Bajo los parámetros estadísticos relacionados en la Tabla 2.23. Algunas parcelas levantadas para el premuestreo fueron usadas para los cálculos del muestreo para cada ecosistema. Para cada uno de los ecosistemas naturales identificados, previamente se determinó el número de parcelas a realizar a través del método estadístico, cuya intensidad de muestreo permitió garantizar un error inferior al 15%, con una probabilidad del 95%.

Para el ecosistema de Herbazal, se hizo uso de la técnica de la interpretación de la curva de acumulación de especies a partir de los estimadores CHAO 1 y 2, Jack 1 y 2, Bootstrap, con el fin de encontrar representatividad de la muestra.

Para el ecosistema de Bosque de galería y/o ripario del Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental, con el fin de alcanzar la representatividad estadística requerida en los M-M-INA-02, se utilizó la parcela A1 (fuera del AI), en razón que las parcelas levantadas dentro del AI (I6 - E6 -I7 – G155 -E7 -I8), presentaron una alta variabilidad, lo cual es reflejo de la heterogeneidad del ecosistema; es preciso aclarar que la parcela A1, se localiza sobre el mismo ecosistema localizada a una distancia de 340 metros del extremo Norte del AI, por lo tanto, se consideró viable la utilización de la misma para dar cumplimiento al Numeral, 5.2.1.1 Ecosistemas Terrestres – Requerimientos adicionales para Flora. *“Los muestreos que se lleven a cabo para la caracterización florística deben efectuarse a partir del levantamiento de parcelas y ser estadísticamente representativos en función del área para cada unidad de cobertura y ecosistema, con una probabilidad del 95% y error de muestreo no mayor al 15%”.*

2.3.2.4.3 Fase de Campo

- **Localización 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 Colector de mano JUNO SD (una computadora de campo que permite el geoposicionamiento de alta sensibilidad con Precisión de 1 a 5 metros tras corrección diferencial en tiempo real). (Ver Fotografía 2.1), se georeferenció el punto inicial y final del eje respectivo de cada unidad muestreada, de tal manera que correspondan a las coordenadas estipuladas en la cartografía dentro del AI de la UF 1.

Fotografía 2.1 Colector de mano JUNE SD



Fuente: Aecom-ConCol, 2018.

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. (Ver Fotografía 2.2)

Fotografía 2.2 Demarcación de Parcelas



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- **Captura de la información**

La información dasométrica de cada elemento fue capturada utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), es un conjunto de herramientas que permiten recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online. Optimiza el proceso de recopilación de datos con ODK Collect sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS, fotos, vídeos, códigos de barras y audio a un servidor online. En el Anexo 5.2.1.1 se pueden consultar los formularios utilizados para el levantamiento en campo.

- **Medición de variables**

Las variables dasométricas tenidas en cuenta para el inventario forestal fueron:

➤ Para individuos fustales

- Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso. (Ver Fotografía 2.3), se tuvieron en cuenta las recomendaciones para medición del diámetro propuestos por (Melo, Vargas, 2003).
- Número del árbol: El trabajo de inventario forestal en campo, fue desarrollado por varias cuadrillas, realizando las labores respectivas de forma paralela en diferentes puntos del área de estudio, cada equipo de trabajo se conformó por un ingeniero forestal y dos auxiliares de campo; con el fin de tener organización con la información y trabajo de campo, a cada una de las cuadrillas se les asignó una letra del alfabeto (Ver Tabla 2.24), esta codificación hace parte de la marcación de las parcelas.
- Altura total: Longitud del árbol desde el suelo hasta su ápice.
- Altura comercial: altura del fuste aprovechable, desde el tocón hasta donde inicia la copa o hasta donde haya alguna limitación como deformación, daño o lesión

Tabla 2.24 Codificación de cuadrillas

Cuadrilla	Letra de Identificación
1	A
2	B
3	C
4	D
5	R
6	F
7	G
8	H
9	I
10	L
11	M

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

➤ Para individuos Regeneración natural

- Categoría de crecimiento: Latizal, brinzal, renuevo.
- Nombre común: nombre dado en la región (nombre común o vernáculo).
- Circunferencia a la altura del pecho (CAP): medida del grosor de cada uno de los fustes del árbol, a realizar a 1,3 m de altura sobre el piso
- Altura total: longitud del individuo desde el suelo hasta su ápice.

● **Marcación de la parcela e individuos**

Para identificar las parcelas, se realizó una marcación alfanumérica con pintura de aceite blanca, 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. (Ver Fotografía 2.4).

Así mismo para la marcación de los individuos de tipo fustal y latizal, se usó pintura de tránsito pesado color blanco con el fin de garantizar la permanencia de esta. Para la marcación se generará una superficie adecuada a una altura visible y tratando de tener el mismo sentido de orientación. Los latizales fueron marcados con una "X". Los individuos de tipo brinjal no fueron marcados debido al tamaño de estos.

Fotografía 2.3 Medición del DAP



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Figura 2.10 Recomendaciones para la medición de diámetros de árboles deformados, bifurcados e inclinados.

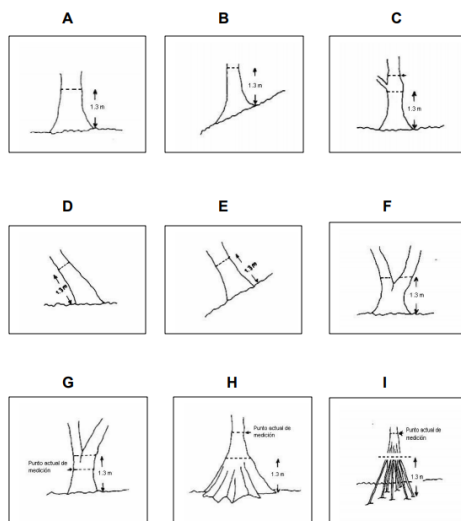


FIGURA 2.2 Recomendaciones para la medición del diámetro en árboles deformados, bifurcados e inclinados. A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1.30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1.30 m. H: Árbol

Fuente: (Melo, Vargas, 2003)

Fotografía 2.4 Identificación de las parcelas e individuos fustales

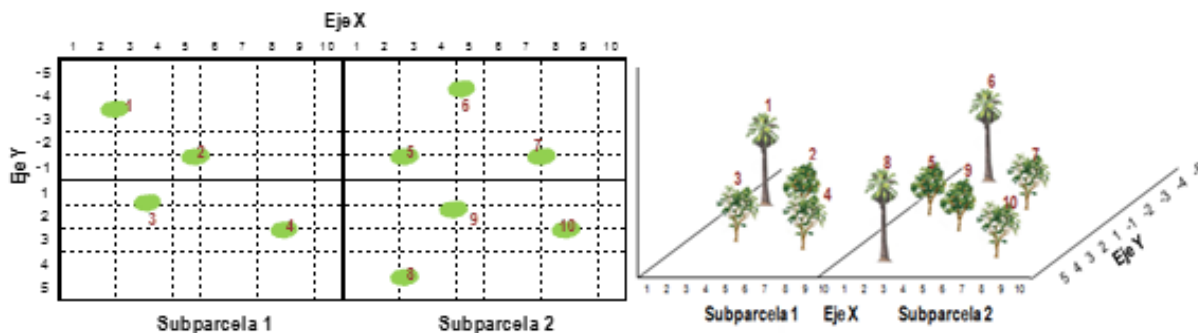


Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **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 10 m x 10 m, 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 2.11 se observan dos (2) subparcelas con el fin de graficar el desarrollo del trabajo en campo. En el formulario de Perfil de caracterización, se registran 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 2.11 Localización de individuos para perfil de vegetación




Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Identificación, Colección y Manejo del Material para la Clasificación Taxonómica**

Al momento de la colecta se diligenció completamente la etiqueta de campo (Ver Figura 2.12) la cual se adhirió a uno de los números de colección Verhoeff (Ver Figura 2.13) generados en la fase de precampo, la muestra botánica se guardó en una bolsa plástica independiente junto a la etiqueta de campo (Ver Fotografía 2.5) finalmente se colocó en un costal de fibra para su transporte al sitio donde será prensada. Solo se guardó una (1) muestra botánica por bolsa plástica de colección.

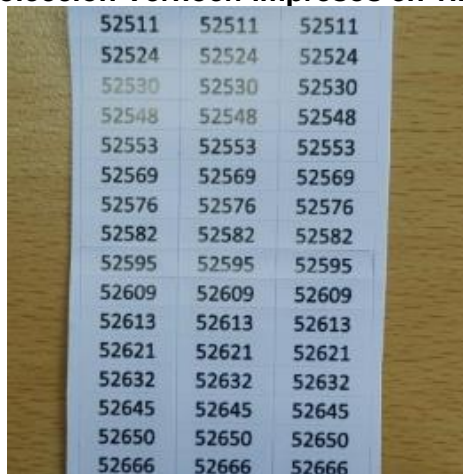
Figura 2.12 Etiqueta de campo, para la colección de ejemplares botánicos

CONSULTORIA COLOMBIANA S.A (CONCOL)			
Código de Colección:	<input type="text"/>	Comisión/ Subzona:	<input type="text"/>
Familia:	<input type="text"/>		
Nombre científico /morfoespecie	<input type="text"/>		
Nombre común:	<input type="text"/>	Usos:	<input type="text"/>
Descripción:	<input type="text"/>		
Localización: Colombia, Departamento: <input type="text"/> , Municipio: <input type="text"/> , Corregimiento: <input type="text"/> , Vereda: <input type="text"/> .			
Waypoint	<input type="text"/>	Parcela/ Cobertura	<input type="text"/>
Altitud	<input type="text"/> m	Fecha	<input type="text"/> <input type="text"/> 2016
 <div style="text-align: center;">"Nombre del Proyecto"</div>			

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

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).

Figura 2.13 Códigos de colección Verhoeff impresos en vinilo adhesivo.



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

Fotografía 2.5 Muestra colectada y etiquetada en bolsa plástica



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

En la etiqueta de campo se deben registrar todos los datos posibles que complementen la información representada en el ejemplar, en este sentido la etiqueta hace parte integral de la muestra botánica, se diligenció en lápiz de manera que la tinta no pueda borrarse al alcoholizar la muestra) y se incluyó en la bolsa de colecta, posteriormente será agregada al montaje de prensado y secado del material.

- **Prensado de las muestras botánicas**

Con el fin de que las muestras botánicas se conserven en las mejores condiciones una vez colectadas se preno el mismo día o a lo sumo al día siguiente. Desde la colecta en campo hasta el momento del prensado las muestras estuvieron siempre en bolsas plásticas

individuales para que se mantengan hidratadas. Para el prensado de las muestras se usaron hojas sencillas de papel periódico de formato 56 x 29 cm doblado por la mitad (Ver Fotografía 2.6).

Fotografía 2.6 Montaje para el prensado de material botánico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018

- **Alcoholizado, embalaje y transporte del material vegetal**

Una vez el material se encuentra prensado se realizó la cadena de custodia del material, posteriormente las muestras se apilaron hasta hacer un paquete de unos 20 o 30 cm de altura, este paquete se envolvió con tres (3) hojas dobles de papel periódico dispuestas en "T", de manera que uno de los lados del paquete se mantenga descubierto y se ató con pita de polipropileno usando un nudo en cruz, tal y como se amarra una caja.

Este paquete posteriormente fue llevado a una bolsa plástica de calibre cuatro (4). Posteriormente se adiciono alcohol al 70% de forma que los paquetes queden completamente impregnados y quede un pequeño sobrenadante un alrededor de un 1 cm en el fondo de la bolsa. Posteriormente se sacó el aire de la bolsa y se sella con doble nudo utilizando pita de polipropileno y con cinta industrial.

- **Fase de Laboratorio**

Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos, 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/>).

- **Fase de oficina y/o procesamiento de la información**

- **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. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Tabla 2.25 Cálculo de variables dasométricas

Variable	Fórmula	Descripción
Área Basal Ab	$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP *)^2$	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm ² o m ² de material vegetal por unidad de superficie de terreno.
Diámetro medio cuadrático (DAP *)	$DAP = \sqrt{\sum DAP^2 i^2}$	constituye una variable que representa el diámetro equivalente al árbol de área basal media, esta medida es más apropiada que el diámetro a la altura del pecho (DAP), para representar directamente el nivel de ocupación del espacio, utilizado para calcular el diámetro de árboles con bifurcaciones
Volumen	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ Ab= Área basal hc=Altura comercial (m) ht=Altura total F_f=Factor de forma balanceado (0.7)	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 factor de forma o mórfico a emplearse, 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, 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. 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 total y comercial, teniendo en cuenta las alturas comerciales y totales respectivamente

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

➤ Análisis florístico y estructural

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procedió a determinar la composición florística 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 usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten 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 construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, 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 (IVI), 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 las coberturas vegetales inventariadas en el AI de la UF 1. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.26 Parámetros estructurales e índices de diversidad

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
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.	$D = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles}}{\text{Área total del muestreo (ha)}}$
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.	$F_a = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
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.	$D_a = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos una especie tomados en la muestra}$
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
Estratificación Ogawa	Según UNESCO 1980 este método 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.	
Coeficiente de mezcla	Es la relación entre el número de especies y el número de individuos.	$C.M. = \frac{N^{\circ} \text{ de especies}}{N^{\circ} \text{ de individuos}}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
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 vertical - Método cualitativo – Perfil	<p>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 árboles, así como su especie correspondiente.</p> <p>El perfil se construirá a partir de un plano coordenado atendiendo a la dimensión de las parcelas de 100 x 10m.</p>	
Posición sociológica	<p>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.</p>	
Diagramas estructurales	En el caso de las coberturas de herbazales, se presentan diagramas estructurales con los valores de cobertura (%) según los estratos definidos. Sirven para dar una idea gráfica de la	<p>En el caso de árboles y arbustos la cobertura será determinada de la siguiente manera:</p> $C1 = \frac{1}{2} [D1 * D2]$ <p>De donde:</p> <p>C1= Cobertura de copa de cada individuo en m2</p> <p>D1= Diámetro mayor</p> <p>D2= Diámetro menor</p>

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	<p>dominancia energética según disposición vertical.</p> <p>La cobertura se obtiene por el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativas en los bajos</p>	<p>Finalmente, se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de especie y se hace la relación con respecto al área total muestreada. (Rangel & Velázquez, 1997)</p>
Regeneración natural	<p>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.</p>	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <p>Dónde: 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	<p>Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.</p>	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Dónde: $A_b = \text{Área basal}(m^2)$ $A_b = 0.78 \times DAP^2$ DAP = Diámetro a la altura del pecho (medido a 1.30 m del nivel del suelo)</p> <p>DAP Cuadrático</p> $= \sqrt{\sum DAP^2 \dots n, \text{para individuos con más de un fus}}$ $VOL = \text{Volumen}(m^3)$ <p>$h_c = \text{Altura comercial}(m)$ o $h_t = \text{Altura total}$ $F_f = \text{Factor de forma}(0.7)$ para especies nativas de bosque natural.</p>

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
Índice de Simpson	Permite medir la riqueza y densidad de las especies	$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
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.	$D_{mg} = \frac{(S - 1)}{\ln N}$ Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies
Índice de diversidad de Shannon & Wiener	Es igualmente una medida de la diversidad o riqueza en especies de una población dada	$H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$ Dónde: Pi=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.
Curva de acumulación de especies	Es una herramienta útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño, representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en donde el eje Y está definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo. En teoría, las funciones de acumulación de especies alcanzan una asíntota, la cual se asume que equivale a la riqueza real, sujeta al error de muestreo (incertidumbre) derivado del ajuste a los datos observado (Soberón & Llorente, 1993). En tal contexto, con la curva de acumulación de especies se puede evaluar la representatividad del muestreo y dar fiabilidad al inventario realizado. Esta se utilizó en el caso de cobertura de herbazales, debido a la imposibilidad de registrar el total de individuos en aquellas especies con hábito herbáceo.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Fase de Laboratorio**

Para la determinación se utilizaron claves descriptivas, entre otras Mitchell & Daly (2015), Fernández – Alonso (1996), Flora Neotrópica (1990-2010), catálogos, 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/>).

- **Fase de oficina y/o procesamiento de la información**

- **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. Las fórmulas empleadas para calcular las anteriores variables son las siguientes:

Tabla 2.27 Cálculo de variables dasométricas

Variable	Fórmula	Descripción
Área Basal Ab	$AB = \frac{\pi}{4} \times (DAP *)^2$	Se define como la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm ² o m ² de material vegetal por unidad de superficie de terreno.
Diámetro medio cuadrático (DAP *)	$DAP = \sqrt{\sum DAP i^2}$	constituye una variable que representa el diámetro equivalente al árbol de área basal media, esta medida es más apropiada que el diámetro a la altura del pecho (DAP), para representar directamente el nivel de ocupación del espacio, utilizado para calcular el diámetro de árboles con bifurcaciones
Volumen	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ Ab= Área basal hc=Altura comercial (m) ht=Altura total F_f=Factor de forma balanceado (0.7)	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 factor de forma o mórfico a emplearse, 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, 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. 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 total y comercial, teniendo en cuenta las alturas comerciales y totales respectivamente

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

➤ Análisis florístico y estructural

Con la información recopilada en campo y la identificación completa en herbario, se procedió a determinar la composición florística 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 usaron los diagramas de perfil, los cuales permiten 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 construyó el diagrama de dispersión de copas propuesto por Ogawa et al., (1965, citado por (Melo, 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 (IVI), 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 las coberturas vegetales inventariadas en el AI de la UF 1. Los parámetros estructurales e índices de diversidad a utilizar se presentan en la Tabla 2.26.

Tabla 2.28 Parámetros estructurales e índices de diversidad

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
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.	$D = \frac{N^{\circ} \text{ de árboles}}{\text{Área total del muestreo (ha)}}$
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.	$A_r = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos por especie}}{N^{\circ} \text{ de individuos en el área muestreada} \times 100}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
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.	$F_a = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades de muestreo en que ocurre una especie}}{N^{\circ} \text{ total de unidades de muestreo}} \times 100$
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.	$D_a = \sum \text{de las áreas basales de todos los individuos una especie tomados en la muestra}$
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.	$I.V.I. = A_r(\%) + F_r(\%) + D_r(\%)$ <p>Ar%: Abundancia relativa Fr%: Frecuencia relativa Dr.%: Dominancia relativa</p>
Estratificación Ogawa	Según UNESCO 1980 este método 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	

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	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.	
Coeficiente 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 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 árboles, 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.	
Diagramas estructurales	En el caso de las coberturas de	En el caso de árboles y arbustos la cobertura será determinada de la siguiente manera:

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
	<p>herbazales, se presentan diagramas estructurales con los valores de cobertura (%) según los estratos definidos. Sirven para dar una idea gráfica de la dominancia energética según disposición vertical.</p> <p>La cobertura se obtiene por el cálculo directo en metros cuadrados del área que proyecta sobre el suelo la copa de cada individuo de los estratos altos y por la estimación visual o uso de escalas relativas en los bajos</p>	$C1 = \frac{1}{2} [D1 * D2]$ <p>De donde:</p> <p>C1= Cobertura de copa de cada individuo en m2 D1= Diámetro mayor D2= Diámetro menor</p> <p>Finalmente, se reúnen o suman las proyecciones de cada individuo para dar la proyección de especie y se hace la relación con respecto al área total muestreada. (Rangel & Velázquez, 1997)</p>
Regeneración natural	<p>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.</p>	$RN\% = \frac{A\%RN + F\%RN + CT\%RN}{3}$ <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	<p>Permite conocer las existencias volumétricas totales y comerciales obtenidas en el área de estudio.</p>	$VOL = A_b \times h_c \times F_f$ <p>Dónde: $A_b = \text{Área basal}(m^2)$ $A_b = 0.78 \times DAP^2$ $DAP = \text{Diámetro a la altura del pecho}$ (medido a 1.30 m del nivel del suelo)</p> <p><i>DAP Cuadrático</i></p> $= \sqrt{\sum DAP^2 \dots n, \text{ para individuos con más de un fus}}$

Parámetro	Definición	Fórmula y/o rangos de análisis
		$VOL = Volumen (m^3)$ $h_c = \text{Altura comercial (m)} \text{ o } h_t = \text{Altura total}$ $F_f = \text{Factor de forma (0.7)}$ <p>para especies nativas de bosque natural.</p>
Índice de Simpson	Permite medir la riqueza y densidad de las especies	$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$ <p>Dónde: N = Número total de individuos, S = Número de especies</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	$H' = - \sum P_i \ln P_i \text{ y } \sum P_i = 1$ <p>Dónde: Pi=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>
Curva de acumulación de especies	Es una herramienta útil en el análisis de la riqueza específica de muestras de diferente tamaño, representa gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo, en donde el eje Y está definido por el número de especies acumuladas y el X por el número de unidades de muestreo Fuente especificada no válida.. En teoría, las funciones de acumulación de especies alcanzan una asíntota, la cual se asume que equivale a la riqueza real, sujeta al error de muestreo (incertidumbre) derivado del ajuste a los datos observado (Soberón & Llorente, 1993). En tal contexto, con la curva de acumulación de especies se puede evaluar la representatividad del muestreo y dar fiabilidad al inventario realizado. Esta se utilizó en el caso de cobertura de herbazales, debido a la imposibilidad de registrar el total de individuos en aquellas especies con hábito herbáceo.	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

• Usos de las Especies

La metodología usada para la identificación y posterior análisis de las especies de importancia económica, ecológica y cultural corresponde 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 consiste 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 (Cárdenas, et al., 2002) y corresponden a las relacionadas en la Tabla 2.26, se considera que la categorización de los usos responde a una importancia económica y cultural de las especies.

Tabla 2.29 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: Aecom - ConCol, 2018.

- **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 01912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 0316 de 1976 del INDERENA y Resolución 0801 de 1977 del INDERENA, 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), y los Libros Rojos de las Plantas de Colombia, 2006. Por último, se consultó el listado de las especies en peligro y/o vulnerables de flora y fauna que se encuentran en estado de veda, suministrado por COPORNOR, mediante el radicado 12867 CORPONOR (Ver Anexo 5.2.1).

2.3.2.5 Aprovechamiento Forestal

Se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en la Resolución 0751 de marzo 26 de 2015 (MADS), en lo correspondiente al aprovechamiento forestal define que se debe realizar: *“inventario forestal de los individuos presentes en las unidades de cobertura*

vegetal de cada ecosistema donde se prevé realizar el aprovechamiento forestales (en relación con las actividades y obras del proyecto), mediante un muestreo estadístico que debe cumplir con un error de muestreo no superior al 15% y una probabilidad del 95%...”.

En este sentido para las áreas naturales intervenidas, el volumen de aprovechamiento forestal se estimó a partir de los estadígrafos obtenidos mediante el levantamiento de parcelas del inventario forestal a los ecosistemas naturales intervenidos. (Ver Tabla 2.30)

Para los ecosistemas antrópicos, se hizo el censo al 100% de todos los árboles ubicados dentro del área de intervención del proyecto; en este se inventariaron los árboles con diámetro a la altura de pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm ($DAP \geq 10$ cm). Cada árbol fue georreferenciado y marcado con pintura amarilla, con un número consecutivo y en formularios se registraron datos como: nombre común, DAP, altura total y altura comercial de cada individuo. (Ver Tabla 2.30)

Tabla 2.30 Levantamiento de información según ecosistema

ECOSISTEMAS INTERVENIDOS	TIPO DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	MUESTREO ESTADISTICO
Arbustal denso alto	
Arbustal denso bajo	
Bosque de galería	
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	
Arbustal denso alto	
Bosque de galería y/o ripario	Censo Forestal al 100% de los individuos con DAP >10CM
Orobioma Andino Altoandino Cordillera Oriental	
Arbustal denso bajo	
Construcciones rurales	
Herbazal denso de tierra firme con arbustos	
Pastos arbolados	
Pastos enmalezados	
Pastos limpios	
Red vial	
Zonas comerciales	
Orobioma Azonal Andino Altoandino Cordillera Oriental	
Arbustal denso alto	
Bosque de galería y/o ripario	
Mosaico de pastos con espacios naturales	
Mosaico de pastos y cultivos	
Pastos arbolados	
Pastos enmalezados	
Pastos limpios	
Red vial	
Zonas comerciales	
Orobioma Azonal Andino Catatumbo	
Pastos arbolados	
Pastos limpios	

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

2.3.2.6 Epifitas

Para llevar a cabo la caracterización de las especies de epífitas vasculares y no vasculares, las cuales se encuentran en veda nacional de acuerdo con la Resolución 0213 de 1977 (INDERENA), se aplicaron diferentes metodologías de muestreo, según las características de las especies evaluadas.

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

2.3.2.6.1 Fase Precampo

Durante esta fase, se realizó la revisión de información secundaria de las especies vasculares y no vasculares de hábito epífita, terrestre y/o rupícola, presentes en el área de intervención del proyecto. Para lo cual, se realizaron las siguientes actividades:

- Conformación del equipo de trabajo de campo

El equipo de trabajo estuvo conformado por 5 comisiones, cada una por un profesional especialista en plantas vasculares, un profesional en plantas no vasculares y un auxiliar de campo cada uno. A cada una de las cuadrillas se les asignó un identificador (Tabla 2.31), con el fin de marcar los árboles que fueran revisados por cada una de ellas. La marcación de árboles se realizó de forma alfanumérica consecutiva anteponiendo el identificador, para lo cual se utilizó pintura de tránsito pesado, con el fin de garantizar la permanencia del marcado.

Tabla 2.31 Identificación de las comisiones en campo

COMISIÓN	IDENTIFICADOR
1	EPI-A
2	EPI-B
3	EPI-C
4	EPI-D
5	EPI-E

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- Preparación de los formularios de campo

Los profesionales validaron los formularios de campo necesarios para abarcar las áreas de muestreo, los cuales fueron diligenciados de forma digital mediante el uso de una Tablet.

- Cartografía (mapas temáticos)

Previo a la salida de campo, se elaboraron mapas de la zona de estudio que ayudaron a la orientación en campo, y que también fueron subidos a la Tablet. La información contenida en cada plano básicamente consistió en: área de intervención, información veredal o centros poblados, vías de acceso, drenajes y localización de los puntos de muestreo en las diferentes coberturas de la tierra por cada zona de vida.

2.3.2.6.2 Fase Campo

Esta fase, consistió con la caracterización de las especies objeto de estudio dentro del área de intervención y que se verán afectadas por las diferentes obras constructivas del proyecto. A continuación, se describe la metodología que fue empleada:

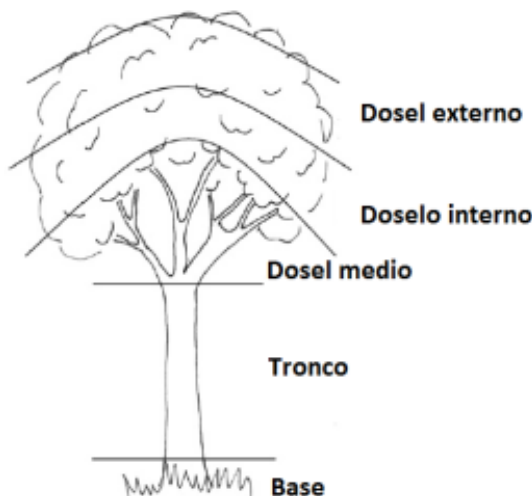
- Caracterización de epífitas vasculares y no vasculares

La caracterización de las especies de interés se realizó en parcelas de muestreo de 100 x 10 m, donde se revisaron 8 forófitos por cada hectárea a afectar, priorizado en las coberturas naturales en cada zona de vida presentes en el área de intervención del proyecto (Ver Anexo 5.2.1 – G). A continuación, se describe la metodología que se siguió en campo para la captura de la información:

Se registró el forófito previamente marcado con la identificación señalada en la Figura 2.14, en el capturador de datos en la Tablet, utilizando la herramienta Open Data Kit (ODK), que es un conjunto de herramientas que permitió recopilar datos a través de dispositivos móviles Android y enviar datos a un servidor online, optimizando el proceso de recopilación de datos con ODK Collect, sustituyendo los formularios en papel tradicionales por formularios electrónicos que permiten subir texto, datos numéricos, GPS y fotografías.

A partir de los estratos verticales sugeridos por Johansson (1974), se registraron datos de abundancia (número de individuos) de las epífitas vasculares en los cinco estratos (1: base, 2: tronco, 3: dosel interno, 4: dosel medio 5: dosel externo), mientras que para las epífitas no vasculares se registró la cobertura en cm^2 , teniendo en cuenta la base y el tronco hasta los 2 m de altura, la cual se midió con una plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadrículas de 1 cm^2 (Total: 600 cm^2) (Modificado de Iwatzuki, 1960; Wolf, 1993) (Figura 2.14 y Figura 2.15).

Figura 2.14 Estratos del forófito evaluados en la caracterización de epífitas



Fuente: Consultoría Colombiana S.A., 2018. Adaptado de Johansson 1974.

Figura 2.15 Plantilla para la estimación de la cobertura (cm²) de las especies no vasculares

[illegible]

Fuente: Aecom - ConCol, 2018

A las morfoespecies presentes en cada forófito, se tomó una muestra botánica siempre y cuando se desconociera su identificación taxonómica. Para el caso de las epífitas vasculares se registraron características como color de las hojas, flores, indumento y frutos, entre otras, y para el caso de las epífitas no vasculares se tuvo en cuenta olor, textura, forma de crecimiento y tipo de organismo, entre otras.

- Muestreo de especies vasculares y no vasculares de hábito terrestre y rupícola

Partiendo del hecho que las plantas vasculares y no vasculares pueden tener diferentes hábitos de crecimiento, en cada uno de los puntos de muestreo se realizó una parcela de 50 x 2 m donde se hizo un levantamiento cada 10 m, con el fin de identificar las especies de interés con hábito de crecimiento terrestre o rupícola. Así, para el caso de las plantas vasculares se registró el número de individuos por morfoespecie y para el caso de las no vasculares se utilizó la plantilla en acetato transparente de 30 x 20 cm con cuadrículas de 1cm² para cuantificar su abundancia.

- Colecta, prensado y secado del material colectado de especies vasculares epífitas, terrestres y/o rupícolas

Para el caso de muestras de gran tamaño, se tomaron muestras fértiles de tal manera que ocuparon una hoja de papel periódico, se recolectaron con una parte del rizoma, tallo, hojas y sus estructuras reproductivas (flores y frutos). Para el caso de ejemplares botánicos de porte pequeño, se recolectaron desde su raíz, para aquellas que crecen en macolla se

recolectó toda o parte de la macolla incluyendo sus raíces y tubérculos, en caso de especies estoloníferas se tomó muestra de los tallos subterráneos. Para el caso de las especies de la familia Orchidaceae, adicionalmente a la recolección de las hojas, flores y frutos, se recolectaron los bulbos, los rizomas, las raíces u otras partes subterráneas que fueron importantes para su identificación.

Una vez fue tomada la muestra botánica, se depositó en una bolsa plástica independiente con el formato de etiqueta diligenciado y asociando cada colección en la libreta de campo. Cada muestra se depositó en un costal de fibra buscando acomodarlas de manera que se mantuvieran en las mejores condiciones, no se dejaron muestras a la intemperie.

Después del día de trabajo en campo, se procedió al prensado del material. Para ello, cada muestra se dispuso entre hojas de papel periódico de formato 60 x 30 cm doblado por la mitad, acomodando las hojas dejando ver tanto el envés como el haz y dejando las estructuras reproductivas en el primer plano de la muestra. Cada muestra se marcó en el papel con lápiz de cera con el número de colección asociado a los datos tomados en la libreta de campo.

El material prensado se apiló en paquetes de 20 a 30 cm de altura y con la ayuda tres o cuatro hojas dobles de papel periódico fueron envueltos, de manera que la cara abierta de las hojas de periódico en las que se encuentran las muestras se mantuviera descubierta, de esa forma sobre este paquete se ejerció presión y con la ayuda de una cuerda se procedió a su amarre, con un nudo en cruz lo más ajustado posible. Se juntaron hasta tres paquetes por bolsa de formato 100 x 70 de calibre 5 a 7, una vez acomodadas las muestras, sobre estas se esparció alcohol al 75%, hasta que quedó empapado todo el material, luego se selló la bolsa de alcoholizar con doble nudo utilizando cuerda de nylon.

- Colecta, transporte y preservación especies no vasculares epifitas, rupícolas y terrestres
 - Colecta

Considerando la morfología de las plantas no vasculares, para la toma de muestras, con ayuda de una navaja o cuchillo se retiró de la superficie (corteza del árbol, roca, suelo) en un tamaño representativo (palma de la mano) la muestra, en lo posible con sus estructuras reproductivas. Éstas se dispusieron en bolsas de papel de tamaño variable, debidamente marcadas con los datos de la parcela, marcado del forófito y fecha de colecta, paralelo a este proceso se realizó el registro de datos en la libreta de campo y se tomó el correspondiente registro fotográfico.

- Transporte y preservación

Las muestras colectadas en el día y depositadas en las bolsas de papel, se transportaron en una malla o bolsa de fique, evitando cualquier afectación al material para mantenerlos en buenas condiciones. Luego en la noche las bolsas de papel se dejaron abiertas debidamente organizadas en una caja de cartón mientras fueron transportadas a su destino final.

La determinación de material vegetal se realizó 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.

2.3.2.6.3 Fase Postcampo

Una vez finalizada la fase de campo, se procedió a:

- Consolidación y depuración de las bases de datos a partir del trabajo en campo en el lenguaje para base de datos (archivo en Excel) con el listado de especies y su correspondiente abundancia en el muestreo.
- Ajustes de nombres científicos en las bases de datos.
- Para cada uno de los grupos taxonómicos (plantas vasculares y plantas no vasculares), se realizaron análisis de composición, riqueza y abundancia de las especies presentes en las áreas de intervención. En lo que respecta a la riqueza y abundancia de especies, ya sean epífitas, rupícolas o terrestres se determinaron las familias, géneros y especies más abundantes.

Como herramienta estadística se utilizó el programa Past versión 3.06 (Hammer et al, 2015) para el análisis de los índices de diversidad. Los índices utilizados fueron:

Índice de diversidad de Margalef: transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S=k_N$ donde k es constante (Magurran, 1988, Moreno 2001).

$$D = \frac{s - 1}{\ln N}$$

S = número de especies.

N = número total de individuos.

Índice de equidad Shannon-Wiener: expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S , cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran 1988).

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

Índice de dominancia Simpson: manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran 1988; Peet 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $1 - \lambda$ (Lande, 1996).

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

Pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Una vez identificadas las especies objeto de estudio, se realizó una revisión en los diferentes listados internacionales como nacionales que indican algún grado de amenaza. En los apéndices CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies de flora y fauna silvestres) se encuentran las listas de especies que ofrecen diferentes niveles y tipos de protección ante la explotación excesiva, los listados rojos de la UICN (Unión internacional para la conservación de la naturaleza) de especies amenazadas, la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible donde se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, se dictan otras disposiciones.

2.3.2.7 Fauna

La metodología se dividió en tres etapas de caracterización: la primera está basada en la recopilación de información secundaria, la segunda en la caracterización y muestreo de la 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:

2.3.2.8 Recopilación de Información Secundaria

Para la caracterización de la fauna del Área de Influencia (AI) de la UF1, se siguió la Metodología general para la presentación de estudios ambientales (MAVDT, 2010), el Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (Villareal, et al., 2006), así como los términos de referencia señalados en la Resolución 0751 del 26 de marzo de 2015 para proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos.

En esta fase preliminar se hizo 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.

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

La determinación de la composición de la fauna silvestre con probable 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 del Norte de Santander, 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 (Anexo 5.2.2.2. Especies fauna potenciales UF1), considerando la distribución regional y el rango altitudinal de vida por especie entre los 2200 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 (Tabla 2.32).

A continuación, se presentan las fuentes consultadas para cada uno de los grupos taxonómicos estudiados

Tabla 2.32 Fuentes bibliográficas consultadas por cada grupo de fauna

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
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. http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org <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 amphibian. New York: McGraw-Hill Book Company.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<ul style="list-style-type: none"> – 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>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de anfibios en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ACOSTA GALVIS, A. 2017. Lista de los Anfibios de Colombia: Referencia en línea. Recuperado el 12 de 12 de 2017, de www.batrachia.com: http://www.batrachia.com. – FROST, DARREL R. 2017. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA. <p><u>Identificación de los anfibios amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – IUC. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017 <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22 Diciembre 2017. – 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 1912 del 15 de Septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”. <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, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). 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> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Armesto, O.; J, B, Esteban & R, Torrado. 2009. Fauna de anfibios del Municipio de Cúcuta, Norte De Santander, Colombia. Herpetotropicos vol. 5(1):57-63. - Acevedo, A. A.; R, Franco & D. A. Carreo. 2016. Diversity of Andean amphibians of the Tamá National Natural Park in Colombia: a survey for the presence of Batrachochytrium dendrobatidis. Animal Biodiversity and Conservation 39.1 (2016). - Lampo, M.; D, Sánchez.; F, Nava-Gonzalez.; C, Z, García & A, Acevedo. 2011. La desaparición de los sapitos Arlequines (atelopos) en Venezuela:

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<p>Introducción y propagación del hongo Quítrido <i>batrachochytrium dendrobatidis</i>. <i>Interciencia</i> 2011, 36 (12).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acevedo- Rincon, A. A.; R, Franco-Pallares.; K, L, Silva-Perez. 2014. Nuevos registros de especies del género <i>Pristimantis</i> (Anura: Craugastoridae) para el nororiente de Colombia. <i>Rev. Biodivers. Neotrop</i> 4 (2): 162-9. - Acevedo, A. A.; D, B. Waker.; R, Márquez.; K. Silva.; R, Franco & A, Amézquita. 2013. Two New Species of Salamanders, Genus <i>Bolitoglossa</i> (Amphibia: Plethodontidae), from the Eastern Colombian Andes. <i>Zootaxa</i> 3609 (1): 069–084. - CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. - Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
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. (2017). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Diciembre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia http://www.tremarctoscolombia.org <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). <i>ZoologischeVerhandelingen</i> – 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. – 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 – 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

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<p>tropicales de campo No. 6, Conservación Internacional, Editorial Panamericana.</p> <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>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de reptiles en la base de datos de la IUCN (2017.3), los cuales se contrastan con los mapas de distribución publicados por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – IUC. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017 – UETZ, P., & JÍRI. 2015. The EMBL ReptileDatabase. Obtenido de http://reptile-database.reptarium.cz/ <p><u>Identificación de los reptiles amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – IUC. The IUCN Red List of ThreatenedSpecies. Version 2017. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 12Dic2017. – 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 1912 del 15 de Septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”. <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, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). 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> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Cáceres-Martínez CH, Acevedo Rincón AA, Sierra Leal JA, González-Maya JF. Kinosternon scorioides scorioides (Testudines: Kinosternidae): nuevo reporte en el nororiente de Colombia. Acta biol. Colomb. 2017;22(2):242-245. – Armesto, L, O.; D, R, Gutiérrez.; R, D, Pacheco & A, O, Gallego. 2011. Reptiles from the municipality of Cúcuta (norte de Santander, Colombia). bol.cient.mus.hist.nat. 15 (2): 157 – 168. – CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F.,

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<p>Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
Aves	<p><u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – ICN/ Aves (disponible en http://www.biovirtual.unal.edu.co/ICN/). Recuperado en Noviembre de 2017. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Octubre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/. – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org <p><u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – BIRDLIFE INTERNATIONAL 2012. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on Oct 2017. – CHAPARRO-HERRERA, S., ECHEVERRY-GALVIS, M. Á., CÓRDOBA-CÓRDOBA, S. & SUA-BECERRA, A. 2014. Listado actualizado de las aves endémicas y casi-endémicas de Colombia. Biota Colombiana 14: 113–150. – HILTY, S.L. & W. BROWN. 2001. Guía de las aves de Colombia. Traducción al español por H. Álvarez-López. American BirdConservancy, Sociedad Antioqueña 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 las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Aves. Vol. 1. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible / 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 p. Londres 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. Serie Manuales de identificación CITES de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Bogotá, Colombia. Pp. 352. – RODRÍGUEZ MAHECHA, J. V. & J. I. HERNÁNDEZ CAMACHO. 2005. Loros de Colombia. Conservation International Tropical Field Guide Series

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<p>No. 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> – SALAMAN, P. G., DONEGAN, T. & CARO, D. 2009. Lista de aves de Colombia 2009. Conservación Colombiana 8:1-89. <p><u>Identificación de las especies de aves amenazados teniendo en cuenta las categorías globales y nacionales según lo presentado por:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2015.2. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017. – MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017. “Por la cual se establece el listado de las especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana continental y marino costera que se encuentran en el territorio nacional, y se dicta otras disposiciones”. <p>Revisión de los mapas de distribución actual disponibles para las especies de aves en la base de datos de la IUCN (2017.3), 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 2017.3. <http://www.iucnredlist.org>. Downloaded on 22Oct2017. – Bird Life International. http://www.birdlife.org. Downloaded on 22Oct2017. <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, vigentes desde el 4 de octubre del 2017). 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> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Gallardo, A. O.; J, S, Zuleta & L, R, Peña. 2013. Folleto de aves de Pamplona –Norte de Santander, Colombia. Biólogos, Grupo de investigación de Ecología y Biogeografía de la Universidad de Pamplona, Norte de Santander, Colombia. – Setina, V & D, J, Lizcano, D, M, Brooks & L, F, Silveira. Population density of the helmeted curassow (<i>Pauxi pauxi</i>) in Tamá National Park, Colombia. The Wilson Journal of Ornithology 124(2):316–320, 2012. – Armesto, L. O.; R, A, Torrado-Vargas & J, B, Esteban-Llanares. Registro de cinco especies de aves poco conocidas para Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb., Vol. 18 nº 1, 2013. – Cáceres, L. F., Moreno, C., Murillo, J. A. y Briceño, E. R. (eds). 2015. Aves Amenazadas en el departamento de Santander. Estrategia regional para su conservación. Corporación Autónoma Regional de Santander (CAS). San Gil, Colombia. pp – CONVENIO 000036 de 2011 – ASOCARS-CORPONOR-UFPS. 2014. Informe de ronda del Río Pamplonita – Cúcuta. Universidad Francisco de Paula Santander – UFPS Instituto de Estudios Ambientales – IDEAB. – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D.,

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<p>Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo.
Mamíferos	<p><u>Revisión de las bases de datos disponibles en línea:</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. – SIB, S. d. (2005). Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia. Recuperado en Octubre de 2017, de http://www.siac.net.co/sib/metadatos/ – Áreas de distribución de especies sensibles. Alertas Tempranas Biodiversidad. Tremarctos Colombia 3.0. http://www.tremarctoscolombia.org <p><u>Revisión de bibliografía científica especializada:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. 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.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<ul style="list-style-type: none"> – 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, caenolestidos 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 Internacional Colombia. Bogotá, D. C., Colombia. 543 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 <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. 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 – VELAZCO, P. M. 2005. Morphological Phylogeny of the bat Genus <i>Platyrrhinus</i> Saussure, 1860 (Chiroptera: Phyllostomidae) with the description of four new species. Fieldiana. Zoology, New Series 105 Publication 1535: 1-53.

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	<ul style="list-style-type: none"> – 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). THERYA, Vol.5(1): 167-196 DOI: 10.12933/therya-14-180 <p><u>Para verificar las especies de murciélagos migratorios a:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – 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>Se identifican los mamíferos amenazados teniendo en cuenta las categorías globales de la IUCN (2017) y las categorías nacionales descritas en el libro rojo de mamíferos de Colombia (Rodríguez - Mahecha et al (eds), 2006 y en la Resolución Número 1912 del 15 de Septiembre de 2017, 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, vigentes desde el 4 de octubre del 2017).</p> <p><u>Revisión de estudios regionales y locales:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – Lizcano D. J., Bittner J., Álvarez S. J., Galindo-Tarazona R., Berbesi F., Torres A., Hoffman W., Sánchez, L. R., Gallardo A. O., Pacheco R. D., Sarmiento J., Álvarez S., Rivera, Leal, C. A. y Hernández, C. E. 2010. Día de la Biodiversidad en Norte de Santander. Grupo de Investigación en Ecología y Biogeografía (GIEB), Universidad de Pamplona, Pamplona, Colombia, 26 p. – Gallardo AO, lizcano DJ. Organización social de una colonia del murciélago <i>Carollia brevicauda</i> en un refugio artificial, Bochalema, Norte de Santander, Colombia. Acta biol. Colomb. 2014;19(2):241-250. – Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales. Dirección territorial NORANDINA.2008. Parque Nacional Tamá. Plan de Manejo 2006-2008. Documento Ejecutivo. – Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón & L, R, Sánchez-Montaño. 2015. Registros de plásticos en la ingesta de <i>Tremarctos ornatus</i> (Carnívora:Ursidae) y de <i>Nasuella olivacea</i> (Carnívora: Procyonidae) en el Parque Nacional Natural Tamá, Colombia. Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 839–842. – Cáceres-Martínez, C, H.; A, A, Acevedo-Rincón & J, F, González-Maya. 2016. Diversidad y patrones de actividad de los medianos y grandes

Grupo de fauna	Fuentes bibliográficas consultadas
	mamíferos del Parque Nacional Natural Tamá y su zona de amortiguación, Colombia. Therya, 2016, Vol. 7 (2): 285-298

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

2.3.2.8.1 Fase de campo





Para la caracterización de la fauna silvestre en el Área de Influencia (AI) de la UF1 Variante Pamplona, entre el 11 al 14 de noviembre de 2017, se realizó un muestreo estratificado; de acuerdo con las unidades de cobertura de la tierra identificadas para el área. Con ayuda de la información cartográfica y fotografías aéreas de la zona 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. 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.


Con respecto a la selección de las coberturas, se partió de la clasificada según Corine Land Cover para Colombia (Capítulo 5.2 Biótico Flora. Coberturas de la Tierra en el Área de Influencia), pero para la caracterización de la fauna silvestre y su respectivo análisis se definieron hasta el nivel dos, ya que es un territorio ampliamente transformado y con coberturas muy pequeñas; situación que impidió la realización a cabalidad de los métodos de campo empleados para la caracterización de aves y mamíferos como lo son trampas Sherman y redes de niebla.

Por esta razón, para realizar los muestreos de fauna se agruparon las siguientes coberturas: Zonas Industriales o Comerciales y redes de comunicación (Territorios Artificializados), Pastos y Áreas agrícolas heterogéneas (Territorios agrícolas) y Bosques y Áreas con vegetación herbácea y arbustiva (Bosques y Áreas seminaturales) debido a la afinidad estructural y a la oferta de recursos que brindan los hábitats a la fauna silvestre presente en el área. En la Tabla 2.33, se muestran las coberturas presentes el AI.

Ahora bien, en relación a las coberturas denominadas Zonas urbanizadas y los Cultivos permanentes, no se realizaron muestreos en ellas, ya que dichas coberturas vegetales tienen una representatividad del 0.40% y 0.07% respectivamente en el área de influencia de la UF1.

Tabla 2.33 Coberturas de la tierra caracterizadas para el componente fauna

NIVEL		Símbolo	Fotografía
1	2		
1. TERRITORIOS ARTIFICIALIZADOS	1.2. Zonas industriales o comerciales y redes de comunicación	<i>Zi</i>	 <p>Coordenadas: Este: 1160211; Norte:1309227. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.</p>
	2.3. Pastos	<i>Pa</i>	 <p>Coordenadas: Este: 1159795; Norte: 1308154. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.</p>
2. TERRITORIOS AGRÍCOLAS	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	<i>Aah</i>	 <p>Coordenadas: Este:1159244; Norte: 1309278. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.</p>
	3.1. Bosques	<i>Bos</i>	
3. BOSQUES Y ÁREAS SEMINATURALES			

NIVEL		Símbolo	Fotografía
1	2		
			Coordenadas: Este 1159257; Norte: 1308552. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona.
	3.2. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Avha	 <p>Coordenadas: Este: 1159773; Norte: 1309289. Vereda Alcaparral. Municipio Pamplona</p>

Fuente: Aecom – ConCol, 2018

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de anfibios y reptiles para su caracterización en el AI (Tabla 2.34, Figura 2.16 y Figura 2.17; Anexo 1A.GDB Fauna UF1).

Tabla 2.34 Puntos de muestreo del grupo de Anfibios y Reptiles registrados en la UF1

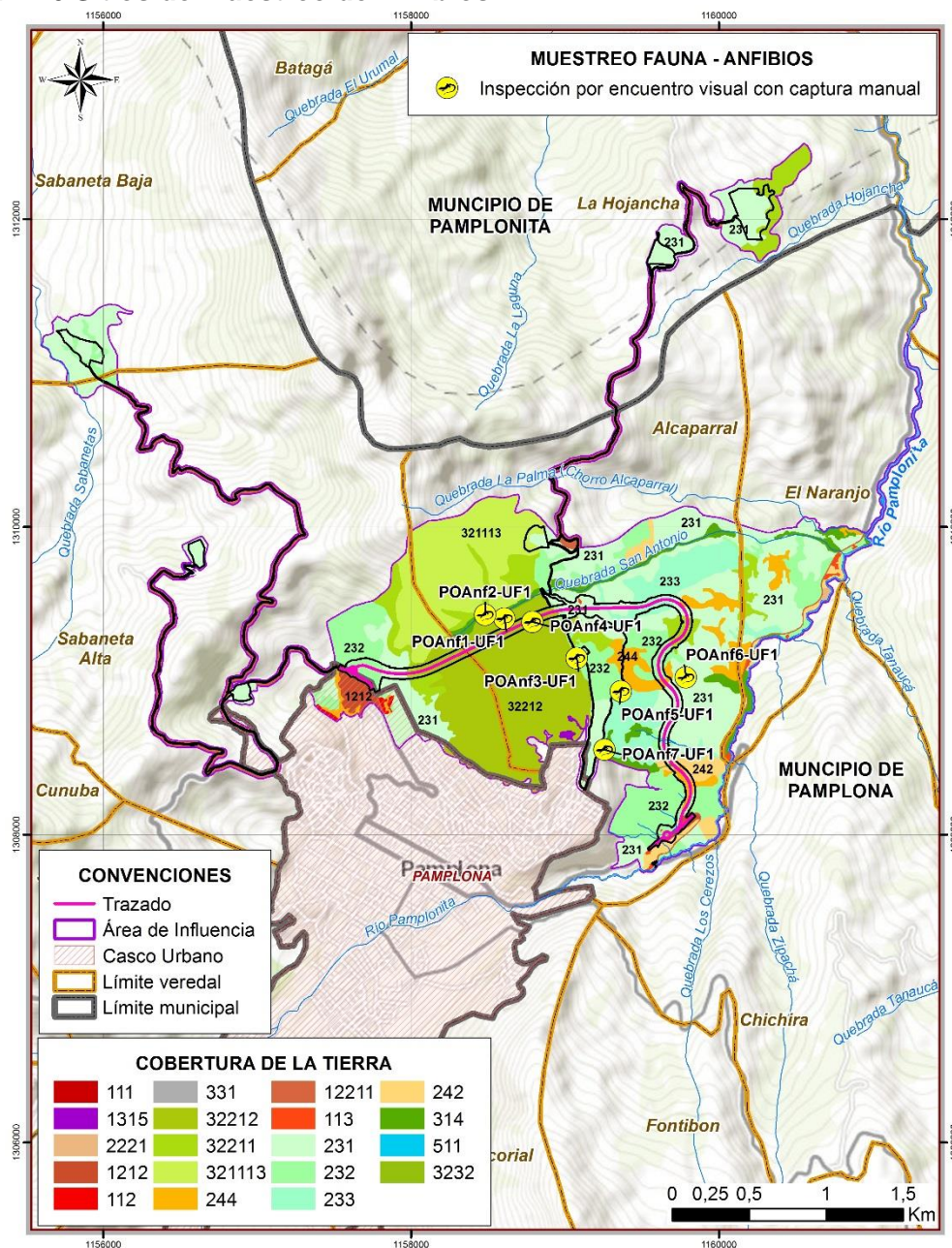
	Método	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				Este	Norte
ANFIBIOS Y REPTILES	Inspección por encuentro visual con captura manual	*POAnf1-UF1	Avha	1158607	1309405
		*POAnf2-UF1	Avha	1158481	1309429
		*POAnf3-UF1	Avha	1159077	1309147
		*POAnf4-UF1	Avha	1158789	1309384
		POAnf5-UF1	Pas	1159363	1308933
		POAnf6-UF1	Pas	1159785	1309022
		POAnf7-UF1	Bos	1159257	1308552
		*PORep1-UF1	Avha	1158607	1309405
		*PORep2-UF1	Avha	1158481	1309429
		PORep3-UF1	Avha	1158723	1309413
		PORep4-UF1	Pas	1159104	1309078
		PORep5-UF1	Pas	1159807	1308980
		PORep7-UF1	Pas	1159462	1308299
		PORep8-UF1	Pas	1159795	1308154
		PORep9-UF1	Pas	1159300	1308889

*Puntos con éxito de captura

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

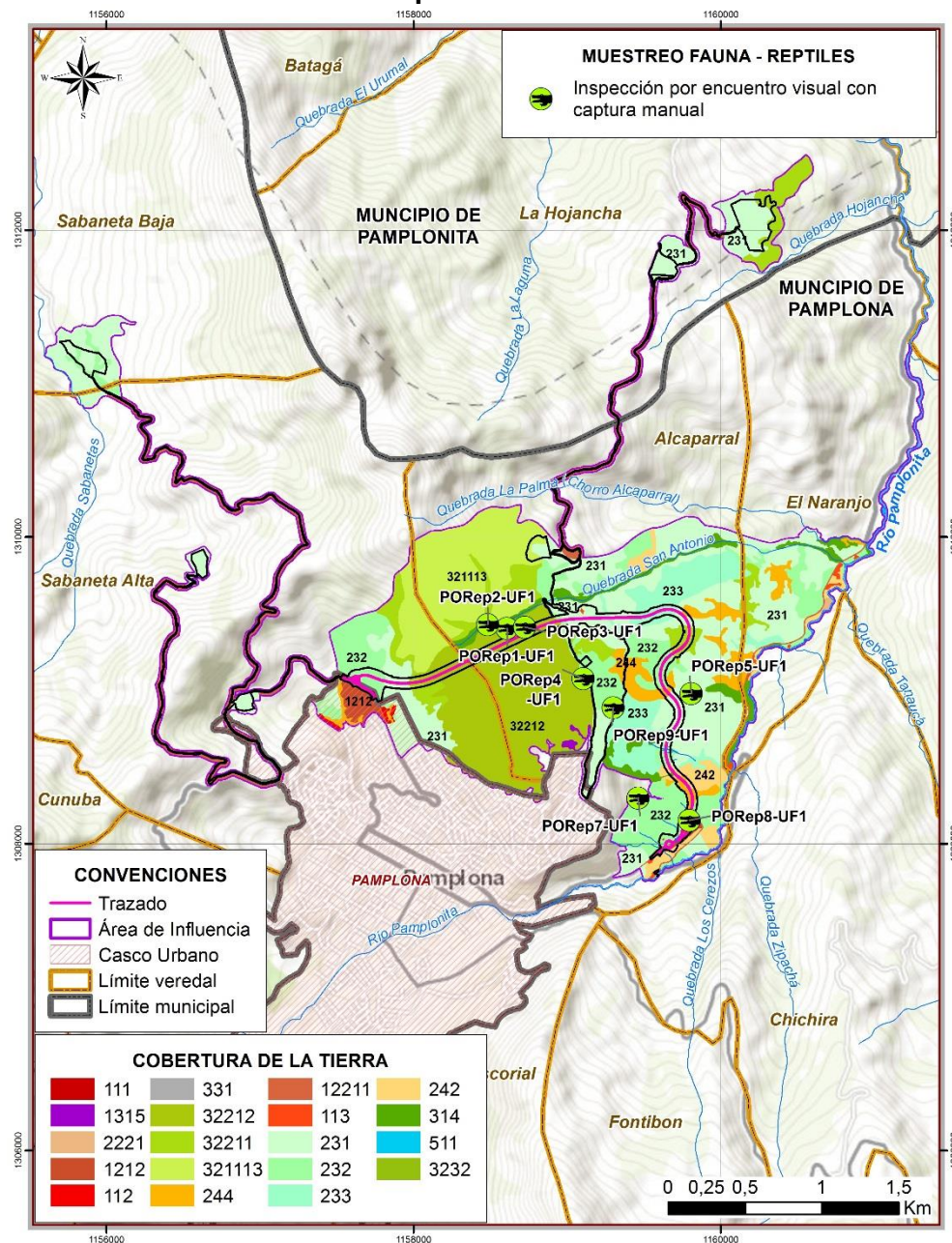
Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la Tabla 2-27 y Figura 2-16 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura 2.16 Sitios de muestreo de Anfibios



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Figura 2.17 Sitios de muestreo de Reptiles



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de aves para su caracterización en el AI de la UF1 (Tabla 2.35, Figura 2.18; Anexo 1A GDB Fauna UF1).

Tabla 2.35 Puntos de muestreo del grupo de aves registradas en la UF1

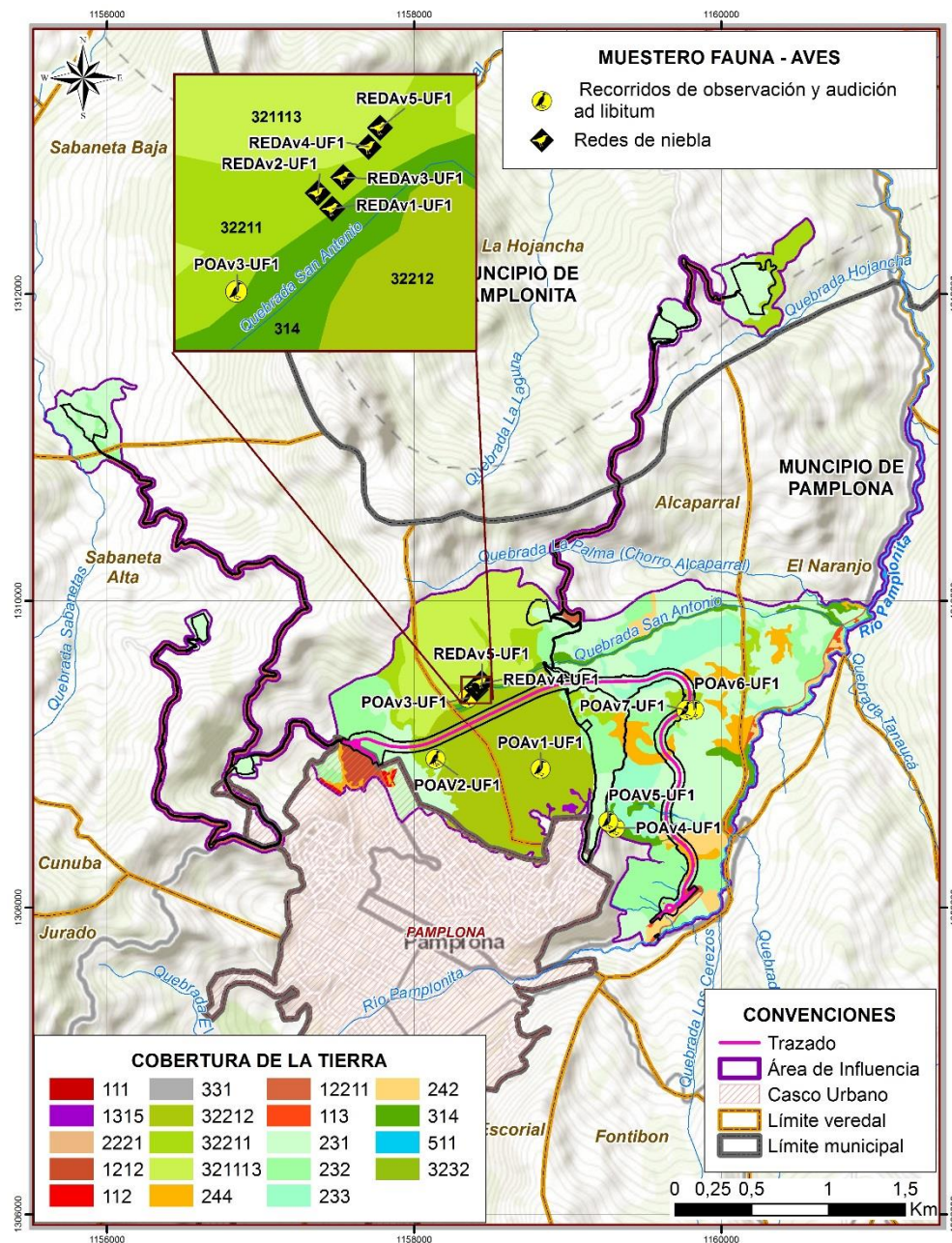
AVES	Método	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				Este	Este
		Recorridos de observación y audición ad libitum	*POAv1-UF1	Avha	1158823
*POAV2-UF1			Avha	1158140	1308970
*POAv3-UF1			Avha	1158350	1309369
*POAv4-UF1			Pa	1159310	1308521
*POAV5-UF1			Bos	1159266	1308564
*POAv6-UF1			Avha	1159823	1309292
*POAv7-UF1			Avha	1159773	1309289
Redes de niebla		*REDAv1-UF1	Avha	1158410	1309421
		REDAv2-UF1	Avha	1158401	1309431
		REDAv3-UF1	Avha	1158417	1309441
		REDAv4-UF1	Avha	1158433	1309460
		REDAv5-UF1	Avha	1158440	1309472

*Puntos con éxito de captura

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la tabla 2-28 y figura 2.18 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura 2.18 Sitios de muestreo de Aves



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

A continuación, se presentan los puntos de muestreos de mamíferos para su caracterización en el AI (Tabla 2.36 , Figura2.19, Figura2.19 y Anexo 1A.GDB Fauna UF1).).

Tabla 2.36 Puntos de muestreo del grupo de mamíferos registrados en la UF1

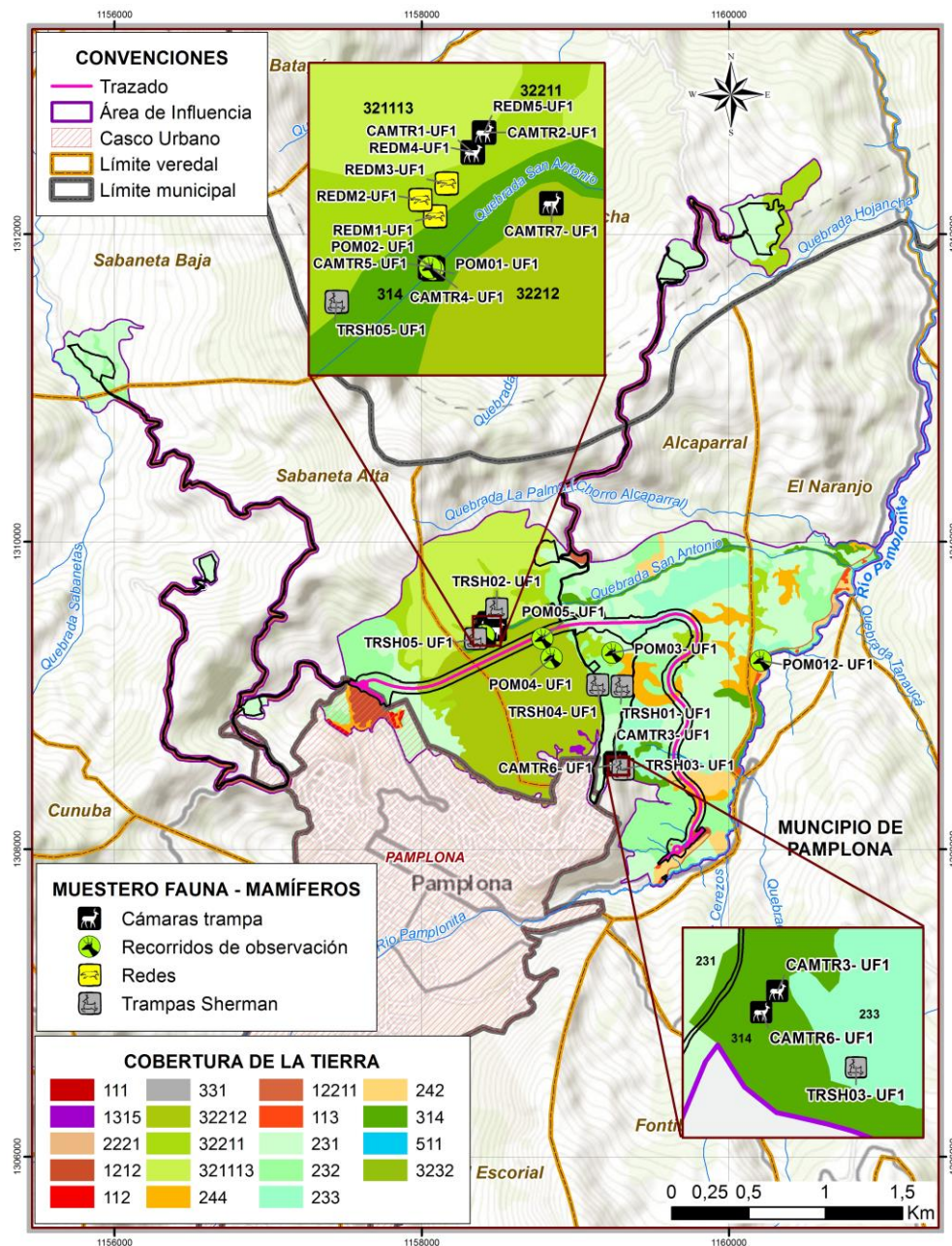
	Método de Muestreo	ID Muestreo	Coberturas vegetales	Coordenadas planas Gauss-Kruguer MAGNA-SIRGAS Origen Bogotá	
				ESTE	NORTE
MAMÍFEROS	Redes	REDM1-UF1	<i>Avha</i>	1158410	1309421
		REDM2-UF1	<i>Avha</i>	1158401	1309431
		REDM3-UF1	<i>Avha</i>	1158417	1309441
		REDM4-UF1	<i>Avha</i>	1158433	1309460
		REDM5-UF1	<i>Avha</i>	1158440	1309472
	Cámaras trampa	*CAMTR1-UF1	<i>Avha</i>	1158433	1309460
		*CAMTR2-UF1	<i>Avha</i>	1158440	1309472
		CAMTR3- UF1	<i>Bos</i>	1159266	1308564
		CAMTR4- UF1	<i>Bos</i>	1158409	1309389
		CAMTR5- UF1	<i>Bos</i>	1158407	1309390
		CAMTR6- UF1	<i>Bos</i>	1159257	1308552
		CAMTR7- UF1	<i>Avha</i>	1158481	1309429
	Recorridos de observación	POM01- UF1	<i>Bos</i>	1158409	1309389
		*POM02- UF1	<i>Bos</i>	1158407	1309390
		*POM03- UF1	<i>Avha</i>	1159244	1309278
		POM04- UF1	<i>Avha</i>	1158846	1309245
		*POM05- UF1	<i>Avha</i>	1158788	1309370
		*POM012- UF1	<i>Zi</i>	1160209	1309227
	Trampas Sherman	TRSH01- UF1	<i>Pa</i>	1159304	1309061
		TRSH02- UF1	<i>Avha</i>	1158488	1309564
		TRSH03- UF1	<i>Pa</i>	1159310	1308521
		TRSH04- UF1	<i>Pa</i>	1159146	1309070
		TRSH05- UF1	<i>Avha</i>	1158350	1309369

*Puntos con éxito de captura

Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

Sin embargo, hubo puntos de muestreo de los mencionados en la tabla 2.29 y figura 2.19 que no se evidencian en la GDB porque que no tuvieron éxito de captura.

Figura2.19 Sitios de muestreo de Mamíferos



Fuente: Aecom – ConCol, 2018.

2.3.2.8.2 Metodología aplicada en campo

Teniendo en cuenta la información recopilada de cada uno de los grupos de vertebrados el presente estudio sigue el tratamiento taxonómico de la siguiente manera:

- **Anfibios y Reptiles**

Teniendo en cuenta la información recopilada de cada uno de los grupos de vertebrados en estudio el presente estudio sigue el tratamiento taxonómico de la siguiente manera:

Anfibios: Las especies se encuentran organizadas de acuerdo con el sistema de clasificación de Frost et al., (2006) y para los últimos cambios taxonómicos Frost (2017) (Amphibian Species of the World).

Reptiles: Se tiene en cuenta los documentos de Peters & Orejas-Miranda (1986), Peters & Donoso-Barros (1986) y Uetz y P. Jirí Hošek (2015) (The Reptile Database revisada en 2017). Las revisiones más específicas se hicieron basadas en Ayala (1986).

Ahora bien, los recorridos se hicieron con trabajos diurnos y nocturnos, con horas de actividad en la mañana (8:00-11:00), en la tarde (15:00- 17:00) y noche (18:00 a 21:00) cuando fue posible, cada recorrido fue realizado por un (1) biólogo en las coberturas mencionadas anteriormente. Cuando se hicieron los muestreos nocturnos fueron enfocados en los posibles lugares de reproducción.

Durante los recorridos de observación se hicieron búsquedas minuciosas en los microhábitats presentes a lo largo de los recorridos (Fotografía 2.7), como debajo de piedras, troncos caídos, hojarasca acumulada, dosel bajo, huecos en troncos en pie, grietas en rocas, orilla de quebradas, entre otros, con el fin de aumentar la probabilidad de encuentro de individuos. También se prestó atención a los cantos de los machos reproductivos de las especies de anuros.

Fotografía 2.7 Búsqueda de individuos de anfibios y reptiles.



Coordenadas: Este: 1159606; Norte 1308620.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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 (Anexo 5.2.2.3 Plantilla de registros diarios). 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.

- **Aves**

El estudio de la avifauna se llevó a cabo, mediante la combinación de dos métodos basados en Stiles y Roselli (1998) y Stiles y Bohórquez (2000), aplicando técnicas de captura con redes de niebla y la realización de recorridos de observación y audición ad libitum (detección visual y auditiva).

En este contexto, a continuación, se describe la metodología que se empleó para hacer el registro de la avifauna en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 variante Pamplona:

- Captura con redes de niebla

La instalación de las redes de niebla estuvo condicionada por el alto grado de intervención antrópica, lo cual permitió la instalación de cinco redes de niebla de 12 x 3 metros, ojo de malla de 12 mm, en horas de la mañana 7 a 10 am. Las redes se colocaron a una distancia variable 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 et al. (2004) y Ralph et al. (1997).

Una vez capturadas, las aves fueron retiradas cuidadosamente de la red para evitar mayor perturbación. Para todo espécimen capturado e identificado se registró fecha, hora, se obtuvo el registro fotográfico (Anexo 5.2.2.3 Plantilla de registros diarios). Todos los especímenes fueron liberados en el mismo sitio de captura, asegurando el buen estado de salud de los mismos (Fotografía 2.8 y Fotografía 2.3).

Fotografía 2.8 Instalación de redes de niebla



Coordenadas: Este: 1158410; Norte: 1309421. Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Fotografía 2.9 Extracción de individuos de las redes de niebla



Coordenadas: Este: 1158410; Norte: 1309421.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

– Recorridos de Observación

Los recorridos para detectar especies de aves mediante detección visual o auditiva, es considerada como la técnica central para evaluar de forma costo/efectiva la biodiversidad de aves en las regiones tropicales (Terborgh et al. 1990; Parker et al. 1991; Bibby et al. 2000; Gregory et al. 2004; Herzog et al. 2016) y la más utilizada en evaluaciones rápidas de la biodiversidad en Colombia (Villareal et al. 2004).

Un (1) biólogo especialista en aves realizó siete (7) recorridos (cada uno de un kilómetro) en tres (3) días en las coberturas vegetales presentes en el área de influencia del proyecto. Cada recorrido fue realizado 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, cuando fue posible, se realizaron observaciones libres (*Ad libitum*) con el fin de detectar especies y bandadas mixtas no registradas en los recorridos.

Se utilizaron textos guía de aves como: Field Guide to the Birds of Colombia (McMullan & Donegan, 2014), Guía de aves de la Orinoquia colombiana (McNish, 2007), Guía de aves de Colombia (Hilty & Brown, 2001) y Birds of the Northern of South America (Restall, Rodner & Lentino 2007), facilitando de esta manera la identificación de las especies en campo.

• Mamíferos

Para caracterizar la estructura y composición de los mamíferos en el área de influencia de la Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona, fue necesario hacer uso de diferentes metodologías, con el fin de registrar especies terrestres y voladoras.

– Captura trampas Sherman

Para el monitoreo y registro de mamíferos medianos y pequeños no voladores, se instalaron 50 trampas Sherman (Fotografía 2.10) en las coberturas vegetales seleccionadas, durante tres (3) días seguidos, en transectos colocando 10 trampas por cada estación. Las trampas fueron ubicadas a nivel del suelo, cubiertas con hojarasca para camuflarlas entre la vegetación y así incrementar el éxito de captura. Los sitios identificados para su instalación se determinaron mediante la observación de los senderos, madrigueras y sitios propicios para el uso y tránsito de las especies, evitando que las trampas quedaran expuestas a la radiación solar directa y evitar la muerte de los individuos por calor excesivo. Para cebar las trampas se utilizó una mezcla de mantequilla de maní, avena y esencia de vainilla.

Fotografía 2.10 Ubicación de trampas Sherman



Coordenadas: Este: 1159244; Norte: 1309278.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Las trampas fueron colocadas el día uno (1) en la mañana, georreferenciadas y cebadas el mismo día. Estas fueron revisadas al día siguiente, repitiendo el proceso hasta cumplir las 72 horas por punto de muestreo. En el caso de obtener capturas, las trampas fueron retiradas y lavadas con agua y cepillo, luego fueron colocadas en la misma estación, pero en diferente lugar. Los animales capturados se introdujeron en bolsas de tela y se les tomaron medidas morfométricas convencionales como: longitud total, longitud de la cola, longitud de la pata, longitud de la oreja, longitud del antebrazo y peso. Todos los mamíferos fueron identificados preliminarmente en campo con ayuda de guías y liberados, en el mismo lugar en el que fueron capturados.

– Captura redes de Niebla

Para la captura de mamíferos voladores (Quirópteros) se instalaron cinco (5) redes, durante tres (3) días consecutivos a partir de las 17:30 hasta las 20:30 aproximadamente en puntos que se consideraron relevantes en las coberturas de interés, tales como corredores de

vuelo, bordes de las coberturas vegetales o las zonas de transición entre dos (2) coberturas y zonas húmedas (Fotografía 2.11). Las redes fueron revisadas cada 20 minutos.

Fotografía 2.11 Instalación de redes de niebla



Coordenadas: Este: 1158401; Norte: 1309431.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

– Cámaras trampa

Para la captura de medianos a grandes mamíferos se implementó la instalación de siete (7) cámaras trampa, durante tres (3) días. Estas cámaras permiten el reconocimiento de animales grandes y medianos que son difíciles de observar directamente, por sus hábitos nocturnos o esquivos.

Para la ubicación de las cámaras trampa se realizó un recorrido previo para la identificación de madrigueras y senderos de fauna, así como cuerpos de agua cercanos; adicionalmente, se consideró el grosor del árbol o el sustrato en el que se ubicaron (procurando que fueran rectos y de grosor medio). Al momento de programar las cámaras trampa, se tuvo en cuenta las condiciones ambientales del punto (temperatura, humedad, fase lunar), ajustándose al patrón de movimiento de las especies en estudio. Luego de identificados los puntos, se procedió a la instalación de las cámaras trampa, su activación, georreferenciación y marcaje.

Se colocaron en la mañana del día uno (1) y fueron cebadas algunas con carne, fruta y esencias comestibles. Una vez se retiraron las cámaras se descargó la información a un computador para su análisis e identificación (Fotografía 2.12).

Fotografía 2.12 Instalación de cámaras trampa



Coordenadas: Este: 1158433; Norte: 1309460.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

– Recorridos de Observación

Se realizaron recorridos *ad libitum*, tanto diurnos como nocturnos, en los cuales se registraron las especies observadas. Se fotografiaron los animales cuando fue posible. Se georreferenciaron los puntos y se registró la mayor cantidad de información ecológica y etológica (tamaño de grupo, interacciones, dieta, sustrato, tipo de árbol, comportamiento, vocalizaciones, etc.). Asimismo, durante los recorridos se registraron evidencias indirectas tales como vocalizaciones, tomando sólo aquellas que fueron claramente identificables y zonas de importancia ecológica para los animales como madrigueras, comederos, zonas de descanso, etc.

Los métodos indirectos se basaron fundamentalmente en la identificación, interpretación y análisis de los rastros que dejan los mamíferos durante sus actividades. Los rastros son señales o pistas de la actividad de un animal en cualquier lugar, estos pueden ser voluntariamente ubicados por los animales tales como señales de marcaje (señales químicas, territorio, heces, orina), indicios de actividad reproductiva (estro, celo, feromonas), indicios de actividad física (uñas, cuernos, astas), entre otros, o pueden ser dejados involuntariamente por ellos, tales como heces, huellas, madrigueras, comederos, hozaderos, restos, etc.

Los rastros proporcionan información valiosa sobre la presencia y estado de un individuo o una población particular, que de otra manera sería muy difícil de obtener, en ocasiones puede ser el único método que permite inferir la presencia de una especie de mamífero en la zona. Una vez detectado el rastro se procede a fotografiar siempre con un objeto de medida conocida y a identificar hasta el máximo nivel taxonómico posible a través de guías especializadas, experiencia previa de los investigadores y de los auxiliares de campo (Anexo 5.2.2.3 Plantillas de registro diario), ver Fotografía 2.13.

Fotografía 2.13 Recorridos de observación y búsqueda de rastros



Coordenadas: Este: 1158788; Norte: 1309370.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

Entrevistas

Con el fin de tener conocimiento de los usos que se le da a la fauna silvestre (herpetos, aves y mamíferos), se elaboraron encuestas semiestructuradas a la población residente en el área de estudio (Anexo 5.2.2.5 Entrevistas de fauna). 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. (Fotografía 2.14).

Fotografía 2.14 Realización de entrevistas



Coordenadas: Este: 1159310; Norte: 1308521.
Vereda Alcaparral (Pamplona).

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.2.8.3 Análisis de la Información

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

- **Efectividad del muestreo**

Con el fin de establecer la representación en la comunidad de las especies registradas mediante el muestreo directo; se analizó la tasa de encuentro de especies en el muestreo, mediante la realización de curvas de acumulación de especies; a partir de las cuales se estimó 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 construyeron las curvas de acumulación de especies con el fin de establecer qué porcentaje de la biodiversidad fue detectado mediante las técnicas de muestreo empleadas. A continuación, se describen los estimadores más utilizados para este análisis:

Tabla 2.37 Parámetros utilizados para analizar la representatividad del muestreo

Parámetro	Fórmula	Descripción
S obs (Observado)	$E(S) = \sum_{i=1}^n 1 - \frac{(N - N_i)/n}{N/n}$ <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).
Chao 2	$Chao_2 = S + \frac{L^2}{2M}$ <p>L= Número de especies que ocurren solamente en una muestra (especies únicas) M= Número de especies que ocurren exactamente dos muestras</p>	Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies únicas (que solo aparecen en una muestra) y el número de especies duplicadas (que aparecen compartidas en dos muestras)
ICE	$ICE = 1 - F_1 / N_{rare}$ <p>Donde: F1 es la frecuencia de especies con exactamente un solo individuo (singletons).</p>	Incidence-based Coverage Estimator of species richness) Basado en el número de incidencias (ocurrencias) de las especies "infrecuentes". El nivel de incidencia para el cual una especie se considera "infrecuente" debe ser definido por el investigador

Parámetro	Fórmula	Descripción
	N_{rare} es el número total de especies raras (con menos de 10 individuos en toda la muestra).	(se suele recomendar usar 10 como valor umbral).
Jacknife 1	$S_{Jack\ 1} = S_{obs} + L \frac{m-1}{m}$ <p>S obs = riqueza observada L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra m = Número de muestras</p>	Se basa en el número de especies que ocurren solamente en una muestra (L). Es una técnica para reducir el 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.
Jacknife 2	$Jack\ 2 = S + \frac{L(2m-3)}{m} - \frac{M(m-2)^2}{m(m-1)}$ <p>S obs = riqueza observada L = Número de especies que ocurren solamente en una muestra m = Número de muestras</p>	Se basa en el número de especies que ocurren solamente en la muestra, así como en el número de especies que ocurren exactamente en dos muestras.
Bootstrap	$S_{Bootstrap} = S_{obs} + \sum_j (1-p_j)^n$ <p>S obs = riqueza observada p_j = proporción de unidades de muestreo que contienen a cada especie j</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

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.

• Análisis de la 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 hace referencia 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 (Moreno, 2001).

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. Los siguientes son los índices más utilizados para el análisis de la diversidad y estructura de las comunidades de fauna silvestre:

Tabla 2.38 Índices de diversidad alfa utilizados para el estudio de la fauna

Propiedad	Índice	Fórmula	Descripción
Riqueza	Riqueza específica	$S = N^{\circ} \text{ de especies}$	Número total de especies en la comunidad
Estructura	Dominancia de Simpson (1-D)	$D = \frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$ <p>S = número de i especies N = total de organismos presentes n = número de ejemplares por especie</p>	<p>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.</p> <p>Es un estimador robusto, que se comporta bien con muestras pequeñas.</p>
	Shannon-Wiener	$H' = - \sum p_i \ln p_i$ <p>$p_i =$ Abundancia proporcional de la especie i</p>	<p>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.</p> <p>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</p>
	Margalef	$DMg = (s-1)/\ln N$ <p>S=número de especies N= número total de individuos</p>	Utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

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.

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

S_j =Número total 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.

También se empleó el estimador de Whittaker, el cual se basa en datos cualitativos (presencia-ausencia de las especies) y describe la diversidad Gamma como la integración de las diversidades Beta y Alfa, por lo que Beta puede calcularse como la relación entre Gamma versus Alfa. Este índice ha probado ser el más robusto para medir reemplazo entre comunidades (Magurran, 1988).

$$\beta = \frac{S}{\alpha - 1}$$

Donde:

β = Beta

S = número de especies registradas en un conjunto de muestras (diversidad gamma)

α = número promedio de especies en las muestras (alfa promedio)

Las gráficas con la del análisis del estimador de Whittaker se realizó en el programa PAST v 3.1.

- **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 especies, lo cual se presenta en la caracterización del área de influencia. Para cuantificar su importancia dentro de la comunidad se establece el número de especies y registros

dentro de cada grupo. Adicionalmente se revisó la especificidad trófica de las especies registradas, de acuerdo con su disponibilidad en la bibliografía.

- 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.

Datos insuficientes (DD): Se asigna a taxones cuya distribución y abundancia no está bien estudiada; a pesar de 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 1912 del 15 de septiembre de 2017 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, vigentes desde el 04 de octubre del 2017) 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 et al. 2006).

Para las especies endémicas, casi endémicas, amenazadas y casi amenazadas se buscó información sobre áreas de importancia para la cría, alimentación y reproducción.

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, Naranjo et al. 2012). Se revisó el reporte de especies migratorias para el área de influencia del proyecto, de acuerdo a la bibliografía disponible de cada especie.

2.3.2.9 Ecosistemas Acuáticos

Los métodos establecidos para la caracterización de comunidades hidrobiológicas en el área de influencia del presente estudio, tiene como objetivo la obtención de datos representativos acerca del estado de los ensamblajes acuáticos. Aspectos como su composición, estructura, diversidad, distribución espacial y temporal; así como, de su historia de vida: gremios tróficos, tipos de migraciones, hábitats, especies de importancia comercial y ecológica, así como especies bioindicadoras, en veda y amenazadas.

Los métodos aquí descritos, se enmarcan en los procedimientos y técnicas establecidas en los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (secciones 10200, 10300, 10400, 10500 y 10600) (APHA, AWWA & WEF, 2012), y de manera específica, se complementarán con métodos e información académica particular para cada región y tipo de hábitat.

Adicionalmente, la presente metodología, busca cumplir los requerimientos exigidos en los Términos de Referencia para Elaboración de Estudios Ambientales en proyectos de construcción de carreteras y/o Túneles- M-M-INA-02, (MINANBIENTE, 2015). Siendo además guiados por lo estipulado en la Metodología General de para la presentación de Estudios Ambientales (MAVDT, 2010).

2.3.2.9.1 Etapa de campo

Para la caracterización de los ecosistemas acuáticos se planteó el muestreo de fitoplancton, zooplancton, algas del perifiton, macroinvertebrados bentónicos, macrófitas acuáticas y peces, a realizar en estaciones de muestreo en los cuerpos de agua definidos de acuerdo con sus características y grados de intervención, con el propósito de determinar la composición, estructura y diversidad de todas las comunidades. Así mismo, establecer posibles relaciones con el estado físico – químico de las aguas y aplicar índices de bioindicación.

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 biota acuática:

- **Plancton (fitoplancton y zooplancton)**
 - Método de captura

La colecta de la muestra de los organismos planctónicos se realizó empleando redes que consisten en una malla en forma cónica con un recipiente en uno de sus extremos, el cual permite filtrar grandes volúmenes de agua, de esta forma los organismos suspendidos en aquel volumen de agua quedan concentrados en el recipiente (Fotografía 2.15).

El diámetro de poro de la malla es variable y diferente según la comunidad que se quiere estudiar: para las muestras de fitoplancton se utilizaron mallas con un poro de 20 µm, esto con el objeto de obtener una mayor representatividad de la comunidad planctónica al ser poco selectiva; para las muestras de la comunidad zooplanctónica se utilizó una malla con un tamaño de poro de 80 µm, con lo que fue posible coleccionar gran parte de los grupos representativos tales como rotíferos, cladóceros y copépodos (APHA, 2005).

El agua filtrada en las mallas fue tomada directamente del cuerpo de agua mediante un recipiente aforado con lo cual se evaluó un volumen de agua conocido que pasó a través de ella.

Fotografía 2.15 Toma de muestras de plancton (filtrado en redes)



Fuente: C.I.M.A., 2018.

- Preservación y transporte de muestras

Al terminar de filtrar, la malla fue lavada con un atomizador con agua, el material concentrado en el cono se almacenó en frascos de 500 ml. Las muestras de fitoplancton fueron preservadas en solución de Lugol, mientras que las muestras de zooplancton se preservaron en solución de formol al 10%. Cada muestra contó con etiquetas de campo que detallan los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado se transportó en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas.

- **Perifiton**

- Método de captura

Para el muestreo del perifiton se identificarán elementos del sustrato que sirvieran de puntos de fijación y establecimiento. Estos elementos fueron piedras, hojarasca y detritos. Se retiraron los elementos a muestrear con cuidado de no perder el material de estudio. Se realizó un raspado suave, superficial sobre el sustrato utilizando un cuadrante de 9 cm² y un cepillo (Fotografía 2.16). Se limpió suavemente el área del cuadrante y se almacenó la muestra en frascos de 500 mL. En sistemas lóticos se tomaron diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 90cm² (0,9 m²) de área muestreada.

Fotografía 2.16 Toma de muestras de perifiton (raspado en sustratos definidos)



Fuente: C.I.M.A., 2018

- Preservación y transporte de muestras

Las muestras fueron preservadas en solución de Lugol y almacenadas en frascos de 500 mL. El material colectado y preservado fue transportado en neveras y contenedores plásticos.

- **Macroinvertebrados acuáticos**

- Método de captura

Para la captura de macroinvertebrados acuáticos en sistemas lóticos someros (profundidad $\leq 30\text{cm}$), se empleó una red Surber (Fotografía 2.17). Este dispositivo consiste en dos marcos, cada uno de 30 cm de lado (900cm^2 de área), articulados entre sí a lo largo de un borde. Cuando ésta fue usada, los dos marcos se bloquearon formando un ángulo recto. Uno de los marcos delimitó el área del sustrato que fue muestreada, y el otro soportó la red que sirvió para colectar los especímenes que fueron removidos del área de muestreo. El muestreo consistió en situar el dispositivo en el sustrato del cuerpo de agua, paralelo al flujo de agua, con la red dirigida aguas abajo. Cuando el dispositivo estuvo en su lugar se removió suavemente todo el material que se encontraba dentro del marco para desprender los animales que estaban fijos a él. En total se tomarán diez (10) muestras por estación de muestreo, que corresponden a 9000 cm^2 ($0,9\text{ m}^2$) de área muestreada (APHA, 2005).

Luego de colectar las muestras bénticas, se transfieren a una serie de tamices especialmente diseñados. Se debe verter la muestra lentamente en los tamices para evitar dañar o perder especímenes. Una serie de uno o dos tamices con aberturas de malla de 1 y 5 cm retuvieron los materiales más grandes tales como hojas, palos conchas y grava, mientras que permitía el paso de los organismos y materiales más pequeños a un tamiz US Standard No. 30 que presentaba una abertura de malla entre 0,595 y 0,600 mm (APHA, 2005).

Fotografía 2.17 Toma de muestras de macroinvertebrados acuáticos (red Surber)



Fuente: C.I.M.A., 2018

- Preservación y transporte de muestras

Las muestras tamizadas fueron preservadas en etanol al 70% y almacenadas en frascos plásticos de 500 mL. Cada muestra fue marcada con etiquetas de campo que detallaban los datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. El material colectado y preservado fue transportado en contenedores plásticos.

- **Macrófitas acuáticas**

A continuación, se describen los métodos para la caracterización de esta comunidad. Sin embargo, se aclara que, por tratarse de cuerpos lóticos de montaña, que presentaban corriente rápida y sustratos poco estables, no se identificó esta comunidad en los sitios de muestreo.

- Método de captura

Para llevar a cabo la caracterización de macrófitas se llevan a cabo diferentes métodos de muestreo. Para determinar la composición, frecuencia, cobertura y densidad en pequeños parches de macrófitas, se emplean cuadrantes de 1 m² divididos en 16 subcuadrantes de 625 cm². El muestreo con cuadrantes consiste en el registro de la frecuencia de especies en tres (3) cuadrantes cada uno de un 1 m². De ser posible, las plantas deben ser colectadas en su pico de crecimiento cuando las flores y/o frutos están presentes. Se debe coleccionar toda la planta (tallos, rizomas, hojas, raíces, flores y frutos).

Fotografía 2.18 Toma de muestras de peces (red de mano)



Fuente: C.I.M.A., 2018

- Preservación y transporte de muestras

Luego de la colecta, el material debe ser prensado en campo. Se usa una nevera plástica con hielo triturado para el almacenamiento en campo y transporte (APHA, 2005). Finalmente, se rotulan los especímenes con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. De nuevo se resalta que no se registró desarrollo de dicha comunidad en los sitios de muestreo.

- **Peces**

- Métodos de captura

Para el muestreo de la comunidad íctica se contempló el empleo de diferentes artes de pesca, dependiendo de las características particulares del cuerpo de agua y con el objeto de obtener la riqueza máxima posible y así tener como resultado un listado representativo de especies y sus abundancias relativas (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005). Los artes de pesca fueron los siguientes:

- Red de mano: Este arte de pesca consiste en un arco metálico el cual sostiene una red a manera de bolsillo; esta se sujeta por sus extremos y se sumerge a manera de barridos generalmente hacia las riberas de los ríos o en tapetes de macrófitas en sistemas lénticos, aumentando su efectividad en aquellos cuerpos donde la vegetación riparia es alta y la profundidad es baja. Para este método, se emplea una hora de arrastre de red por estación de muestreo.
- Atarraya: Se usan redes de 1.5 cm de ojo de malla con 2.5 m de diámetro y de 2.5 cm de ojo de malla con 4m de diámetro, hechas en Nylon y con pesas sintéticas en su extremo de abertura. Esta se lanza de manera que se sumerja de forma circular y llegue hasta el fondo del cuerpo de agua, colectando así todos los individuos que se encuentren en la columna de agua. Este arte al ser de baja selectividad permite obtener muestras altamente representativas si se usa con un ojo de malla pequeño y si es empleado en sitios donde la profundidad no sea alta y el sustrato esté libre

de elementos que impidan la caída de la red hasta el fondo. El esfuerzo de muestreo es de 30 lances realizados en cada una de las estaciones de muestreo o de acuerdo a la extensión que permita el cuerpo de agua.

- Red de Arrastre: Se emplean redes lastradas de dimensiones 4.5 m de largo por 1.50 m de alto y 9m de largo por 1.60 m de alto, con una línea de plomos en su base y una de flotadores hacia la superficie. Esta técnica permite barrer el fondo del cuerpo de agua a contracorriente hacia la orilla capturando así los peces que se encuentren a lo largo y ancho de la columna de agua. Este método de muestreo se debe utilizar preferiblemente en sustratos poco rocosos y poco profundos. En cada estación de muestreo se realizan arrastres por una (1) hora

Teniendo en cuenta las características de los cuerpos de agua evaluados, los cuales presentaron un sustrato predominantemente rocoso y poca profundidad, el muestreo de peces estuvo limitado al uso de redes de mano, pues ni la atarraya ni la red de arrastre pudieron ser manipuladas de forma correcta ni se identificaron sitios en los cuales fue posible aplicar el esfuerzo de muestreo propuesto.

Los muestreos con la red de mano, se llevaron a cabo entre las 6:00 y 18:00 horas, y contando con la compañía de un pescador, que tuviera conocimiento de las técnicas de pesca y supiera diferenciar entre especies, con el fin de tener acceso a información adicional sobre las mismas, como nombres comunes y usos.

- Preservación y transporte de muestras

En el caso de requerir la corroboración de alguna determinación taxonómica, se colectan máximo tres (3) individuos por morfotipo a verificar. Los individuos colectados son anestesiados en una solución de esencia de clavo de olor. Para el trabajo ictiológico la solución fijadora más ampliamente usada es el formol al 10% de concentración, neutralizado con borato de sodio con el fin de evitar la descalcificación de los ejemplares. Los individuos de pequeño tamaño (<40 mm de longitud total) pueden ser puestos directamente en la solución de formol al 10%, mientras que a individuos de tamaños superiores al referenciado, se les debe inyectar con una jeringa el formol a través del ano, realizando perforaciones en los costados de los individuos, hasta que el mismo adquiera una consistencia rígida, lo cual garantiza una fijación completa de los tejidos (Maldonado-Ocampo, y otros, 2005).

Una vez los especímenes son fijados, pueden ser empacados en bolsas plásticas, preferiblemente de cierre hermético. Es muy recomendable envolver cada espécimen en gasa remojada con la misma solución de formol al 10%, dado que esto mantiene humedecido el material y no permitirá que se reseque, lo cual podría dañar el material (Maldonado-Ocampo, et al., 2005). Cada muestra debe contar con etiquetas de campo que cuenten con datos de lugar y fecha de colecta (dd/mm/aaaa), estación de muestreo (georreferenciación), colector y método de colecta. Las etiquetas deben ser preferiblemente en papel pergamino y escritas a lápiz o rapidógrafo de tinta indeleble. El material colectado y preservado es transportado en neveras plásticas de 50L de capacidad selladas. Todo el material es depositado en una colección debidamente autorizada como la de Instituto de

Ciencias Naturales o El Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

2.3.2.9.2 Análisis de laboratorio

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 wáter & wastewater 22nd edition (2012), como se muestra en la Tabla 2.39.

Tabla 2.39 Análisis establecido para Hidrobiológicos

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

Fuente: APHA, 2012

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.

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 número 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 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.

Para el caso de la determinación taxonómica de los especímenes pertenecientes a la comunidad íctica, esta se lleva a cabo siguiendo con una serie de claves taxonómicas que permita generar una identificación acertada; dentro de estas claves se encuentran: Gery, 1977; Lasso et 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-122.

2.3.2.9.3 Análisis de datos

Para la evaluación del estado de los ensamblajes de la biota acuática en el área de estudio, se analizó su diversidad como principal variable. La diversidad es un concepto que no ha sido definido fácilmente, ya que es frecuente encontrar el uso del término diversidad como sinónimo de riqueza o número de especies, lo cual es erróneo. En general, esta puede ser explicada como la riqueza y abundancia relativa de especies en una unidad de estudio definida en tiempo y espacio (Magurran, 2005).

Para describirla y evaluarla, desde los parámetros de composición y abundancia de cada comunidad acuática, se estimaron los índices de riqueza específica (S'), Dominancia de Simpson ($1-D$), Diversidad de Shannon (H') y equidad de Pielou (J'). Adicionalmente, se realizaron comparaciones entre las diferentes estaciones, para cada comunidad acuática, usando análisis de clasificación (índices de similitud) y se estimó la Correspondencia Canónica (ACC), con el objeto de reconocer si hubo relación entre la distribución de las especies y los parámetros de calidad del agua. A continuación, se explican en detalle los conceptos y métodos desde los cuales se analizaron los datos obtenidos.

Específicamente, con los datos obtenidos de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos, se estimó en índice de calidad biológica del agua BMWP/Col. Para los demás ensamblajes se realizará una interpretación teórica de la bioindicación de las aguas a partir de datos de historia natural de las especies reportadas por información secundaria.

Adicionalmente, para peces, además de realizar los análisis de composición y estructura de la comunidad, se analizó la información acerca de su importancia ecológica, presencia de especies migratorias (Zapata & Usma, 2013), endémicas (Herrera-Collazos, Herrera-R, DoNascimento, & Maldonado-Ocampo, 2017), amenazadas (Mojica, Usma, Álvarez-Leon, & Lasso, 2012, Resolución 1912 de 2017, listados IUCN), de uso (Ajiaco-Martínez, Ramírez-Gil, Sánchez-Duarte, Lasso, & Trujillo, 2012) y en vedas (Álvarez-León, 2016).

- **Composición**

Se entiende como composición las especies que conforman una determinada comunidad, siendo así resultado de esta el listado de especies identificadas y su clasificación taxonómica correspondiente (Magurran, 2005).

- **Estructura**

Se evalúa desde los parámetros de riqueza, abundancia y diversidad de especies, describiendo la distribución de especies dentro de una comunidad o entre diferentes comunidades (Moreno, 2001). En una interpretación más amplia, incluye también patrones de interacción entre especies. Para el presente estudio fueron estimados los siguientes índices:

- Riqueza específica (S): se basa únicamente en el número total de especies obtenido por un censo de la comunidad (Moreno, 2001).

- Dominancia de Simpson (1-D): manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean la misma especie (Moreno, 2001 y Magurran, 2004). La fórmula que representa el índice corresponde a:

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

- Donde p_i es la proporción del # de individuos de la especie i con respecto a N .
- Equidad de Pielou (J'): es una medida de qué tan similares son las especies en cuanto a sus abundancias (Magurran, 2005); ésta se calculará a través del índice J' , que estima la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada (Moreno, 2001 y Magurran, 1998). Su fórmula es la siguiente:

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

- Donde H' es el índice de Shannon y H_{\max} se refiere al $\ln(S)$ y S , es el # total de especies.
- Diversidad de Shannon (H'): expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que todos los individuos son seleccionados al azar y que todas las muestras están representadas en la muestra (Magurran, 2005). Se expresa por medio de la siguiente fórmula:

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

- Donde S es la riqueza; N_i , el # de individuos de la especie i ; y N , el # total de individuos.

• Análisis de clasificación

La técnica aglomerativa para optimizar las distancias, considerada en el presente trabajo, se basará en el índice cuantitativo de Jaccard, calculado para las estaciones con respecto a la presencia y ausencia de especies en cada comunidad. El dendograma, o representación gráfica del contenido de similitud/distancia de una matriz, es el producto final de un proceso aglomerativo jerárquico y politético, que obedece a la ecuación lineal combinatoria de la técnica de ligamiento promedio UPGMA. La clasificación o división del dendograma en grupos y sub grupos es un paso subjetivo. En el presente caso se definieron límites bajo un umbral que no excedía el 50% de la distancia entre las estaciones o taxa ($D_{hi} = 0,50$). Los programas y mayores detalles se pueden consultar en (Ludwig & Reynolds, 1988) y (Sneath & Sokal, 1973).

- **Análisis de Correspondencia Canónica (ACC)**

Este análisis se realizó con el objeto de evaluar las relaciones entre la composición y abundancia de las especies de la biota acuática con los parámetros fisicoquímicos evaluados para el componente de calidad del agua. El a ACC analiza tablas de frecuencias-variables continuas, es decir, tablas en las cuales las unidades estadísticas están descritas por dos grupos de variables, uno de frecuencias y otro de variables continuas, propuesto por Ter-Braak (1986) para estudiar la influencia de las condiciones del medio ambiente en la distribución de las especies.

El análisis canónico de correspondencias (ACC) propuesto por Ter-Braak (1986) para estudios medio-ambientales, es uno de los métodos que permite estudiar la relación entre un grupo de frecuencias y un grupo de variables continuas sobre un mismo conjunto de individuos. El grupo de frecuencias juega el papel de variables de respuesta y el grupo de variables continuas juega el papel de variables explicativas que son de tipo cuantitativo (Ter Braak, 1986).

- **Índice biológico BMWP/Col**

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) fue establecido como un método simple de evaluar la calidad del agua empleando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. El método solo requiere llegar hasta el nivel taxonómico de familia y los datos son cualitativos (presencia/ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. La suma de los puntajes de todas las familias da un único valor para el BMWP. El puntaje promedio por taxón, conocido como ASPT (Average Score per Taxón) resulta ser particularmente valioso para la evaluación de sitios de muestreo puntuales y su rango va de 0 a 10; un valor bajo de ASPT asociado a un puntaje a su vez bajo en el BMWP indicara condiciones graves de contaminación (Roldán-Pérez, 2016).

Cabe hacer la aclaración que, la adaptación de este índice para Colombia se realizó para ríos de la región altoandina del departamento de Antioquia, con condiciones distintas a las encontradas en los ríos de los departamentos de Norte de Santander, por lo cual se usó la adaptación desarrollada por Sánchez-Herrera (2005), la cual se modificó específicamente para el río Pamplonita, correspondiente al área de estudio del presente proyecto (Sánchez-Herrera, 2005).

La escala de valores y su interpretación para el BMWP/Col es la siguiente (Tabla 2.40).

Tabla 2.40 Escala de valores, significado por clase y color cartográficos del índice BMWP/Col

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

Clase	Puntuación	Calidad del agua	Color cartográfico
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 2.41):

Tabla 2.41 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, Simuliidae, Pleidae, Trichodactylidae, Saldidae, Lestidae. Pseudothelpusidae.	8
Baetidae, Calopterygidae, Glossosomatidae, Corixidae, Notonectidae, Leptohyphidae, Dixidae, Hyalellidae, Naucoridae, Scirtidae, Dryopidae, Psychodidae, Coenagrionidae, Planariidae, Hydroptilidae, Caenidae.	7
Ancylidae, Lutrachidae, Aeshnidae, Libellulidae, Elmidae, Staphylinidae, Limnycidae, 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
Chironomidae, Culicidae, Muscidae.	2
Oligochaeta (Tubificidae).	1

Fuente: Roldan, 2008.

2.3.2.10 Ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas

Los ecosistemas estratégicos, áreas sensibles (o áreas protegidas), son aquellas áreas dentro del territorio que, gracias a su composición biológica, características físicas, estructuras y procesos ecológicos, proveen bienes y servicios ambientales imprescindibles e insustituibles para el desarrollo sostenible y armónico de la sociedad, lo cual es razón suficiente para propender por una mayor conservación de estos.

Las áreas protegidas se declaran con el objetivo de conservar la diversidad biológica, proteger los recursos genéticos, conservar las especies endémicas tanto de fauna como de flora y sus corredores biológicos asociados; adicionalmente tienen objetivos de carácter investigativo y científico, protector y económico, social e institucional tanto para el

departamento de Norte de Santander como para el municipio de Pamplona y Pamplonita, el cual hace parte del AI de la UF 1.

Con el objetivo de identificar las áreas de la zona de estudio que requieren manejo especial, se realizó la revisión de los diferentes documentos emitidos por las respectivas Autoridades Ambientales y entes territoriales en la región; tales como Declaratorias de Áreas Protegidas, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas y Planes de Ordenamiento Territorial. Mediante los lineamientos, normas y mecanismos implementados por diferentes instituciones ambientales se tiene como finalidad dar un manejo sostenible a dichos ecosistemas presentes en el área de influencia del proyecto, en pro de un uso sostenible y sustentable de los recursos.

Los ecosistemas estratégicos, sensibles y/o áreas protegidas se definieron con base en las consultas realizadas al Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) del municipio de Pamplona, a la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental CORPONOR, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible MADS y la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales UAESPNN con el fin de tener acceso al Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas POMCA del río Pamplonita y a los Planes de Manejo de las áreas protegidas. Igualmente, para los ecosistemas sensibles se consideró las áreas prioritarias de conservación establecidas en el documento CONPES 3680 aprobado el 21 de Julio de 2010, las áreas definidas en el Sistema de Información de Alertas Tempranas Tremarctos Colombia 3.0 y el Geovisor del Sistema de Información Ambiental de Colombia SIAC.

2.3.3 Medio Socioeconómico

De acuerdo con los Términos de Referencia establecidos por la autoridad ambiental colombiana actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible –MADS-, consolidados para el presente proyecto en el documento “Términos de referencia para la elaboración del EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles, Resolución 0751 de del 26 de marzo de 2015”; se debe informar, comunicar, discutir y concertar con los ciudadanos y comunidades organizadas así como con los grupos étnicos de las áreas de influencia, los alcances del proyecto y sus implicaciones ambientales y medidas de manejo propuestas.

De igual manera, se hace necesario recoger información pertinente que sustente el análisis del Medio Socioeconómico, que coadyuve en la elaboración de la caracterización y diagnóstico del estado actual de la zona, a fin de generar un estudio anclado en la realidad de las comunidades y que permita establecer propuestas de manejo acordes con sus dinámicas sociales, económicas, políticas y culturales.

Lo anterior, ligado a un proceso participativo en el cual los grupos de interés, tanto comunidades de zonas rurales y urbanas, como líderes comunitarios, locales, municipales y regionales, transmitan a través de reuniones y talleres su conocimiento de la zona e identifiquen de manera veraz las afectaciones que la ejecución del proyecto en sus diferentes etapas eventualmente generaría.

De igual manera, la metodología para el medio socioeconómico incluye el levantamiento de información primaria y secundaria, siendo estas dos (2) fuentes, parte importante en la

estructuración de la caracterización del componente del Medio Socioeconómico que se desarrolla en el marco de los Términos de Referencia para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental –EIA en proyectos de construcción de carreteras y/o túneles.

En el presente documento se encuentran registrados el marco conceptual, marco legal y desarrollo de la metodología, estableciendo para tal fin una etapa de pre campo, una de campo y otra fase de postcampo, en las que se incluyen objetivos, actividades, instrumentos de recolección de información, cronograma y recursos empleados.

2.3.3.1 Marco Conceptual General

Área de influencia: Área en la cual se manifiestan de manera objetiva y en lo posible cuantificable, los impactos ambientales significativos ocasionados por la ejecución de un proyecto, obra o actividad, sobre los medios abiótico, biótico y socioeconómico, en cada uno de los componentes de dichos medios. Debido a que las áreas de los impactos pueden variar dependiendo del componente que se analice, el área de influencia podrá corresponder a varios polígonos distintos que se entrecrucen entre sí (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Área de influencia preliminar: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental preliminar. Corresponde a una etapa inicial del proyecto y en la cual se elabora un área a partir de información secundaria y un conocimiento previo de las actividades del proyecto (Aecom-Concol).

Área de influencia definitiva: Área en la cual se manifiestan los impactos significativos que se identifican y califican en una evaluación ambiental ajustada con la información primaria recopilada en campo (Aecom-Concol).

Impacto ambiental: Cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad (Tomado del Decreto 1076 del 2015; p.175).

Impactos significativos: Impactos cuyos efectos son de gran relevancia, dado que la alteración sobre el ambiente (medios abiótico, biótico y socioeconómico) alcanza un nivel de importancia severo o crítico y que puede ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad en un ámbito específico (Aecom-Concol).

Evaluación ambiental preliminar: Análisis cualitativo y cuantitativo preliminar que se construye mediante la identificación y evaluación de los cambios potenciales que puedan suceder en el ambiente, como consecuencia de la ejecución de las actividades del proyecto. Se considera preliminar ya que se hace a partir del conocimiento del territorio con información secundaria y porque debe ser ajustada luego de la obtención de información de campo que permita verificar los supuestos planteados (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

Evaluación de impacto ambiental: Proceso formal empleado para predecir las probables consecuencias ambientales (positivas o negativas) de un plan, política, programa o

proyecto previo a su implementación, a menudo como parte del procedimiento normativo (licencia ambiental) (Impactos, 2015).

Ámbito de manifestación: El ámbito de manifestación es la división espacial de un elemento del medio (suelo, flora, comunidad), en unidades específicas que responden de forma diferenciada a un impacto dependiendo de las características propias de dicho elemento y su grado de susceptibilidad (Tomado de la Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental de Aecom-Concol).

Zona de intervención: Área en donde se realizan las obras de construcción de un proyecto para algún sector de la infraestructura como vías, energía, hidrocarburos, telecomunicaciones, almacenamiento, entre otros (Aecom-Concol).

Entidad territorial: De acuerdo con los artículos 286 y 287 de la actual Constitución Política de Colombia, se da este calificativo a los departamentos, los distritos, los municipios y los territorios indígenas; que gozan de autonomía para la gestión de sus intereses dentro de los límites de la Constitución y de la ley (DANE).

Departamento: De acuerdo con el Artículo 298 de Constitución Política de Colombia, es una entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio en los términos establecidos por la Constitución y las leyes. Los departamentos ejercen funciones administrativas, de coordinación, de complementariedad de la acción municipal, de intermediación entre la Nación y los municipios y de prestación de los servicios que determinen la Constitución y las leyes (DANE).

Municipio: De acuerdo con el artículo 311 de la Constitución Política de Colombia y la Ley 136 de junio 2 de 1994, es la entidad territorial fundamental de la división político-administrativa del Estado, con autonomía política, fiscal y administrativa dentro de los límites que le señalen la Constitución y las leyes de la República. Sus objetivos son la eficiente prestación de los servicios públicos a su cargo, la construcción de las obras que demande el progreso local, la ordenación de su territorio, la promoción de la participación comunitaria en la gestión de sus intereses y el mejoramiento social y cultural de sus habitantes (DANE).

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, 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 (Minambiente, s.f.).

Centro poblado: Es un concepto creado por el DANE para fines estadísticos, útil para la identificación de núcleos de población. Se define como una concentración de mínimo veinte (20) viviendas contiguas, vecinas o adosadas entre sí, ubicada en el área rural de un municipio o de un Corregimiento Departamental. Dicha concentración presenta características urbanas tales como la delimitación de vías vehiculares y peatonales. En las

tablas referidas a la codificación de la Divipola, se identifican en la columna “Categoría” con la expresión o etiqueta “CP”, indicando que si bien se trata de un centro poblado, no se cuenta con la precisión de la autoridad municipal. (DANE). Este concepto considera los Caseríos, Inspección de Policía y Corregimiento municipal.

Caserío (CAS): Sitio que presenta un conglomerado de viviendas, ubicado comúnmente al lado de una vía principal y que no tiene autoridad civil. El límite censal está definido por las mismas viviendas que constituyen el conglomerado. (DANE).

Inspección de Policía (IP): Es una instancia judicial en un área que puede o no ser amanzanada y que ejerce jurisdicción sobre un determinado territorio municipal, urbano o rural y que depende del departamento (IPD) o del municipio (IPM). Es utilizada en la mayoría de los casos con fines electorales. Su máxima autoridad es un Inspector de Policía. (DANE).

Corregimiento municipal (C): Es una división del área rural del municipio, la cual incluye un núcleo de población, considerada en los Planes de Ordenamiento Territorial, P.O.T. El artículo 117 de la ley 136 de 1.994 faculta al concejo municipal para que mediante acuerdos establezca esta división, con el propósito de mejorar la prestación de los servicios y asegurar la participación de la ciudadanía en los asuntos públicos de carácter local. (DANE).

Corregimiento Departamental (CD): Es una división del departamento, al tenor del Decreto 2274 del 4 de octubre de 1991, la cual incluye un núcleo de población. Según esta misma disposición, los ahora corregimientos departamentales no forman parte de un determinado municipio. (DANE).

Accesos Terciarios: Son aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas o unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deberán cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las vías Secundarias (INVIAS, 2016).

Área rural dispersa: Área rural o resto municipal que se caracteriza por la disposición dispersa de viviendas y explotaciones agropecuarias existentes en ella. No cuenta con un trazado o nomenclatura de calles carreteras, avenidas y demás. Tampoco dispone, por lo general, de servicios públicos y otro tipo de facilidades propias de las áreas urbanas. (DANE).

Sitio de ubicación de viviendas: Espacio geográfico en el que se sitúan las diferentes clases o formas de construcción de las unidades destinadas a ser habitadas por una o más personas (Aecom-Concol).

Predio: Inmueble perteneciente a una persona natural o jurídica, o a una comunidad situado en un mismo municipio y no separado por otro predio público o privado. Exceptúense las propiedades institucionales aunque no reúnan las características, con el fin de conservar dicha unidad, pero individualizando los inmuebles de acuerdo con los documentos de propiedad. Para efectos del avalúo catastral se entenderá por mejora, las edificaciones o

construcciones en predio propio no inscritas en el catastro o las instaladas en predio ajeno (IGAC, s.f.).

Predio Rural: Es el inmueble que está ubicado fuera del perímetro urbano de un municipio. El predio rural no pierde ese carácter por estar atravesado por vías de comunicación, corrientes de agua, entre otros (IGAC, s.f.).

Infraestructura Social: Infraestructura destinada a prestar un servicio social, esto es, a las comunidades asentadas en territorios específicos; pueden pertenecer a una entidad del Estado o a una empresa privada. Entre dichas infraestructuras se encuentran las vías y puentes; líneas de distribución eléctrica domiciliaria y postes de energía, líneas de transmisión de alta, media y baja; ductos; torres de comunicaciones o repetidoras, aeropuertos, escuelas, centros de salud, sistemas de alcantarillado y/o acueducto, etc. (Aecom-Concol).

Infraestructura Comunitaria: Dentro de estas se contemplan infraestructuras para el beneficio y usufructo de la comunidad, que en su mayoría, están manejadas y/o administradas por ellas mismas, a saber, tienda comunitaria, centros de acopio, casa comunal y áreas o sitios de interés religioso y/o cultural. En algunas áreas rurales es la misma comunidad quien construye y organiza los centros de salud con patrocinio de empresas privadas (Aecom-Concol).

Infraestructura Productiva: Construcciones generalmente de propiedad privada, las cuales cumplen una función particular en el desarrollo de las actividades económicas en un predio. Dichas construcciones pueden estar destinadas a la cría, engorde y/o mantenimiento de especies animales (corrales, porquerizas, galpones, estanques piscícolas, establos, etc.) o a la producción agrícola (tanques de almacenamiento de agua, bodegas, secaderos de café, sistemas de riego, zonas de empaque, etc.) (Aecom-Concol).

Toponimia: Según Rae, es el conjunto de los nombres propios de lugar de un país o de una región.

2.3.3.2 Marco Legal

A continuación, en la Tabla 2.42 se relaciona el marco normativo que respalda el desarrollo del estudio de impacto ambiental para el proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona".

Tabla 2.42 Fuentes Bibliográficas consultadas

Legislación	Asunto
Constitución Política de Colombia	Actual carta magna de la República de Colombia.
Ley 163 de 1959	Por la cual se dictan medidas sobre defensa y conservación del patrimonio histórico, artístico y monumentos públicos de la Nación.

Legislación	Asunto
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 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 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

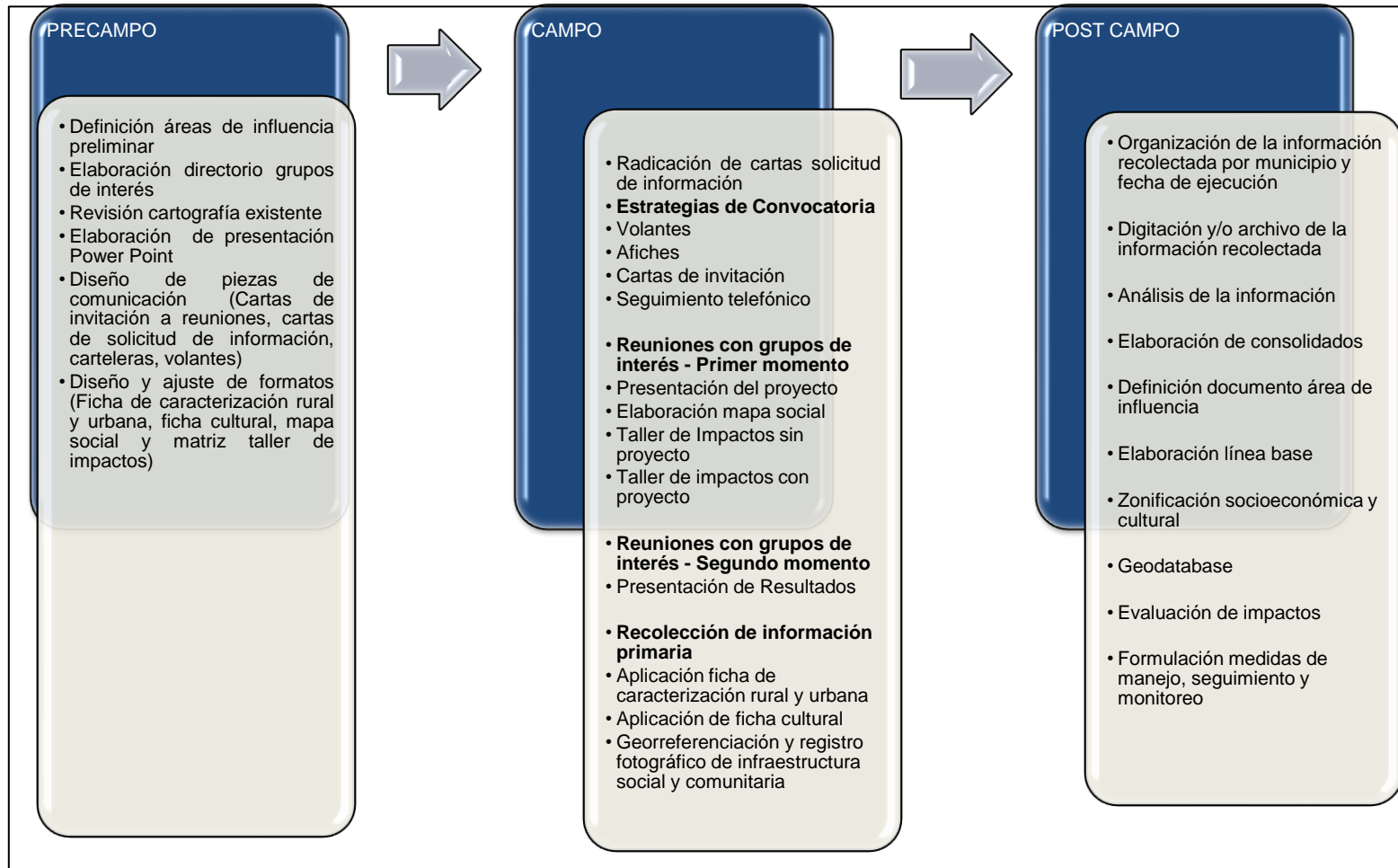
Legislación	Asunto
	Patrimonio Cultural de la Nación de naturaleza material.
Decreto 2820 de 2010	Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre Licencias Ambientales.
Resolución 0751 de 2015	Por la cual se acogen los términos de referencia para la elaboración del Estudio de Impacto 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 de fuentes secundarias Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3 Desarrollo de la Metodología

A continuación, se presenta el enfoque propuesto que permita vislumbrar las técnicas, estrategias, instrumentos y los procedimientos a desarrollar en cada una de las etapas contempladas: pre-campo, campo y post-campo (Figura 2.20).

Figura 2.20 Estructura del Proceso Metodológico



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

2.3.3.3.1 Etapa Precampo

- **Objetivos**

- Establecer el enfoque metodológico que se implementa 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, unidades territoriales e información predial ubicada a lado y lado de la unidad funcional 1 del Proyecto "Doble calzada Pamplona-Cúcuta, UF1 Variante Pamplona".
- Identificar los grupos de interés que se localizan en el área de influencia preliminar.
- Planear las actividades que el equipo consultor realiza previo 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.

- **Actividades**

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

- Definición del área de estudio preliminar a partir de la revisión de la cartografía IGAC, la cual se corroboró posteriormente con la cartografía oficial de las entidades territoriales del área de influencia Pamplona y Pamplonita (EOT y PBOT).
- 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 de la unidad funcional 1. Por otro lado, de acuerdo con lo estipulado en el artículo 3 de la Ley 1185 de 2008, se hizo 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 avaló la propuesta de prospección arqueológica para la unidad funcional 1 del proyecto Doble Calzada Pamplona-Cúcuta.
- Revisión documental a partir de la información suministrada por la Agencia Nacional de Infraestructura en relación al objeto del estudio.
- Presentación del proyecto y solicitud de información secundaria: Se requirió información de instituciones como MAVDT, IGAC, Alcaldías Municipales, Gobernación del Norte de Santander, CORPONOR, ICANH, entre otros. Todo esto para lograr recolectar y organizar información social y ambiental de los territorios relacionados con la unidad funcional 1 del proyecto.
- Diseño y validación de herramientas de comunicación, actividad que incluyó la elaboración y aprobación de todos los documentos, instrumentos de recolección de información, formatos de registro y piezas de comunicación a emplear en la etapa de campo. Los documentos o piezas de comunicación a emplear en el proceso de información y participación, fueron 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 la información secundaria de importancia para el EIA a los entes territoriales y entidades correspondientes, adicionalmente se invitó a participar de las reuniones realizadas.
- Volantes de invitación a reunión: Esta pieza de comunicación incluye 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 encierra la información del departamento, municipio, barrio/vereda, fecha de entrega, nombre de la persona que recibe la información y firma, número telefónico e información de quién 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 prepararon dos presentaciones para tal fin.
 - La presentación del primer momento (Presentación del Proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental) que incluye 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 del segundo momento (Resultados del Estudio de Impacto Ambiental), tuvo como finalidad dar a conocer a los grupos de interés los resultados del EIA y su retroalimentación. Para ello se incluyó lo siguiente: 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.

Por otra parte, los instrumentos de recolección de información primaria empleados durante la etapa de campo fueron los siguientes:

- Con apoyo de la PDA se adelantó la georreferenciación de áreas de interés social y comunitaria para la unidad funcional 1 del 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: Tuvo por objetivo 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.

- Planos cartográficos de las unidades territoriales – Mapas sociales: Tuvo como finalidad que la comunidad (informantes conocedores de su comunidad) realizara 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 de las unidades territoriales menores, 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 tres tipos de matrices, una para el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otro para la etapa de Preconstrucción y otro para la etapa de construcción, en las cuales se identificaron los impactos para los medios biótico, abiótico y socioeconómico.
- Formatos de memoria de reunión y listado de asistencia: dentro de los que se destacan la memoria y registro de información relevante del área de influencia, recomendaciones y/o percepciones de los grupos de interés frente al proyecto.
- Directorio de Grupos de interés, se registró la información que permitió ubicar y establecer contacto con el grupo de interés. Incluye nombre, teléfono, correo electrónico, dirección, entre otros. Para ello se involucraron los siguientes grupos de interés:
 - Autoridad departamental y Corporación Autónoma Regional, para este caso CORPONOR y Gobernación del Norte de Santander.
 - Autoridades Municipales (alcaldes y secretarios de gobierno y planeación) y autoridades de control (personerías municipales).
 - Representantes de la Universidad de Pamplona.
 - Representantes de las Juntas de Acción Comunal de las unidades territoriales menores.
 - Representantes de las Asociaciones de Acueductos Veredales.
 - Representantes de las veedurías del Proyecto conformadas en el municipio de Pamplona.
 - Propietarios de predios interceptados por el trazado de la unidad funcional 1 del proyecto, habitantes y comerciantes de las unidades territoriales menores.
- Previo a la salida de campo se elaboró la cartografía con la ubicación de las unidades territoriales menores (veredas y barrios) y mayores (municipios).
- Concertación de cronograma de actividades para la recolección de información y reuniones informativas con grupos de interés (Autoridades departamentales, autoridades municipales, representantes de la Universidad de Pamplona y Presidentes de JAC, entre otros), en el área de influencia preliminar, donde se establecieron las fechas, horarios y lugares para su desarrollo. 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.
- Preparación talleres de actualización de impactos y medidas de manejo dirigidos a las comunidades del área de influencia de la unidad funcional 1 del Proyecto.

- Capacitación Equipo Social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización rural, urbana y cultural de Aecom-Concol, la cual se realizó en varias sesiones y se dirigió a los profesionales del Medio Socioeconómico. De esta manera se unificaron criterios y conceptos que facilitaron la aplicación de los instrumentos de recolección de información.
- **Cronograma de Actividades**

A continuación, se presenta el cronograma de las actividades desarrollados durante esta etapa. En la Tabla 2.43 se relacionan las actividades, los responsables y tiempos de ejecución de esta etapa.

Tabla 2.43 Cronograma etapa de Precampo

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana				
				1	2	3	4	5
1	Definición del área de influencia preliminar	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
2	Revisión documental existente	Profesionales Sociales Aecom-Concol.	1					
3	Elaboración de directorio de Grupos de Interés ubicados en el área de influencia preliminar	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
4	Diseño y validación de oficios de solicitud de información secundaria y convocatoria a reuniones de información del estudio con Autoridades Departamentales, Municipales, Universidad de Pamplona, comunidad, asociaciones de usuarios de acueductos veredales, Representantes de las veedurías conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona.	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
5	Agendamiento de reuniones informativas y talleres de recolección de información primaria (cronograma de reuniones)	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
6	Preparación talleres de identificación de impactos y medidas de manejo	Profesionales Sociales Aecom-Concol	2					
7	Elaboración línea base (unidades territoriales mayores)	Profesionales Sociales Aecom-Concol	15					
8	Capacitación al equipo social para el diligenciamiento de las fichas de caracterización rural y urbana, elaboración mapa social y ficha de caracterización cultural.	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					

No.	Actividades	Responsable	Días Estimados	Semana				
				1	2	3	4	5
9	Simulacro de presentación del estudio y taller de recolección de información primaria	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1					
Total			26					

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

• Recursos

A continuación, en la Tabla 2.44 se relacionan los recursos físicos y humanos empleados durante las actividades realizadas en esta etapa.

Tabla 2.44 Recursos requeridos actividades Precampo

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, Universidad de Pamplona, comunidad y otros grupos de interés - Camionetas doble cabina para transporte del personal - Planos de localización geográfica del área de influencia preliminar - Instalaciones de las autoridades departamentales y municipales - Lineamientos de la guía ambiental para proyectos de infraestructura - Términos de referencia M-M-INA-02 versión N°2.
Humanos	- Dos (2) Profesionales Sociales de Aecom-Concol.

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3.2 Etapa de Campo

• 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, representantes de la Universidad de Pamplona, comunidades del área de influencia directa, Asociaciones de Usuarios de Acueductos Comunitarios y Representantes de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona, sobre el alcance del proyecto y las actividades realizadas en el estudio de impacto ambiental.
- Aplicar 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 cultural, mapa social, matriz

de impactos y medidas de manejo, entre otras), para el logro de los objetivos anteriormente mencionados.

• Actividades

Las actividades planeadas en la etapa de campo corresponden al conjunto de procedimientos y aplicación de técnicas, herramientas e instrumentos propuestos por Aecom-Concol, para desarrollar el componente socioeconómico enmarcado en el proyecto.

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, representantes de la Universidad de Pamplona, Presidentes de las Asociaciones de Acueductos Veredales, Representantes de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona y autoridades municipales y regionales.

A continuación, en la Tabla 2.45 se ilustra el esquema de convocatoria que se realizó con los diferentes grupos de interés:

Tabla 2.45 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 después de 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 alcaldes, secretarios de gobierno y planeación y personerías municipales.
	Se realizó comunicación y/o seguimiento telefónico y en la medida de lo posible mediante correo electrónico con los funcionarios para garantizar la asistencia a la reunión
Comunidades y Organizaciones (Universidad de Pamplona, Representantes del de las veedurías ciudadanas conformadas para el Proyecto en el municipio de Pamplona, Asociaciones de Acueductos veredales)	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 y de la Universidad de Pamplona y demás grupos de interés, 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 comunitarios se contó con el apoyo de los líderes comunitarios 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, 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: Aecom-Concol, 2018.

2. Recolección de información secundaria en las entidades departamentales y municipales. Dicha información proviene del SISBEN, Secretaria de Planeación, Personería, Unidad de Desarrollo Agropecuario y Ambiental, Empresa de Servicios Públicos, entre otras.
3. Levantamiento de ficha de caracterización cultural.

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 de la unidad funcional 1 del proyecto, el Profesional Social realizó la georreferenciación y toma de registro fotográfico de los lugares que se consideraron de interés para el proyecto.

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, 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 4 horas, fue programada con antelación y contó con la participación de dos o tres líderes comunitarios, quienes contaron con los siguientes requisitos:

- Residir en la unidad territorial por más de 10 años
- Tener conocimiento de su territorio (límites, población, actividades económicas, sociales y culturales).

5. 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).

6. Realización de reuniones/talleres

- 6.1. Reuniones con autoridades departamentales y municipales

Se realizaron dos reuniones con cada una de las entidades. Durante el primer encuentro la agenda realizada fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- 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 cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

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 cuatro (4) reuniones informativas con las autoridades departamentales y municipales.

6.2. Reuniones con comunidad

De acuerdo con los parámetros establecidos por la ANI para la elaboración de diseños en los proyectos de construcción de infraestructura vial y atendiendo lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02 versión 2, que rezan lo siguiente: *“El número de encuentros para el desarrollo del proceso de socialización dependerá de las características propias de los actores involucrados dentro del mismo y de la metodología definida por el solicitante”*, se generaron dos métodos de abordaje con los grupos de interés a saber: Con el grupo que hacía parte del área de influencia preliminar (unidades territoriales menores Ulagá Baja, Sabaneta Alta, Alcaparral, El Naranjo, La Hojanca, El Buque y San Luis), se realizaron dos momentos de reunión; y, con las unidades territoriales menores Simón Bolívar y Sabaneta Baja, que ingresaron en la parte final del estudio, se realizó un sólo momento de reunión, donde se presentaron los resultados del estudio y se incorporaron los impactos y medidas de manejo que la comunidad consideró pertinentes para la construcción de la Variante Pamplona.

En el primer encuentro se presentó el proyecto y el alcance del estudio y se recolectó información primaria de las características socioeconómicas y culturales del área.

La agenda desarrollada durante las reuniones fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Taller de recolección de información primaria
- Lectura del acta de reunión

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 construyó el mapa parlante, la comunidad dibuja el mapa de la unidad territorial en medio pliego de papel periódico o sobre cartografía base de google maps, para lo cual se entregó un listado de la información que se plasmó en el croquis.

Por medio de esta técnica los líderes comunitarios a partir de un dibujo de la unidad territorial menor, identifican su territorio, ubican los límites, infraestructura social, cultural, económica, productiva, entre otras. Lo anterior permitió 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 identificación por parte de la comunidad de los impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto. Buscó analizar los distintos impactos que el proyecto puede traer a la comunidad y su unidad territorial. Para tal fin se organizaron 3 grupos de trabajo, cada uno de los grupos analizó las actividades en el escenario sin proyecto (actividades antrópicas), otra matriz para las actividades de la etapa de Preconstrucción y otra con las actividades de construcción. Para ello, se hizo entrega de un formato en el cual los participantes escribieron a lado de cada actividad el impacto que consideran puede traer el proyecto a la comunidad. La agenda desarrollada se describe en la Tabla 2.46.

Tabla 2.46 Agenda encuentro con comunidades Primer Momento

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 la UVRP, Consorcio Aecom-Concol y la Interventoría AFA	- 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	45 min
4. Refrigerio	Momento para compartir el refrigerio e interactuar con la comunidad de manera informal	-Refrigerio proporcionado por Aecom-Concol	15 min
5.Elaboración del mapa social	-Se dibujó 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	-Papel Periódico o imagen impresa de la unidad territorial –google maps- -Marcadores de colores -Lápices -Tijeras -Pegante	45 min
6. Taller de impactos y medidas de manejo	Identificación de impactos y medidas de manejo que se pueden generar por el proyecto.	- Matriz de actualización de impactos con y sin proyecto para las etapas de construcción, operación y mantenimiento	90 min
7. Preguntas e inquietudes	Se da un espacio para que los integrantes del grupo presenten las inquietudes, sugerencias y comentarios sobre el desarrollo de las actividades del proyecto y del estudio	-Acta de reunión	20 min

Actividad	Descripción de la actividad	Instrumentos y materiales	Tiempo Estimado
8. Agradecimientos	En este espacio se agradeció a la comunidad por su asistencia participación en el encuentro	N/A	2 min
Tiempo Estimado			3,9 horas
Responsables: La presentación del proyecto fue liderado por los profesionales de Aecom-Concol y UVRP.			

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

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 con la siguiente información:

- Contextualización del proyecto, área de influencia y empresas responsables
- Resultados del EIA: Características socio ambientales del área de influencia, evaluación y zonificación de impactos, medidas de manejo planteadas.
- 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 cuenta con los siguientes registros: Registros de asistencia, acta de reunión y registro fotográfico y/o filmico.

6.3. Reuniones con otros grupos de interés

Inicialmente se identificaron los representantes de la Universidad de Pamplona y los Presidentes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con los que se realizó un primer encuentro. La agenda realizada fue la siguiente:

- Objetivos de la reunión
- Presentación de los participantes
- Beneficios del proyecto
- Alcance del proyecto
- Cronograma de actividades
- Estudio de Impacto Ambiental
- Preguntas y comentarios
- Lectura del acta de reunión

Para esta reunión se diseñó una presentación en power point que facilitó la presentación del estudio a estos grupos de interés.

Durante el segundo encuentro, además de los grupos de interés anteriormente mencionados, se incluyeron las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, donde se presentaron los resultados del estudio, en procura de garantizar la retroalimentación por parte de los asistentes.

- **Cronograma de actividades**

A continuación, la Tabla 2.47, se presenta el cronograma de actividades desarrollado para el Medio Socioeconómico en esta etapa, el cual incluye los responsables y tiempos para cada una de las actividades.

Tabla 2.47 Cronograma de actividades etapa de campo

Nº	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana			
				1	2	3	4
Acercamiento Inicial							
1	Reconocimiento del territorio, Identificación de grupos de interés, convocatorias reuniones con la comunidad (3 barrios y 6 veredas), con la Universidad de Pamplona (1), con (3) Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con (2) veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con autoridades regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	4				
2	Recolección de información secundaria	2 Profesionales Sociales	3				
Reuniones de información y caracterización del territorio							
3	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corporación y Gobernación del Norte de Santander).	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
4	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
5	Reunión con directivos de la Universidad de Pamplona	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
6	Reunión con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales	1 Profesional Social - 1 Profesional Ambiental	1				
7	Reuniones informativas y de caracterización del territorio con comunidad (9 unidades territoriales)	2 Profesionales Sociales - 2 Profesionales Ambientales	3				
8	Levantamiento de fichas veredales/ barrales y georreferenciación (9 unidades territoriales)	1 Profesional Social	3				

Nº	Actividades	Responsables	Días estimados	Semana			
				1	2	3	4
9	Levantamiento de fichas culturales (9 unidades territoriales)	1 Profesional Social	2				
Reuniones de presentación de resultados -EIA							
10	Convocatorias reuniones con la comunidad (9 unidades territoriales menores), con la Universidad de Pamplona (1 plantel educativo), con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales, con las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona, con autoridades municipales (2 Alcaldías) y con Autoridades Regionales (2 entidades).	2 Profesionales Sociales	3				
11	Reuniones informativas con Autoridades Departamentales (Corporación y Gobernación del Norte de Santander).	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
12	Reuniones informativas con Autoridades Municipales de Pamplona y Pamplonita	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
13	Reunión con directivos de la Universidad de Pamplona	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
14	Reunión con los representantes de las Asociaciones de Usuarios de Acueductos Veredales	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
15	Reuniones con comunidad (9 unidades territoriales)	2 Profesionales Sociales – 1 Profesional Ambiental	3				
16	Reuniones con las veedurías ciudadanas conformadas para el proyecto en el municipio de Pamplona	1 Profesional Social- 1 Profesional Ambiental	1				
Total: 4,2 semanas (30 días)							

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

• Recursos

A continuación, en la Tabla 2.48 se relacionan los recursos físicos y el recurso humano empleados para las actividades planeadas en la etapa de campo.

Tabla 2.48 Recursos requeridos etapa 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 - Plano 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 los grupos de interés - 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
Humano	<p>Profesionales Sociales y Ambientales de Aecom-Concol</p> <p>Profesionales sociales, técnicos y ambientales de la Unión Vial Río Pamplonita</p>

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.3.3 Etapa de Post Campo

• 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 los componentes demográfico, espacial, económico, cultural, político organizativo 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 significativos que se pueden generar durante las etapas de Preconstrucción, construcción y desmantelamiento de la unidad funcional 1 del proyecto.
- Realizar la zonificación ambiental de acuerdo con la evaluación de impactos desde el componente socioeconómico y cultural.
- Efectuar el taller de actualización de impactos con el equipo de trabajo de Aecom-Concol, 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, responsables e indicadores entre otros, que garanticen el cumplimiento de las medidas de manejo social.
- Elaborar la cartografía para el componente socioeconómico y cultural de la unidad funcional 1 del proyecto, identificando las unidades territoriales menores y mayores del área de influencia, la infraestructura socioeconómica y cultural del área, a partir de los metadatos y la geodatabase.
- Realizar los ajustes solicitados ante la revisión del documento por parte del grupo asegurador de la Unión Vial Río Pamplonita, la Interventoría y la ANI, para así proceder a la validación del documento.

• **Actividades**

Las actividades realizadas en la etapa de post campo corresponden al conjunto de acciones y aspectos desarrollados por Aecom-Concol, a partir del resultado e información recopilada en la etapa de campo. En la Tabla 2.49, se relacionan las actividades ejecutadas durante esta etapa, la cual incluye los responsables y días estimados.

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

La etapa post campo estuvo a cargo de cuatro (4) profesionales sociales. Durante esta etapa se sistematizó la información primaria y secundaria recolectada en la salida de campo y se elaboró el documento, de acuerdo con lo establecido en los términos de referencia M-M-INA-02, versión 2.

Posteriormente, se identificaron los impactos y medidas de manejo a través de un taller en coordinación con el equipo de profesionales del Aecom-Concol, con base en las matrices de impactos en los escenarios sin y con proyecto, trabajadas con las comunidades de las unidades territoriales menores que hacen parte del área de influencia de la unidad funcional 1. 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, límites barriales, 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.

- **Cronograma de actividades**

En la Tabla 2.49, se presenta el cronograma de actividades planteado para el desarrollo del Medio Socioeconómico en esta etapa de post campo, el cual incluye los responsables y tiempo estimado para cada una de las actividades.

Tabla 2.49 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	Sistematización de reuniones de presentación de resultados de la etapa de campo	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
2	Sistematización de fichas de caracterización rural y urbana	Profesionales Sociales Aecom-Concol	3												
3	Sistematización de fichas de caracterización predial	Profesionales Sociales Aecom-Concol	1												
4	Elaboración línea base unidades territoriales menores	Profesionales Sociales Aecom-Concol	20												
5	Evaluación de impactos en los escenarios sin y con proyecto	Profesionales Sociales Aecom-Concol	8												
6	Elaboración geodatabase y zonificación ambiental	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
7	Elaboración medidas manejo, monitoreo y seguimiento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	5												
8	Correcciones al documento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	10												
9	Validación del documento	Profesionales Sociales Aecom-Concol	3												
Total			8,4 semanas (59 días)												

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

- **Recursos**

En la Tabla 2.50 se relacionan los recursos físicos y humanos requeridos para desarrollar las actividades de post campo.

Tabla 2.50 Recursos requeridos para el desarrollo de las actividades de post campo

Recursos	Descripción
Físicos	Fichas de caracterización unidad territorial- barrial y veredal- Fichas de caracterización cultural Mapas sociales trabajados con las comunidades del área de influencia 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	(4) Profesionales Sociales de Aecom-Concol (1) Profesional SIG para elaboración de planos

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

2.3.3.4 Arqueología

A continuación, se presentan las variables de análisis y los procedimientos de campo y de laboratorio, que se proponen para lograr evidenciar el potencial arqueológico del área de interés así como la presencia o ausencia de sitios arqueológicos, que den cuenta de los patrones de asentamiento de las ocupaciones prehispánicas y/o coloniales que puedan arrojar datos arqueológicos sobre los pobladores de los valles fríos y templados de la cuenca alta del río Pamplonita.

La metodología de trabajo se basa en un reconocimiento arqueológico sistemático de la región del valle del río Pamplonita; si bien el proyecto constriñe espacialmente el reconocimiento arqueológico al área de intervención, se considera de tipo regional, ya que permite analizar comparativa y espacialmente datos referentes a los patrones de asentamiento prehispánicos y coloniales entre diferentes zonas altitudinales y geoformológicas en los valles fríos, templados y cálidos de la cuenca del Pamplonita, pudiendo considerar el área una unidad de análisis que permite muestrear estas características del valle.

Lo anterior se logrará a partir de cuatro actividades a saber; en primer lugar un trabajo documental y cartográfico, seguido del trabajo de campo que estará orientado a buscar evidencias de asentamientos prehispánicos y coloniales a una escala regional en el área de intervención, posteriormente un trabajo de laboratorio orientado a caracterizar cronológicamente el material arqueológico que se recupere en campo y de esta manera identificar períodos de ocupación y finalmente un análisis espacial y cuantitativo de distribución de los asentamientos identificados para cada período.

2.3.3.4.1 Revisión cartográfica y documental análisis preliminar

Teniendo en cuenta la pregunta de investigación regional y puntual del proyecto, así como las hipótesis de investigación expuestas en los antecedentes etnohistóricos y arqueológicos de la región, se realizó una revisión y análisis preliminar de la cartografía existente, así como la elaboración de mapas y figuras puntuales que permitieran visualizar las características fisiográficas de la unidad funcional uno (UF1) y así poder diseñar una metodología de campo apropiada y efectiva para documentar arqueológicamente los patrones de asentamiento en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita en el municipio de Pamplona.

Este primer análisis cartográfico tomó como referencia la cartografía temática de geomorfología asociada al Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca del Río

Pamplonita (POMCA) del año 2011 (ASOCARS-CORPONOR-UFPS, 2011), la cartografía base del IGAC para elaborar un mapa de pendientes de la zona, así como perfiles altitudinales del área de influencia directa y los datos de sitios arqueológicos reportados para el municipio de Pamplona referenciados en el Atlas arqueológico del ICANH y otros estudios consultados durante la revisión documental.

De acuerdo con lo anterior se priorizó la información que permitiera realizar un primer acercamiento a la configuración del paisaje existente en el área de interés del proyecto, tomando como primeros referentes la conformación geomorfológica y de pendientes dentro del área de interés, puesto que ofrecen la posibilidad de identificar zonas con mejores condiciones para el asentamiento humano o por el contrario sectores en que se dificulta el asentamiento, tránsito o usufructo de recursos.

Bajo este panorama y teniendo en cuenta los antecedentes arqueológicos que pueden asociarse directamente con la geomorfología presente dentro del Área de Intervención se ha considerado pertinente realizar un muestreo arqueológico en la totalidad del área de interés bajo distintas técnicas de muestreo, discriminando entre sectores con pendientes menores y mayores al 50% de inclinación.

2.3.3.4.2 Trabajo de campo – prospección arqueológica

Teniendo en cuenta la revisión documental y el trabajo cartográfico señalado, se diseñó una estrategia metodológica que permita recolectar datos que aporten conocimiento acerca de los patrones de asentamiento de las distintas poblaciones que habitaron en los valles fríos y templados de la cuenca del río Pamplonita; la estrategia a implementar incluye la excavación de pozos de sondeo, limpieza de perfiles, recolecciones superficiales y puntos de observación.

- **Puntos de Observación y Limpieza de Perfiles**

Como se mencionó antes, la primera estrategia de acercamiento estará relacionada directamente con la conformación del paisaje y las posibilidades que éste ofrece para el uso, asentamiento o aprovechamiento de recursos por parte de poblaciones humanas. Bajo estas premisas y teniendo en cuenta que las unidades de paisaje existentes están incluidas todas dentro de una unidad macro correspondiente a la montaña andina, se ha considerado que sectores en que la pendiente tiene porcentajes superiores al 50% de inclinación presentan condiciones cuanto menos dificultosas y en gran medida adversas para las dinámicas mencionadas; además seguramente tales condiciones también implicarán limitaciones para el acceso y la ejecución de un muestreo intensivo de los sectores respectivos.

En tal medida las actividades de muestreo dentro de estas zonas corresponderán a puntos de observación y como se indica, se centrarán en el registro de las condiciones observables del terreno, características de la topografía, cobertura del suelo, presencia o ausencia de fuentes hídricas, etc.; este registro implicará en la medida de lo posible un recorrido que permita identificar posibles huellas en el terreno, de posible interés arqueológico, que den cuenta de transformaciones del paisaje para mejorar las condiciones de uso del mismo.

Otro insumo de información será la limpieza de perfiles expuestos ya que allí se podrán identificar las unidades estratigráficas presentes en el respectivo sector.

Para asegurar que todos los sectores en que las pendientes sean mayores al 50% sean registrados, cada polígono con tal condición dentro del área de interés del proyecto, ha sido identificado con un número consecutivo, cada uno de estos polígonos contarán con el número de registros necesarios para asegurar una cobertura rigurosa de los elementos del paisaje y los usos y las transformaciones antrópicas de interés arqueológico dentro del mismo, considerando apropiado generar mínimo un registro por hectárea. De igual manera, en la medida en que el terreno permita acceder a los respectivos sectores, se realizará un registro fotográfico desde un punto de observación georreferenciado en una unidad GPS. En los casos en que definitivamente las pendientes no permitan el acceso a determinado sector, el registro fotográfico y escrito se realizará desde algún punto externo que permita observar a la distancia las características del mismo, tal punto también será georreferenciado y asociado al sector respectivo.

- **Inspección de Superficies**

Otra de las estrategias para recolección de información estará representada por la inspección de superficie, esta se realizará indistintamente y en la medida de lo posible, en áreas con pendientes pronunciadas o en zonas con pendientes más suaves. Estas inspecciones se realizarán de manera sistemática con recorridos planteados en ejes cada 5 metros cubriendo la totalidad de los sectores expuestos en que se encuentren superficies expuestas o erosionadas, con el objetivo de confirmar la presencia o ausencia de materiales o rasgos de interés arqueológico sobre la superficie.

Si durante tales inspecciones se observan materiales dispersos sobre el terreno, se buscará en principio determinar la extensión de tal dispersión, lo cual permitirá delimitar y georeferenciar el área de interés arqueológico; Para el caso de áreas con una alta densidad de material en superficie, una vez delimitadas se procederá a realizar la recolección de una muestra, preferiblemente diagnóstica, de los elementos hallados que luego, tras el análisis de los mismos en la etapa de laboratorio permitirán realizar una caracterización e interpretación preliminar del sitio arqueológico y sus componentes. Los demás elementos no recolectados servirán de justificación y principalmente de insumos para la realización de una investigación arqueológica más detallada, que se incluirá como una de las medidas de manejo del respectivo Plan de Manejo Arqueológico ejecutado en un momento previo a la construcción.

La recolección de materiales se llevará a cabo buscando incluir dentro de la muestra elementos diagnósticos representativos de las distintas manifestaciones cerámicas o líticas que provisionalmente se identifiquen durante la actividad en campo. Los materiales arqueológicos recolectados superficialmente serán empacados en bolsas que contarán con rotulo en que se especificará la información relevante sobre su origen, tipo y demás datos que permitan su posterior análisis.

- **Pozos de sondeo**

Por su parte, en los sectores en que las pendientes se han identificado como menores al 50% en el grado de inclinación, se ha determinado realizar un muestreo sistemático por medio de la excavación de pozos de sondeo, de los cuales se generó su proyección previa sobre las áreas de intervención del proyecto, tal como se observa en la cartografía anexa.

Para la generación de tal proyección se generó un modelo de cuadrícula con ejes trazados en orientaciones Norte – Sur y Este – Oeste; la cuadrícula se extendió inicialmente sobre todos los territorios de los municipios en que se encuentra el área de interés (Pamplona). Los ejes del modelo se distanciaron por 25 m entre sí de tal manera que esta misma distancia generara los vértices de cada cuadrante, sobre tales vértices se proyectó un eventual punto de sondeo. Posteriormente, la cuadrícula fue recortada, conservando su expresión únicamente sobre las áreas de intervención previstas por el proyecto. Finalmente se eliminaron los sondeos que hubiesen quedado dispuestos sobre el trazado de vías existentes, corrientes de agua, construcciones y viviendas u otros elementos de origen antrópico que en principio no permitiesen su excavación.

Se considera que los sondeos sumados a la inspección superficial deberán ser suficientes para determinar la existencia o no de sitios arqueológicos, aunque se deja claro que la ocurrencia de hallazgos de forma superficial no determinará la no excavación de sondeos en el área de dispersión ya que estos podrán brindar información sobre posibles ocupaciones en serie, abordándose así tanto la dimensión horizontal como vertical del área de interés.

Por otra parte, debido a que en los polígonos con pendientes mayores a 50% es posible que durante los recorridos se evidencien transformaciones del paisaje representadas por aterrazamientos, en tales casos se plantea replicar el modelo ya expuesto, con sondeos en cuadrícula cada 25 m, sobre tales modificaciones.

Los pozos de sondeo en general, tendrán unas dimensiones de 40 cm x 40 cm y su profundidad variará de acuerdo a la conformación estratigráfica del terreno asegurando alcanzar niveles correspondientes a estratos culturalmente estériles, teniendo también en cuenta que otras investigaciones arqueológicas efectuadas en la región han reportado hallazgo de materiales arqueológicos desde la superficie del terreno hasta los 40 cm en el caso de yacimientos domésticos (Moscoso, 2011); y superiores a un metro en caso de corresponder a contextos funerarios consistentes en tumbas de pozo con cámara lateral (Gutiérrez, Buitrago, Martínez, Beltrán, & Valero, 2007) y (Moscoso, 2011). De cada pozo de sondeo se tomará registro escrito en el formato respectivo, registro fotográfico y será georreferenciado por medio de una unidad GPS.

En caso de que durante la excavación de un sondeo se presente el hallazgo de material arqueológico, este será recolectado en bolsas que contarán con una rotulación que indique la información correspondiente al lugar de origen, unidad de muestreo, profundidad y tipo de material hallado. Adicionalmente, en caso de las características de los hallazgos permitan determinar la existencia de un sitio arqueológico se diligenciará la Ficha de Registro de Sitios Arqueológicos.

- **Registro de Caminos Antiguos**

De acuerdo a lo planteado en el apartado sobre los antecedentes y las problemáticas de estudio alrededor de los caminos, se hace evidente la necesidad de ahondar más en el estudio de los mismos. Teniendo esto en cuenta y los alcances del presente proyecto enmarcado más en una etapa de diagnóstico para un posterior planteamiento de un plan de manejo acorde con los hallazgos que resulten de esta primera fase de campo, en cuanto a los caminos para esta primera fase se apuntará entonces a una caracterización y delimitación lo más precisa posible que permita establecer los parámetros a seguir en las siguientes fases, tanto para la recuperación de la mayor cantidad de información relacionada con los caminos a través de análisis más exhaustivos así como las medidas necesarias para mitigar el impacto de las obras civiles sobre los mismos.

Así pues, para establecer una metodología inicial de registro de los caminos que se hallen en el área de influencia del proyecto, el primer paso será una indagación documental en busca de una temporalidad y características del camino en cuestión. El otro paso corresponderá al trabajo de campo donde el primer paso de ser necesario será dividir el camino en tramos, teniendo en cuenta la limitante de la restricción del área de influencia directa del proyecto y dependiendo de la extensión del camino que pueda registrarse en esta primera fase. Cada tramo será codificado y se establecerá su ubicación en relación al municipio, vereda y coordenadas.

Posterior a éste primer paso se procederá a lo que Marianne Cardale (1996) ha llamado el análisis del camino en su paisaje. Frente a ello Sofía Botero (2006) resalta que al incorporar dentro del estudio de los caminos la geografía y las características físicas de los territorios que atraviesan, su análisis hace posible concretar de manera más completa los modelos y propuestas derivadas de las nuevas corrientes del análisis arqueológico, denominadas “arqueología del paisaje”. Se anotarán además los cambios de altura que presente cada tramo del camino, la distancia a poblados actuales, una descripción detallada de las características del camino y su estado de preservación. Es importante además establecer obras anexas al camino (drenajes, puentes), con que se conecta, ríos, otros caminos, qué poblaciones une, uso actual y qué dice la gente, se hará además un registro fotográfico y de medidas.

2.3.3.4.3 Trabajo de laboratorio – análisis de datos

El trabajo de laboratorio tiene el objetivo principal de procesar, clasificar, analizar el material cultural recuperado en campo y sistematizar la información obtenida del análisis del mismo, con el fin de generar un cuerpo de datos útil para la interpretación de los sitios arqueológicos que se identifiquen en la fase de campo, en relación con las preguntas de investigación planteadas en este proyecto.

Para la metodología del tratamiento y análisis del material cultural en el laboratorio existen ciertos parámetros comunes a cualquier tipo de material, de los cuales se hará referencia en éste primer apartado. Posteriormente se hará referencia a la metodología pertinente para tipo de material que pueda llegar a encontrarse en la prospección.

Las labores de análisis con el material recuperado del trabajo de campo, iniciarán con la organización y un inventario inicial de las bolsas de material por Unidad Funcional, Unidad de Muestreo y Nivel, esto con el fin de iniciar de una forma ordenada y mantener así todo el proceso del trabajo de laboratorio. El siguiente paso será entonces la limpieza de los materiales, procedimiento que dependerá del tipo y estado de preservación de los elementos. Posterior al lavado se debe proceder al secado que se hará en canastas y sobre papel periódico, teniendo la precaución de ordenarlo junto a sus bolsas etiquetadas para evitar la pérdida del contexto. Una vez seco el material se realizará el marcado del mismo, con un código establecido que permita rastrear el contexto del material, en ésta misma fase se hará la reconstrucción de elementos en los casos que sea posible. Luego se marcará cada elemento recuperado, dichas marcas se elaborarán en computador y se pegarán a cada fragmento o pieza, así mismo se rotularán las bolsas contenedoras del material con todos los datos del contexto y se hará el inventario definitivo.

Posterior al lavado y marcado de cada fragmento o pieza se procederá a la elaboración de bases de datos, donde se discriminen las variables de análisis de acuerdo al material. Luego se hará entonces el análisis correspondiente a cada tipo de material cultural. Finalmente vendrá el registro fotográfico tanto de lotes de material como de unidades diagnósticas atendiendo a parámetros surgidos de la clasificación del material y su dispersión por sitios o yacimientos arqueológicos. Se usará de fondo, una tela negra o de un color que haga un buen contraste dependiendo del color del material a registrar.

- **Análisis del Material Cerámico**

Esta actividad comprenderá las siguientes etapas:

- Limpieza, Reconstrucción y Marcado:

Esta fase como se mencionó en la introducción de este apartado constituye la preparación del material para su respectivo análisis. El primer paso entonces con el material cerámico será el lavado, usando baldes, cepillos suaves y agua. Luego se llevarán a cabo los pasos de secado, marcado e inventario, como se indicó antes, para proceder al análisis.

- Clasificación Cerámica:

Para iniciar las labores de clasificación, se realizará un marco de referencia construido a partir de las propuestas tipológicas generadas anteriormente por investigadores de la región con la finalidad de establecer los criterios básicos para la clasificación cerámica del material recuperado en campo y de ser posible se visitarán colecciones cerámicas del área. De igual manera para la descripción tipológica se tendrá en cuenta dos criterios principales; el tratamiento de superficie y las características generales de la pasta de acuerdo a lo que plantea (Meggers & Clifford, 1970) y (Clive , Tyers, & Alan, 1997). El análisis del material cerámico se encaminará así a identificar y categorizar las características de los fragmentos, en primer lugar, se establecerá el contexto, segundo las variables tecnológicas (medidas, técnica de elaboración, tamaño y composición del desgrasante, proporción pasta desgrasante, atmósfera y cocción). Seguido a esto se analizarán las características estilísticas (técnica de decoración, motivos, acabado superficie interna, acabado superficie

externa, color de ambas superficies), se identificará la parte de la pieza y de acuerdo a ello a partir de las diagnósticas analizar sus características funcionales. Estas características serán establecidas a través de la observación macroscópica de los fragmentos. Para determinar los colores de pastas y superficies se utilizará la Munsell soil color book, las medidas se tomarán con un calibrador digital, los desgrasantes se identificarán con lupa. Los resultados se condensarán en una base de datos anexa. Siguiendo los parámetros anteriores se espera identificar tipos cerámicos con características excluyentes unos de otros.

– Análisis de Material Lítico

Posterior a los procedimientos ya descritos de limpieza, marcado e inventario se procederá al análisis del material. La clasificación del material lítico estará orientada en dilucidar las características funcionales de los artefactos, sus huellas de uso y la materia prima, esto con el objeto de aproximarse al tipo de labores que estaban realizando en el sitio con los artefactos líticos, la calidad y el origen de los mismos. Los objetivos entonces del análisis del material lítico serán: 1. clasificar, cuantificar y graficar el conjunto lítico del sitio; 2. determinar las materias primas más utilizadas; 3. determinar si esas materias primas se corresponden específicamente con tipos de artefactos; 4. Observar si hay tendencias tecnológicas definidas en el conjunto lítico.

Inicialmente se tendrán como guía los textos de Carlos Aschero (1975) y Manuel Alcaraz (2010), quienes brindan bases para determinar características básicas de los elementos líticos que se recuperen, en cuanto a determinar tipos de materias primas proceso de talla, partes de un elemento de extracción, materiales retocados. La tipología es la “Ciencia que permite reconocer, definir y clasificar las diferentes variedades de útiles que aparecen en los yacimientos prehistóricos” (Bordes 1961; citado por Alcaráz, (2010). Los diferentes útiles líticos, clasificados en tipos, deben su conformación, además de a su propio soporte, al retoque de sus filos. Es por tanto la operación de retoque la que dota al útil de su morfología final, permitiendo así su discriminación dentro de un tipo específico. Igual que en el caso anterior se generará una base de datos con los análisis efectuados.

– Análisis de Material Óseo

En cuanto al material óseo las etapas previas a su análisis (lavado, rotulado e inventario inicial) dependerán del grado de preservación de los mismos. El siguiente paso será determinar si el material óseo corresponde a fauna o es humano. El grado de preservación del material de los restos junto a la cantidad de material, determinarán el alcance de los análisis posibles, teniendo presente que éstos están relacionados en sí con el aporte de información en cuanto a patrones de asentamiento y de manera más pragmática con la identificación de la presencia o ausencia de yacimientos arqueológicos dentro del área de intervención del proyecto vial.

En el caso de los restos óseos humanos posterior al inventario inicial se procederá a determinar el número mínimo de individuos y si pertenece a un individuo adulto o subadulto.

Para el inventario y recolección de datos bioantropológicos se elaborarán formatos de registro, en concordancia con las características que pueda presentar el material objeto de estudio:

Para el registro y análisis de individuos adultos y subadulto, en la medida que la muestra lo permita se atenderán cuatro campos de análisis (tafonómico, número mínimo de individuos, perfil bioantropológico y características individualizantes).

Finalmente, y a partir de una base de datos que se genere de los análisis del material óseo se hará un informe donde de forma general se caracterice la población representada en los conjuntos óseos analizados.

Cualquier otro tipo de material que se recupere en la fase de campo, tendrá el tratamiento inicial y de acuerdo a sus características se determinarán los pasos y metodologías necesarias para su análisis. Así el conjunto de materiales arqueológicos recolectados será inventariado y sus atributos serán incluidos dentro de una base de datos en Excel que permita su consulta de manera eficaz.

Si es preciso se contratarán análisis especializados en muestras de carbón, suelos, semillas, frutos, restos óseos y otros; con el fin de complementar la información disponible de cada sitio o unidad de muestreo trabajada. Todo el material será debidamente rotulado y embalado y procederá al proceso de entrega a quien se determine como el tenedor del mismo.

2.3.3.4.4 Análisis cuantitativo y espacial

Una vez construida la base de datos se procederá a realizar un análisis cuantitativo y espacial, que presente resultados sobre los patrones de asentamiento en la región, y que permitan ser comparados paulatinamente a medida que se lleva a cabo los estudios en la totalidad del corredor vial.

El análisis cuantitativo se refiere a una estadística descriptiva por sitios y entre sitios identificados, presentando frecuencias de materiales por períodos y áreas de ocupación, de igual modo esta información será presentada de forma gráfica a través de mapas de distribución espacial. La realización de estos análisis está sujeta a la información obtenida en campo, de igual modo el alcance de los mismos, esperando que se pueda generar nuevos datos arqueológicos que aporten al conocimiento sobre los patrones de asentamiento en el valle del río Pamplonita.

2.3.3.4.5 Zonificación arqueológica y formulación de plan de manejo

Teniendo en cuenta los resultados de campo y laboratorio se determinará el potencial arqueológico de la Unidad Funcional Uno (UF1) , generando como insumo final para la formulación del Plan de Manejo una zonificación arqueológica, esta se representará gráficamente a través de un mapa temático, esta cartografía será elaborada a partir de criterios como los sitios arqueológicos reportados con anterioridad y los identificados en campo, y la cartografía temática pertinente (geomorfología, suelos, cobertura vegetal y

pendientes). La zonificación arqueológica ubicará las zonas de mayor y menor potencial arqueológico y de acuerdo a esto se evaluarán los impactos sobre el patrimonio arqueológico que las actividades asociadas a la obra puedan ocasionar. Finalmente se elaborará un informe final que contenga los resultados de campo, su respectivo análisis y la definición de las medidas de manejo pertinentes y que a su vez de respuesta a la pregunta de investigación planteada.

2.3.4 Servicios Ecosistémicos

El objetivo general del subcapítulo de Servicios Ecosistémicos es identificar, según las percepciones de las comunidades, los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, regulación y culturales que prestan los ecosistemas naturales y transformados presentes en el área de influencia del proyecto. En este apartado de la metodología se muestra de manera general la forma en que fue abordado el capítulo; sin embargo, para una mejor comprensión, en el capítulo 5.4 se hace una descripción más detallada de los métodos ejecutados para la caracterización y análisis de los servicios ecosistémicos en las unidades territoriales que conforman el área de influencia del proyecto.

2.3.4.1 Levantamiento de información en campo

Se levantó información primaria en campo por medio de cuatro (4) enfoques diferentes con el fin de complementar y corroborar los datos suministrados por las personas abordadas con ese objetivo.

2.3.4.1.1 Encuestas sobre Servicios Ecosistémicos

Se realizaron encuestas a los habitantes de las veredas que conforman el área de influencia social del proyecto, la cual estuvo compuesta por seis (6) secciones y 43 preguntas, la cual se puede ver en el Anexo 6 Servicios Ecosistémicos. La primera sección contiene información operacional, la segunda, información del entrevistado, la tercera buscó indagar sobre los servicios de aprovisionamiento, la cuarta sobre los servicios de regulación, la quinta sobre los servicios culturales y la sexta daba lugar a observaciones relevantes sobre la vereda, los SSEE y los entrevistados. Los datos obtenidos se tabularon en una matriz general para el posterior análisis de los resultados. La matriz se muestra en el Anexo 6. Servicios Ecosistémicos.

2.3.4.1.2 Cartografía Social

Durante las reuniones del componente social para la presentación del proyecto y del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) con la comunidad de cada una de las veredas y barrios del área de influencia del proyecto se realizó el levantamiento de la cartografía social, cuyo objetivo fue identificar espacialmente la localización de los lugares que prestan servicios ecosistémicos en cada una de las unidades territoriales menores.

2.3.4.1.3 Fichas veredales

Se extrajo información que fue levantada mediante las fichas veredales y barriales, las cuales tienen como objetivo caracterizar socio económicamente a las unidades territoriales menores del área de influencia del proyecto.

2.3.4.1.4 Entrevistas socioculturales

Se extrajo información de las entrevistas socioculturales levantadas por los profesionales sociales encargados de la caracterización cultural de las veredas que pertenecen al área de influencia del proyecto.

2.3.4.2 Dependencias del proyecto hacia los servicios ecosistémicos

Se analizó el grado de dependencia del proyecto con los servicios ecosistémicos, identificando las actividades que requieren el uso directo y estimando el grado de dependencia por medio de los siguientes criterios:

- Las actividades que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Algunas actividades secundarias que hacen parte integral del proyecto requieren directamente del servicio ecosistémico.
- Las actividades principales o secundarias del proyecto no requieren directamente del servicio ecosistémico.

2.3.4.3 Análisis sobre los impactos hacia los SSEE

Para determinar cuál es el impacto debido a la ejecución de las actividades del proyecto, se partió de la evaluación ambiental (Capítulo 8) y sus ámbitos de manifestación, los cuales son objeto de intervención por parte del proyecto. El primer paso fue determinar la relación entre los servicios ecosistémicos, los impactos y sus ámbitos de manifestación, para luego obtener la calificación de cada ámbito, según la evaluación de cada profesional a cargo. Luego, por medio de un promedio aritmético se obtuvo la calificación final de cada uno de los impactos.

El nivel del impacto se determinó según el cruce de las categorías de dependencia de la comunidad y la importancia final del impacto.

2.3.5 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 en la Tabla 2.51 y Tabla 2.52, se presentan las categorías de sensibilidad e importancia definidas para el proceso de zonificación.

Tabla 2.51 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.

Clasificación	Sensibilidad
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: Aecom - ConCol, 2018.

Tabla 2.52 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: Aecom - ConCol, 2018.

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 2.30) 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 2.53, 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 2.53) 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 2.53).

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 2.53.

Tabla 2.53 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: Aecom - ConCol, 2018.

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 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.

2.3.6 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 - 02) 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.

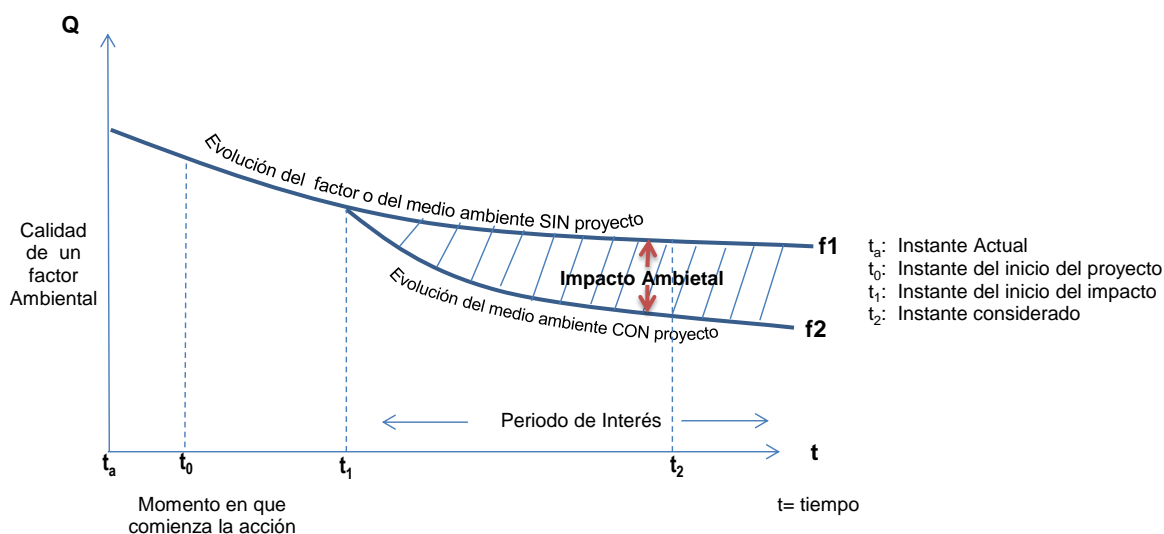
2.3.6.1 Marco Conceptual y Aspectos Metodológicos

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 2.21).

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.

Figura 2.21 Variación del impacto en función del tiempo



Fuente: Conesa, 2010.

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 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 este 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.

2.3.6.2 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.

- **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 2.54.

Tabla 2.54 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 2.55 presenta los rangos para la calificación de la intensidad.

Tabla 2.55 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 2.56.

Tabla 2.56 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 2.57 señala los rangos establecidos para su valoración.

Tabla 2.57 Valores de calificación para el momento

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 2.58).

Tabla 2.58 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 2.59.

Tabla 2.59 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 2.60 señala los valores establecidos para evaluar la sinergia.

Tabla 2.60 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 2.61 .

Tabla 2.61 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 2.62.

Tabla 2.62 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

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 2.63.

Tabla 2.63 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 2.64 señala los valores y niveles establecidos para la calificación de la recuperabilidad.

Tabla 2.64 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

Valor	Negativo	Positivo
		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.

• 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 con los siguientes rangos (Tabla 2.65).

Tabla 2.65 Impactos de naturaleza negativa

IMPACTOS NATURALEZA NEGATIVA	
IRRELEVANTE	-13 a -25
MODERADO	-26 a -50
SEVERO	-51 a -75
CRÍTICO	-76 a -100

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 esta 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 clasificación por rangos denominados así: Considerables, Relevantes y Muy Relevantes, y a su vez fueron resaltados en la matriz de valor de importancia (Tabla 2.66).

Tabla 2.66 Impactos de naturaleza positiva

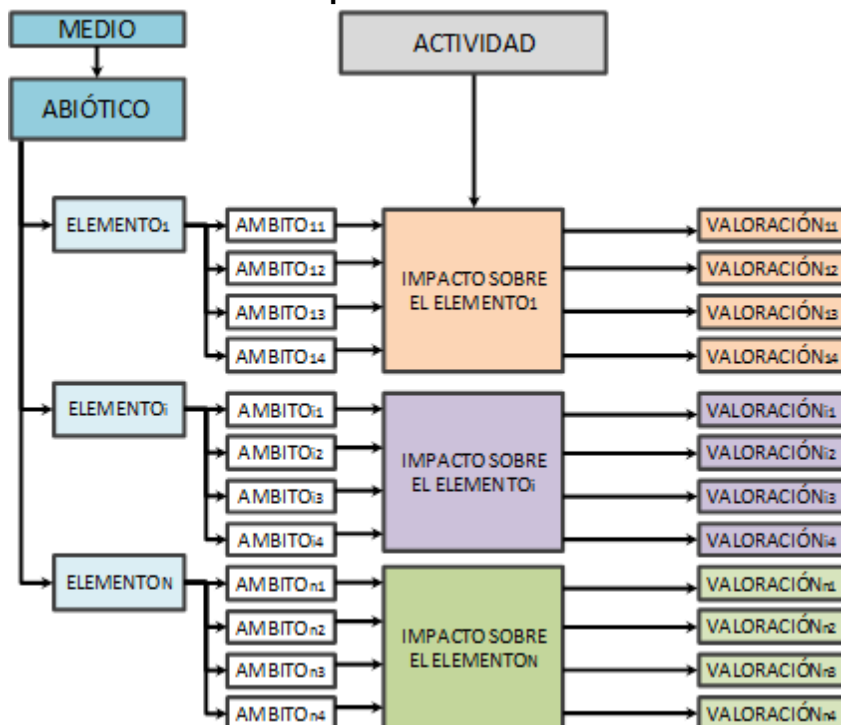
IMPACTOS NATURALEZA POSITIVA	
CONSIDERABLES	13 a 30
RELEVANTES	31 a 47
MUY RELEVANTES	48 a 100

Fuente: Conesa (2010). Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental- Adaptado por el consultor.

- **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 2.22 se presenta un esquema del proceso de evaluación teniendo en cuenta los ámbitos de manifestación.

Figura 2.22 Proceso de evaluación por ámbitos de manifestación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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.

• 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.

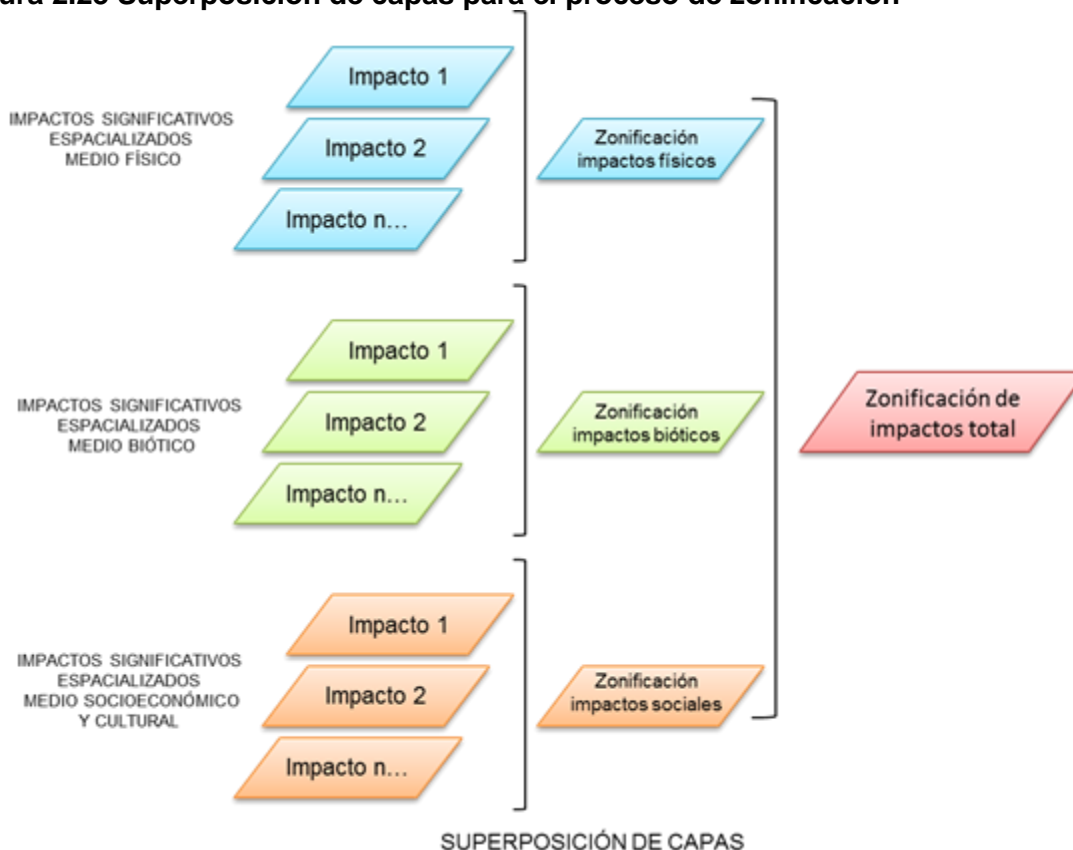
Cada uno de los impactos significativos identificados esta disgregado para efectos de la calificación en ámbitos de manifestación, esto permite aproximar el efecto a un contexto espacial que permite conocer la incidencia sobre cada elemento de los recursos afectados y de este modo, poder determinar cuáles 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 2.23); 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 2.23 Superposición de capas para el proceso de zonificación



Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

- **Metodología para la Evaluación de Impactos Residuales**

El análisis de impactos residuales se llevó a cabo de acuerdo con 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, 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 con lo relacionado en la Tabla 2.67.

Tabla 2.67 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), Aecom - ConCol, 2018.

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 2.68.

Tabla 2.68 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.

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 con lo relacionado en la Tabla 2.69, propuesta por Martínez Prada (2010).

Tabla 2.69 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: Aecom - ConCol, 2018. 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, 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 2.70 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los Impactos residuales.

Tabla 2.70 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

Rango de la i_{neta} *	Categoría	Valoración
		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: Aecom - ConCol, 2018. 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.

• 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).

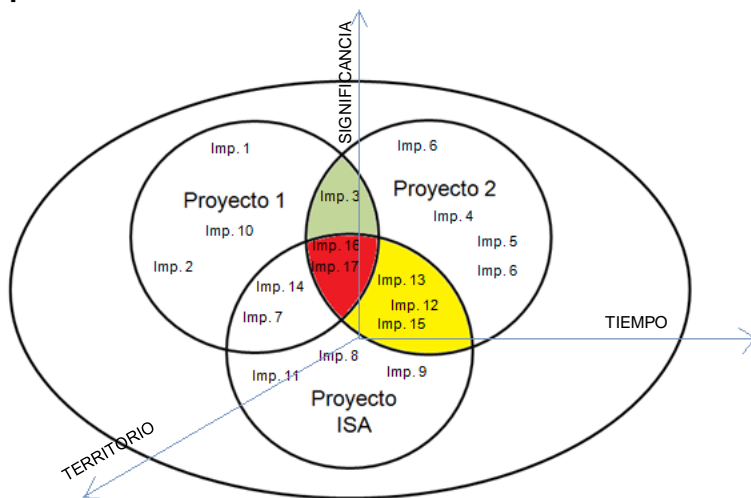
Un efecto acumulativo ocurre cuando los efectos generados sobre los componentes del medio por el desarrollo de diferentes proyectos, o actividades que se desarrollan en un área se traslapan entre sí y son simultáneas en el tiempo. Si la ejecución del proyecto tiene el potencial de generar efectos sobre 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 2.24 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.

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.

Figura 2.24 Esquema del análisis de efectos acumulativos



* Imp.= Impacto.

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.

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.

2.3.7 Zonificación de Manejo Ambiental

La zonificación de manejo ambiental establece los niveles de gestión socioambiental 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 socioambiental, 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 2.71, 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 socioambientales zonificados.

Tabla 2.71 Regla de decisión para la definición de las categorías de manejo

Categoría zonificación ambiental	Categoría zonificación impactos significativos			
Sensibilidad/Importancia	Critico	Severo	Moderado	Irrelevante
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: Aecom - ConCol, 2018.

A partir de la Tabla 2.71 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 la 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.

2.3.8 Evaluación Económica Ambiental

La evaluación económica parte de los resultados de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que potencialmente pueden atribuirse a la construcción de la unidad funcional uno (UF1). Una vez identificados y evaluados los impactos ambientales, se deben expresar 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 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010). Las intervenciones propuestas para la UF1 que son objeto de evaluación contempla entre otros: La Construcción de calzada nueva con una longitud total de 4,00 Km; la construcción de un túnel bidireccional, con una longitud del orden de 1.320 m; y la Construcción de dos gloriets denominadas Pamplona 1 y Pamplona 2.

Para el desarrollo constructivo, se solicita: iii) la adecuación de 7 ZODMES para la disposición de material sobrante de corte y excavación; vi) Un punto de captación de agua superficial para uso industrial (2,57 l/s); iv) permiso de vertimiento para aguas residuales provenientes de las actividades de perforación de túneles, disposición de las aguas tratadas de las zonas de lavado (Río Pamplonita y Quebrada San Antonio) y vii) permiso de aprovechamiento forestal en un área 48,52 ha²

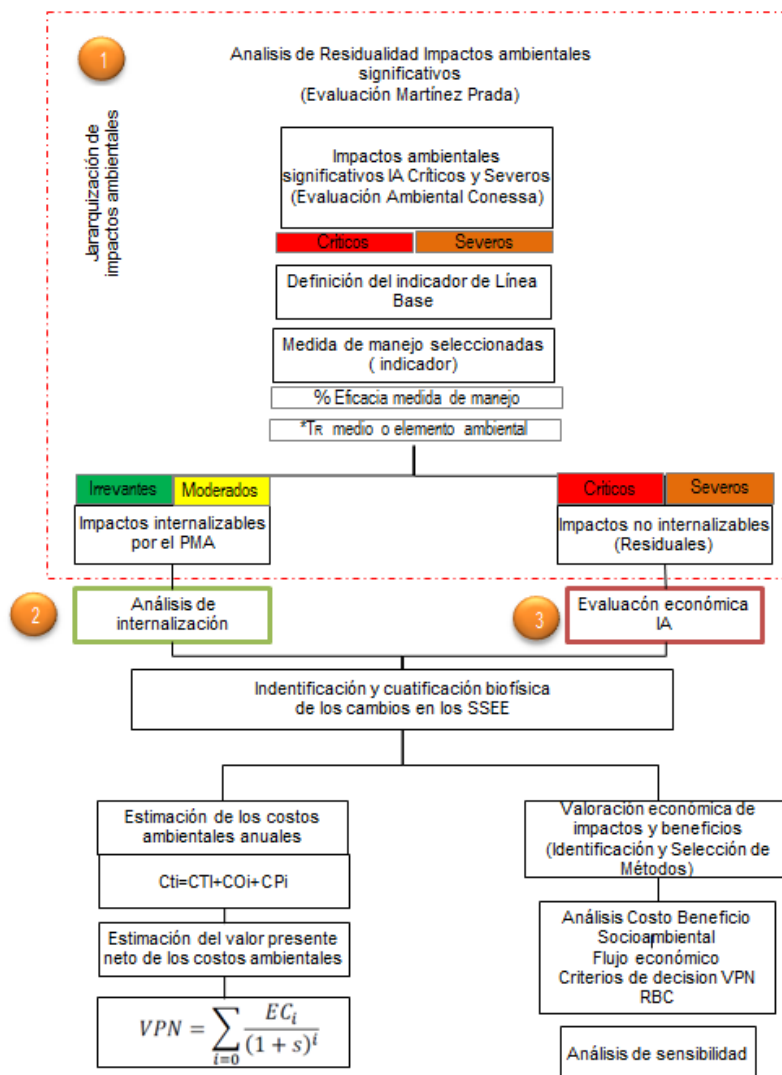
En este contexto en el análisis se presenta una estimación del valor económico de beneficios y costos ambientales potenciales y considerados relevantes, sobre los flujos de bienes y servicios de la zona de influencia directa del proyecto en el escenario de línea base y desde una perspectiva ex ante. Se desarrolla además el análisis de internalización, en donde se presentan los indicadores y costos incurridos en la implementación de las medidas con las que se busca atenuar y/o corregir el nivel de afectación que se causaría sobre componentes ambientales intervenidos por actividades del proyecto.

El proceso metodológico de la evaluación económica de impactos ambientales consta de varias etapas, no obstante, las primeras dos se desarrollan en el numeral de evaluación ambiental, por lo tanto, el proceso se puede resumir en tres fases las cuales se presentan la Figura 2.25.

A continuación, se describen los elementos más relevantes desarrollados en cada una las fases del proceso de evaluación de impactos ambientales.

² Coberturas naturales

Figura 2.25 Fases del proceso de evaluación económica de los impactos ambientales del proyecto



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

2.3.8.1 Jerarquización De Impactos (Análisis De Residualidad)

La jerarquización de los impactos se desarrolla de acuerdo a la “Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martinez Prada, 2010); en la cual se incorpora el cálculo de la importancia neta de los impactos clasificados como críticos y severos (Impactos escenario con proyecto) con el fin de identificar cuáles de estos no pueden internalizarse mediante la aplicación de las medidas de manejo (Permite identificar y jerarquizar los impactos en internalizables y no internalizables).

A continuación, se describen las variables involucradas en la metodología propuesta para el análisis de residualidad

- **Identificación de impactos**

El análisis parte de los resultados presentados en la evaluación de impactos ambientales, y reconoce las obras y actividades que se realizan en el proceso de construcción de la vía, concentrándose en análisis de los Impactos valorados con índice de importancia ambiental crítico o severos, relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados e identificando potenciales receptores del daño (Ver Anexo 8 Evaluación ambiental, Ver Capítulo 5 numeral 5.4 y Capítulo 8).

- **Indicadores**

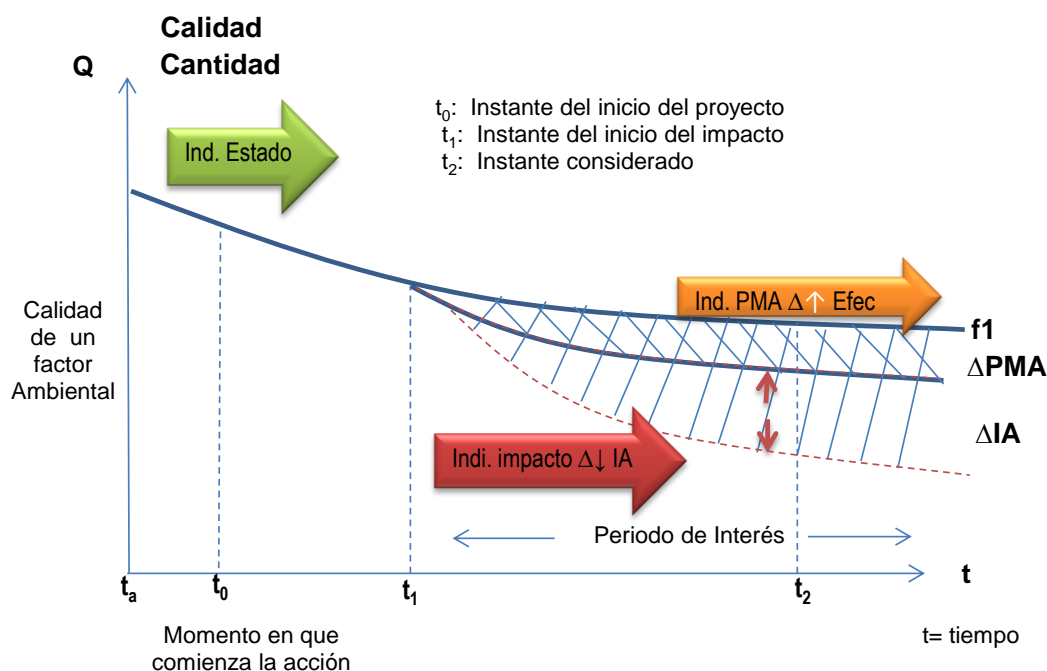
En la descripción y evaluación de cada uno de los impactos se plantearon indicadores³ con los que se busca establecer el delta ambiental (Espacio temporal) que causa el proyecto sobre el medio, el factor y/o servicio ambiental involucrado (Ver Capítulo 8 Descripción de impactos escenarios con y sin proyecto). El análisis secuencial de los indicadores sirve para identificar unidades biofísicas de cada uno de los impactos objeto de análisis, la potencialidad de internalización y posteriormente el cálculo de los flujos de costos y beneficios asociados a la construcción de la vía, además de su identificación en espacio y tiempo (ver Figura 2.26).

A continuación, se presentan el alcance esperado de cada indicador

- **Definición de indicador de línea base:** Con base en los resultados de caracterización del área de influencia se proyectaron indicadores que mejor se ajustaban al estado del componente o elemento ambiental en el escenario sin proyecto y los cuales son la base para estimar el cambio esperado por el proyecto (Ver Capítulo 8 Descripción de impacto escenario sin proyecto).
- **Definición de indicador de impacto:** A partir de la información de línea base y considerando las intervenciones a desarrollar en el área de influencia se estimó el delta o cambio previsible que se ocasionaría en el área de influencia, una vez el proyecto, obra o actividad entre en ejecución (Rs 1669 de 2017) (Ver Capítulo 8 Descripción de impacto escenario con proyecto).
- **Definición de indicador de medida de manejo:** Este indicador representa el valor esperado de atenuación del impacto por la implementación de las medidas de prevención, mitigación y corrección contemplada en el PMA. Puede interpretarse como la meta esperada para reducir el efecto del proyecto, seguramente es muy incierto en muchos casos no obstante la idea es que busque material teórico o bibliográfico que sustente la potencial eficacia de las medidas de manejo (Ver capítulo 11.1.1 Fichas de manejo).

³ En este sentido en la matriz de evaluación del escenario con proyecto se consideran el indicador de línea base, el indicador de impacto y el indicador de medida de manejo.

Figura 2.26 Indicadores en la evaluación ambiental



Fuente: Aecom - ConCol, 2018. Adaptada (ANLA Rs 1669, 2017)

- **Identificación de la Medida de manejo:**

El análisis parte de la identificación de las medidas de manejo viables para cada impacto valorado con índice de importancia ambiental, evaluado el tiempo de recuperación del elemento con relación a la afectación producida por el impacto y la eficacia de la medida de manejo, entendida cómo la capacidad que tiene la medida implementada para lograr disminuir el nivel de afectación que se causaría sobre los elementos ambientales por la incidencia de las actividades del proyecto.

Es importante subrayar que la metodología de Martínez Prada mantienen una línea de análisis cualitativo, intentando lograr su conversión en términos cuantitativos a través de los indicadores, no obstante se reconoce que una tarea muy compleja de desarrollar, dada la deficiencias en la información científica a la hora de modelar algunos impactos los cuales a menudo se encuentran desplazados en tiempo y en espacio haciendo difícil establecer la causa y el efecto (Dixon & Pagiola, 1998).

- **Tiempo de Recuperación**

Esta variable determina el tiempo que tardará en recuperarse el elemento o componente ambiental afectado a partir del momento en que se ejecutan las medidas de manejo ambiental y el plan 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,

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 con lo relacionado en la Tabla 2.72

Tabla 2.72 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., 2016.

- **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 causaría sobre el componente ambiental. La eficacia de la medida de manejo se clasificó según los rangos establecidos en la Tabla 2.73.

Tabla 2.73 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: Modificación de la Propuesta Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental en Colombia (Martínez Prada, 2010), Consultoría Colombiana S.A., 2016.

- Importancia de la recuperabilidad

A partir de la calificación de los impactos significativos (críticos y severos) obtenidos de la evaluación en el escenario con proyecto, se estimó la importancia de la recuperabilidad a través de la Ecuación 2.1.

Ecuación 2.1 Importancia de la recuperabilidad

$$I_{RB} = \pm(TR + E)$$

Donde:

- I_{RB} = 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 2.2.

Ecuación 2.2 Ecuación de normalización

$$I_{(RB)N} = \frac{\pm(|I_{RB}| - \text{Mínimo})}{(\text{Máximo} - \text{Mínimo})}$$

Donde:

- Máximo = 22
Mínimo = 1

- Importancia neta

El objetivo de evaluar la importancia neta del impacto se relaciona con la necesidad de comparar la importancia del impacto sin la implementación de las medidas de manejo con la importancia del impacto luego de que se implementen las medidas de manejo correspondientes. Para hallar este resultado se utiliza la, planteada por (Martinez Prada, 2010):

Ecuación 2.3 Importancia neta

$$I_{NETA} = I_{(CA)N} - (I_{(CA)N} * I_{(RB)N})$$

Donde:

- 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 2.74 se presentan los rangos utilizados para definir la importancia neta de los impactos residuales.

Tabla 2.74 Clasificación para la valoración de la importancia neta

Rango De I _{NETA} *	Descripción	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	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: Aecom - ConCol, 2018, adaptado de (Martínez Prada, 2010).

* Los rangos utilizados para la valoración de la Importancia Neta de los impactos residuales fueron adaptados de acuerdo con los criterios de calificación usados para la valoración de los parámetros establecidos para calificar la Importancia ambiental.

2.3.8.2 Análisis de Internalización

El análisis de internalización complementa el análisis de residualidad y está ligado a los programas, proyectos y actividades establecidos en el Plan de Manejo Ambiental (Ver Capítulo 11.1.1), así como el análisis parte de los resultados de la evaluación ambiental y la evaluación de bienes y servicios ecosistémicos (Capítulo 5 Numeral 5.4), capítulos donde se adaptaron procedimientos específicos para capturar la información requerida para el desarrollo del análisis.

El análisis de internalización se ciñe a lo propuesto en la guía de Criterios técnicos para el uso de herramientas económicas en los proyectos, obras o actividades objeto de licenciamiento ambiental, Adoptada por la Resolución Número 1669 del 4 de agosto de 2017; no obstante, se presentan algunos ajustes o precisiones metodológicas las cuales se consideran sustanciales e indicativas del esfuerzo que debe incurrir la organización (Concesionario y Constructor) para garantizar la mitigación, prevención, corrección o compensación por los potenciales impactos generados por el desarrollo de las obras, en el entendido que el valor de estas inversiones representa el costo de oportunidad de evitar el empeoramiento de la calidad y cantidad ambiental en la zona. Esto significa, que la inversión en actividades de control de impactos genera buena información para la monetización de los impactos ambientales (Internalización).

Lo anterior teniendo en cuenta que en la guía de criterios técnicos del ANLA (ANLA Rs 1669, 2017) los impactos internalizables “corresponden a aquellos impactos generados por el proyecto, obra o actividad que pueden ser controlados en su totalidad por las medidas de prevención o corrección contempladas dentro del Plan de Manejo”, enfatizando además que la efectividad de la medida debe ser próxima al 100%.

En este contexto de análisis, se considera que los requisitos establecidos para la internalización en la Guía de ANLA son un límite muy alto, que determinaría que casi todos los impactos relevantes fuesen objeto de valoración económica, teniendo en cuenta que es poco factible que la eficacia de las medidas de manejo en el control del impacto alcance niveles cercanos al 100%. La eliminación total de un daño, si bien es factible en algunos casos⁴, en muchos otros es una meta difícil de alcanzar, que implicara la asignación de inversiones considerables en la reducción de una unidad de contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996).

Pearce & Turner, en el libro Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente (Pearce & Turner, 1995), argumentan que conforme a los postulados de la termodinámica no es posible llegar a nivel reducción total, de ahí que para lograr una contaminación cero deberíamos tener una actividad económica cero, por lo que el objeto de «contaminación cero» parece una meta imposible de garantizar.

En este contexto el abatimiento efectivo de la contaminación o del daño generado por actividad antrópica debe considerar elementos adicionales tales como la capacidad de asimilación del medio (Resiliencia) y los niveles de contaminación que la sociedad está dispuesta a aceptar, dichos elementos se constituyeron como el nivel de referencia utilizado en el análisis de residualidad para establecer el grado de atenuación esperado por la implementación de una medida de manejo (Prevención, mitigación y corrección).

Por otra parte, si se cierra el alcance del análisis a las medidas de manejo de prevención y corrección, se desconocería el potencial de atenuación de otras categorías de medidas, adicionalmente se dejarían rubros que representan la inversión de la organización en el manejo ambiental. En este orden de ideas, el análisis de internalización y reducción de la contaminación debe utilizar la connotación más amplia posible incluyendo las formas disponibles para la atenuación de la contaminación (Field & Azqueta Oyarzun, 1996): *Cambios en la tecnología de producción, cambios de trazado, sustitución de insumos, reciclaje de residuos, tratamientos al final del tubo, restauración del medio, y procesos de compensación que le dé a la población en retribución por las pérdidas en bienestar generado en los casos que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas.*

En este contexto el análisis de internalización contempla el siguiente desarrollo procedimental, subrayando que las primeras fases se desarrollaron en el capítulo de evaluación ambiental y el numeral de análisis de impactos residuales:

1. Identificación de impactos internalizables: Del análisis de residualidad se obtienen los impactos a considerar en el análisis de internalización relacionándolos con los servicios ecosistémicos afectados como consecuencia de la ocurrencia de los impactos (Ver Capítulo 5 numeral 5.4 y Capítulo 10 numeral 10.2).

⁴ Medidas de corte preventivo atribuidas etapas pre-constructivas y de diseño tienen eficacias muy altas, en la medida que se identifica el potencial daño y se plantean cambios para prevenirlos. Ejemplo cambio de trazado para evitar manantiales; no obstante dichas decisiones no son visibles en la evaluación de impactos en el entendido que se trabaja sobre el diseño final propuesto.

1. **Estimación de los costos ambientales anuales:** Tomando como referencia el presupuesto calculado para cada uno de los programas en el que está estructurado el plan de manejo (Ver Capítulo 11 Plan de manejo Ambiental), se presenta el flujo de costos del proyecto considerando el horizonte de tiempo en el que se proyectan las inversiones para cada uno de los impactos analizados. En este contexto el análisis de internalización contempla el registro de todas las inversiones proyectadas para la atención de los impactos

En el caso de que se identifique acciones que causaran impactos pero que se pueden evitar con medidas que se ejecuten para que dicho factor afectante no llegue al recurso natural o social de referencia, se tendría que considerar el valor relacionado con el *costo de prevención* tal efecto en el medio natural o social. Por ejemplo, si el proyecto genera desechos y estos afectarían el agua, el suelo o el aire, entonces una medida fundamental sería el tratamiento de tales desechos antes de que se dispongan al ambiente. Siendo así el escenario, se tiene la siguiente ecuación para determinar el valor económico relacionado con estos costos del proyecto:

$$CE = \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^R \sum_{s=1}^S c_{rs} * q_{trs}$$

Donde

CE	Costo total por los impactos negativos evitados del proyecto (\$/año)
p	Costo del insumo s para evitar el impacto ambiental en el recurso r (\$/unidad)
q	Cantidad o volumen del insumo s para evitar el impacto ambiental en el recurso r (Unidad/año)
T	Tiempo en que se mantendrá la medida para evitar el impacto ambiental negativo (años)

Por otro lado, cuando la afectación del recurso natural o social no se puede evitar, la restauración de dicho recurso debe llevarse hasta su estado inicial previo a la alteración. Esto implica la ejecución de una serie de actividades que tienen que desarrollarse y que representan costos que deben ser cubiertos por el proyecto. La identificación de estos costos es la tarea principal por realizar, y éstos dependen de la magnitud del daño y del tiempo de restauración del recurso natural afectado, así como el nivel de restauración que se deba alcanzar, determinado por el estado de conservación en que se encontraba el recurso en el momento en que fue afectado.

Una acción específica puede afectar uno o más recursos naturales a la vez. Esto indica que se deben restaurar cada uno de estos recursos afectados, por lo que el **costo de restauración** debe ser la suma de todos los costos particulares asociados a cada recurso. Para lograr esta estimación es necesario determinar, en unidades físicas, la magnitud del daño, de modo que se pueda inferir la inversión en la restauración por unidad de medida. La estimación del costo total de restauración del recurso natural dependerá de las características intrínsecas del mismo, ya que éstas determinarán, a la vez, el conjunto de actividades que deberán realizarse en la restauración. Entre más complejo sea el factor, más elementos por recuperar se presentarán. Cada una de las actividades a realizar demanda una serie de recursos y de insumos. Los precios y las cantidades de los recursos y de los insumos a utilizar explican el total de costos. Esta relación se puede establecer como sigue:

$$CR = \sum_{i=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

- CR:** Costo de restauración biofísica del recurso natural afectado por acciones humanas (\$/unidad del factor)
p_i: Precio del insumo *i* usado en la restauración del recurso natural (\$/unidad del insumo)
q_{ij}: Cantidad del insumo *i* usada en la restauración del recurso natural *j* (unidades del insumo)
r: Tasa de descuento para actualizar los valores en el tiempo (%)
T: Tiempo total requerido para la restauración del daño causado, determinado por el estado de conservación de los recursos naturales alterados $T = \text{Max} \{t_j / j \text{ es el recurso natural o social y } j = 1, 2, \dots, n\}$

Dado que es factible y posible la pérdida de beneficios debido a la disminución de materias primas y productos de consumo final cuando se afecta un recurso natural, será necesario estimar dicha pérdida considerando las cantidades perdidas y los precios de los distintos bienes y servicios afectados. Dicha estimación ha de realizarse para todo el período que tardaría el o los recursos afectados en recuperarse hasta el nivel de conservación antes de la alteración. Para lograrlo se requiere disponer de la información correspondiente de precios y cantidades o de las estimaciones pertinentes. Asumiendo que dicha información está disponible o que se pueden hacer las estimaciones, el cálculo del beneficio perdido por estos rubros estaría dado por:

$$Cbs = \sum_{i=0}^T \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^m p_i q_{tji} (1+r)^{-t}$$

Donde,

- Cbs** Costo por bienes y servicios ambientales perdidos (\$/año)
P_{ij} Precio de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* (¢/unidad)
q_{tji} Cantidad de la materia prima *i* que se deriva del recurso natural *j* en el tiempo *t* (unidad)

Cuando el nivel de impacto negativo demanda un proceso de compensación que le dé a la población la retribución por el bienestar perdido en el caso de que la afectación conlleve disminución en la calidad de vida o en la calidad de los niveles de conservación de ecosistemas. Para tales efectos, se tendría que determinar el factor ambiental o social impactado negativamente, y el nivel de compensación mínimo requerido. Este nivel de compensación está determinado por lo que el Estado establezca previamente de manera oficial, o por acuerdos del proyecto con la comunidad afectada donde se reconozca el monto o la forma en que debería establecerse la iniciativa de compensación y que finalmente se traduzca en un estimativo de valor económico a comprometer. Con base en este planteamiento se considera como una aproximación la aplicación de la siguiente ecuación:

$$CC = \sum_{y=1}^Y c_y * q_y$$

Donde

CC Costo por compensación por los impactos negativos del proyecto (\$/año)
c Costo de compensación por el factor y (\$/unidad)
q Cantidad a compensar del factor s (Unidad/año)

De este modo, el **costo total** por los impactos negativos del proyecto está dado por la suma de los componentes anteriores: Costos evitados, costos de restauración, costo por bienes/servicios ambientales perdidos y costos de compensación. Es decir, que el costo total es:

$$CT = CE + CR + Cbs + CC$$

El costo total representa la base para establecer lo que sería el plan de manejo ambiental que debe definir el proyecto para el manejo de los impactos previstos. Es decir, que el presupuesto del Plan de Manejo Ambiental asociado con el proyecto de referencia debe tener un presupuesto que cómo mínimo responda al costo total estimado.

En cuanto a la presentación de la información se acoge la propuesta de la Guía de Criterios Técnicos en la que se referencia a Wang y Li (2010), en el cual los costos ambientales totales involucran el valor del consumo de los recursos ambientales y las inversiones para el mantenimiento de la calidad ambiental, y que se representa en la siguiente ecuación:

$$EC_i = CT_i + CO_i + CP_i$$

Donde

EC_i : Costos ambientales totales año i
 CT_i : Costos de transacción año i
 CO_i : Costos operativos en el año i
 CP_i : Costos de personal en el año i

Los costos ambientales anuales (EC_i) corresponden a la sumatoria de los costos ambiental anuales causados por la implementación de la medida de manejo que internaliza el impacto

2. **Valor presente neto:** Una vez se tiene el flujo de costos, este debe descontarse utilizando la TSD, para obtener el Valor Presente Neto - VPN de los costos ambientales. Los costos se deben agregar de forma anual (según corresponda), teniendo en cuenta los periodos sobre los cuales se presenta el impacto. Lo anterior se debe especificar para cada tipo de costo valorado (CEDE, 2010). La agregación intertemporal permite el cálculo del VPN y se obtiene de la siguiente manera:

$$\bullet \quad VPN = \sum_i \frac{EC_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

- EC_i : Costos ambientales totales en el año i
- r : Es la tasa social de descuento;
- i : Es el indicador del año.

2.3.8.3 Evaluación económica de impactos no internalizables

A partir de los resultados propuesta metodológica de (Martínez Prada, 2010) donde se revalúo el Índice de Importancia Ambiental se obtienen los impactos que aun implementando la medida de manejo tienen el potencial de generar alteraciones al medio. Dichos impactos se consideran cómo residual o no internalizables y son el objeto de la 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 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 2.75).

Tabla 2.75 Métodos sugeridos Términos de referencia M-M INA – 01

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 e. Costos de enfermedad /morbilidad	a. Precios hedónicos (propiedades y salarios) b. Costos de viaje c. Cambios en la productividad d. Costo de oportunidad	a. Valoración contingente b. Elección contingente (análisis conjoint)
	Método de transferencia de beneficios		

Fuente; Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

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 las compensaciones por pagos de impuestos y regalías. 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 la perspectiva ambiental se relacionan el flujo de costos (externalidades negativas) y beneficios asociados a la construcción del segmento 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 de este es indiferente para el evaluador, si el resultado es inferior a uno el proyecto no es viables desde la 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:

B_i Beneficios: Corresponde a la valoración de los impactos positivos en el año i ;
 C_i Costos: El valor de los impactos negativos en el año i ;
 r : Es la tasa social de descuento;
 i : Es el indicador del año.

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 2.76.

Tabla 2.76 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 Crystal Ball, 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.

2.3.9 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 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). Adicional, se tiene como lineamiento el marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, ABC: Adaptación bases conceptuales (Departamento Nacional de Planeación, 2010).

Para determinar el nivel de riesgo, conceptualmente se parte de la definición del mismo:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenaza} * \text{Vulnerabilidad}$$

Si se entiende la vulnerabilidad como la consecuencia que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables; se debe tener en consideración la fragilidad de los elementos vulnerables y la exposición de los mismos al evento amenazante:

$$\text{Vulnerabilidad} = \text{Fragilidad} * \text{Exposición}$$

- 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.

La identificación de las amenazas para el área de influencia del plan se desarrollará mediante la caracterización socioambiental del área y el análisis de las etapas y actividades del proyecto; a través de estas, se identificarán 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.

La 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 sistema de gestión del vertimiento y/o el entorno. Una vez identificadas las amenazas, se realiza la estimación de su probabilidad de ocurrencia en función de la escala que se muestra en la Tabla 2.77.

Tabla 2.77 Escala de probabilidad de ocurrencia de las amenazas

PUNTOS	GRADO	PROBABILIDAD	DESCRIPCIÓN	OCURRENCIA CASOS
5	Muy Alta	Frecuente	Posibilidad de ocurrencia alta reiterativamente	Más de 1 evento al mes
4	Alta	Probable	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas veces	Hasta 1 evento cada 6 meses
3	Media	Ocasional	Posibilidad de ocurrencia media, se presenta algunas 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: (Aecom - ConCol, 2018)

- **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 4º Ley 1523 de 2012).

La vulnerabilidad se asocia directamente con la fragilidad o las consecuencias que tiene la manifestación del evento amenazante sobre los elementos vulnerables.

Los niveles de consecuencia o vulnerabilidad se evalúan de forma independiente en diferentes ámbitos: los efectos potenciales a la integridad física, los efectos ambientales y sociales. En la Tabla 2.78 se presenta las categorías para calificar la fragilidad para las amenazas antrópicas y endógenas que se pretende evaluar.

Tabla 2.78 Criterios para la calificación de fragilidad

NIVEL	DESCRIPCIÓN	PUNTOS
Muy alto	Genera consecuencias de muy alta intensidad, muy extensas, permanentes, de efecto directo, irrecuperable e irreversible. Generan muerte o incapacidad total o permanente a las personas.	5
Alto	Genera consecuencias de alta intensidad, extensas, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el largo plazo. Generan lesiones graves o incapacidad parcial permanente a las personas.	4
Medio	Genera consecuencias de moderada intensidad, puntual a extensa, temporales, de efecto directo, mitigables o reversibles en el mediano plazo. Generan lesiones moderadas o incapacidad temporal a las personas.	3
Bajo	Genera consecuencias de mediana intensidad, puntuales, temporales, de efecto directo y recuperable o reversible en el mediano plazo. Ocasionan lesiones leves o incapacidad temporal a las personas.	2
Muy Bajo	Genera consecuencias de baja intensidad, puntuales, fugaces, de efecto secundario y recuperable de manera inmediata o reversible en el corto plazo. No se producen lesiones personales incapacitantes.	1

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Adaptado de (Zuluaga U. & Arboleda G., 2005).

Para el caso de las amenazas naturales se establece un análisis de la vulnerabilidad, partiendo de la fragilidad (tomada de la zonificación ambiental) y de la exposición expresada en función de la probabilidad de ocurrencia de los eventos amenazantes.

En cuanto al análisis de exposición, partiendo de la espacialización de las amenazas naturales, el análisis de las amenazas endógenas, amenazas antrópicas; y los elementos vulnerables así como asentamientos humanos, infraestructura pública, infraestructura productiva y áreas ambientalmente sensibles (con base en información de campo y análisis de la información secundaria), se determinará qué tan expuestos podrían estar dichos elementos en caso de manifestarse cada una de las amenazas identificadas. Para esto se utilizarán cinco (5) categorías, desde Exposición Muy Baja hasta Exposición Muy Alta.

Los resultados obtenidos de la fragilidad y exposición se categorizan en el valor de vulnerabilidad como se muestra en la Tabla 2.79.

Tabla 2.79 Criterios para definir vulnerabilidad

FRAGILIDAD		EXPOSICIÓN				
		MUY ALTA	ALTA	MEDIA	BAJA	MUY BAJA
		5	4	3	2	1
Muy alto	5	MA	A	M	B	MB
Alto	4	A	A	M	B	MB
Medio	3	M	M	B	B	MB
Bajo	2	B	B	B	MB	MB
Muy Bajo	1	MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018)

- Análisis y zonificación del nivel de riesgo**

Con base en lo anterior, al ser cruzado la vulnerabilidad con la probabilidad de manifestación de las amenazas (categorizada de acuerdo a la Tabla 2.77) se obtiene el nivel de riesgo (Tabla 2.80).

Tabla 2.80 Criterios para definir el nivel del riesgo

PROBABILIDAD		VULNERABILIDAD				
		Muy Alta	Alta	Media	Baja	Muy Baja
		5	4	3	2	1
Muy Alta	5	MA	A	M	B	MB
Alta	4	A	M	M	B	MB
Media	3	M	M	B	B	MB
Baja	2	B	B	B	MB	MB
Muy Baja	1	MB	MB	MB	MB	MB

Fuente: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

La identificación, análisis y evaluación de riesgos se efectuará de manera cartográfica para las amenazas naturales que se puedan espacializar, generando así un mapa de riesgos (zonificación del riesgo).

Los resultados se analizaron según los niveles de riesgo que se listan en la Tabla 2.81.

Tabla 2.81 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.

NIVEL	INTERPRETACIÓN
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: (Aecom - ConCol, 2018). Modificado de (ECOPETROL, 2012)

2.3.10 Otros planes y programas

2.3.10.1 Plan de inversión del 1%

Para la definición del plan de inversión del 1% conforme lo establece el Decreto 2099 de 2016, se tuvo en cuenta la información levantada durante el proceso de licenciamiento ambiental en cumplimiento de los términos de referencia establecidos para la elaboración de Proyectos de construcción de carreteras y/o túneles con sus accesos ("M-M-INA-02 Versión No 2"), y se determinó el valor de la inversión del 1% con base en el presupuesto inicial del proyecto, el cual se actualizará en relación con los valores no ejecutados, con corte a 31 de diciembre de cada año fiscal.

Como un elemento relevante para la formulación del plan, se tuvo en cuenta que la franja de captación de agua superficial se encuentra dentro de la cuenca del río Pamplonita, para la cual se aprueba y se adopta el ajuste al Plan de Ordenación y Manejo, según Resolución 00761 de 2014 de la Corporación Autónoma Regional de la frontera Nororiental CORPONOR.

En razón de lo anterior, y considerando que fue establecido como ámbito geográfico para la inversión del 1%, atendiendo los programas propuestos en el POMCA del río Pamplonita, se detallan posteriormente en los capítulos de formulación de programas y proyectos del presente documento, junto con sus respectivas metas, al constituirse con los referentes para la formulación de la inversión.

Para examinar la viabilidad de desarrollar inversiones en las diversas opciones establecidas por los Planes de Ordenación, se procedió a elaborar una matriz que conjugó por un lado las alternativas de inversión indicadas por la norma, con las metas a alcanzar por dichos Planes de Ordenación y Manejo, sin desconocer las apuestas de desarrollo establecidas por las Autoridades Regionales y Entes territoriales en materia de recursos hídricos; para ello se asume que dentro de los procesos de planeación existe un proceso intrínseco de articulación que conjuga los intereses regionales y locales. Fue así como se incluyeron en los análisis, los instrumentos de gestión regional (PLANEAR 2016-2035) y Plan de Acción de CORPONOR vigencia 2016 -2019 (PA CORPONOR - Matriz Regional).

En este punto, es relevante destacar que de acuerdo al parágrafo 2 del artículo 22 del Decreto 1640 de 2012 por el cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, se establece que las Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible incorporarán los resultados de la priorización así como las estrategias, programas y proyectos definidos en el Plan de Ordenación y Manejo de la cuenca hidrográfica, en los respectivos Planes de

Gestión Ambiental Regional PGAR y Plan de Acción (MADS, 2014, Guía Técnica para la formulación de los POMCAS).

Para evidenciar la armonía entre los citados instrumentos de nivel regional y otros del nivel local, el análisis incluyó el cruce de las metas establecidas en otros instrumentos de Ordenación, tal como los Planes de Ordenamiento Territorial (en su nivel correspondiente), de los dos municipios en los cuales se haría efectiva la ejecución de la inversión del 1% correspondiente a la UF1, por pertenecer al ámbito geográfico correspondiente. En este caso, se tuvo presente que las normas sobre el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales renovables previstas en los Planes de Ordenación de las cuencas afectadas, priman sobre las disposiciones generales contenidas en otros ordenamientos (Matriz Local).

El propósito de la matriz de análisis, fue relacionar las diferentes posibilidades de inversión, con las metas de obligatorio cumplimiento por parte de la entidad respectiva (regional o local), de manera que se lograra determinar: correspondencias entre unos y otros y entre objetivos comunes propuestos para la gestión hídrica de la cuenca, a través del cual se lograra hallar identidad en las inversiones, y garantizar en cierta medida, el logro de metas comunes y objeto de verificación, no solo en el corto, si no en el mediano plazo, al constituirse como metas de obligatorio cumplimiento en el marco de la gestión de la cuenca.

Luego de la revisión detallada de documentos técnicos de soporte para el POMCA del río Pamplonita, los programas considerados fueron: i) Manejo integral de zona de protección; ii) Manejo integral del recurso suelo; iii) Gestión integral del recurso hídrico, iv) Generación de condiciones socio económicas, v) Infraestructura y recurso humano científico para la investigación, al verificar su coincidencia con otros instrumentos de gestión territorial definidos desde la autoridad ambiental regional y las metas locales definidas desde instancias municipales, a través de las cuales se procura la protección y conservación del recurso hídrico, en cumplimiento de los principios de la inversión del 1%.

El proceso de análisis de la matriz, se estableció a través del otorgamiento de una calificación de 0 a 3 con su respectivo color de identificación, donde 0 (color blanco), implicó baja o nula correspondencia entre las opciones de inversión y las apuestas del desarrollo regional o local; 2 (color amarillo), asignado para aquellas interacciones que requerían un ajuste o re-interpretación de la correspondencia y 3 (color verde), en aquellos casos que la correspondencia era directamente congruente entre las líneas de inversión del 1%, con las metas de gestión o de ordenamiento establecidas por los instrumentos regionales y locales consultados.

El resultado de este cruce presenta de manera preliminar las opciones de inversión del 1% que permiten no solo dar cumplimiento a la norma, si no facilitar la continuidad a los procesos de desarrollo local y regional logrados a través de procesos de planeación más detallados y logrando mayores soportes en las posibilidades de inversión para las periodos administrativos en las que se ejecutará el proyecto. Las alternativas que obtuvieron los puntajes ponderados más altos, son las líneas objeto de concertación con la Autoridad Ambiental.

La selección de las acciones para la inversión del 1%, debe surtir de un proceso de concertación con la Autoridad Ambiental y las Autoridades Municipales con el fin de realizar una priorización de las diferentes alternativas.

2.3.10.2 Plan de compensaciones del componente biótico

Uno de los objetivos de este capítulo es el cálculo del área a compensar, el cual se realizó a través de la asignación de factores de compensación por pérdida de biodiversidad definidos en el Anexo 2 Listado Nacional de Factores de Compensación del Manual del Componente Biótico. Los factores de compensación presentados en esta lista oscilan entre 2 a 10, y pueden aplicarse en dos rangos: para ecosistemas naturales, van 5 a 10, y para la vegetación secundaria, el rango va de 2 a 5, de acuerdo a lo establecido en el Manual.

El proceso de identificación de las acciones de compensación por pérdida de biodiversidad acudió a dos estrategias metodológicas complementarias. Por un lado, se aplicaron los procedimientos establecidos en el Manual de Compensaciones del Componente Biótico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), y por el otro, se aplicó una metodología de relacionamiento matricial, que buscó concretar las medidas de compensación para su posterior validación a través del proceso de concertación con la autoridad ambiental.

Para la formulación del plan fue necesario desarrollar una herramienta de decisión que permita evaluar las diferentes estrategias de intervención a nivel regional y local, asociados a temas de conservación de la biodiversidad y que pudieran relacionarse con el desarrollo de dichos planes. A partir de este análisis, se buscó seleccionar una serie de alternativas para la definición de propuestas para la realización del plan de compensación correspondiente, que estuviera alineado con las apuestas territoriales en materia de conservación.

Inicialmente, se realizó la revisión de antecedentes relacionados con información secundaria y primaria asociada al componente de biodiversidad regional y local, junto con la identificación de ecosistemas involucrados en el área de influencia del proyecto. Posteriormente, se desarrolló una revisión exhaustiva de los instrumentos de planeación Regional y Local, como también de los instrumentos de gestión en sus distintas escalas, logrando identificar varios determinantes ambientales, que han sido considerados desde estas instancias. El anterior procedimiento no desconoció el nivel nacional, reconociendo la articulación que deben guardar naturalmente estos instrumentos, y en razón a la consideración particular del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, como elemento rector en las estrategias de conservación efectiva de la biodiversidad en Colombia.

Posteriormente, se desarrolló una matriz de correlación entre estrategias asociadas a temas de biodiversidad de cada uno de los instrumentos, con las obligaciones en materia de compensaciones definidas en la normatividad relacionada y en el propio Manual de Compensaciones por Pérdida de Biodiversidad.

Esta correlación tuvo en cuenta los principales programas y proyectos planteados desde el Plan Estratégico Ambiental Regional (PLANEAR) y el Plan de Acción Institucional (PAI) de

la Corporación Autónoma Regional de la Frontera Nororiental (CORPONOR), así como el Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Pamplonita. A nivel local, se analiza como elemento de la matriz los proyectos en torno a biodiversidad propuestos por los municipios de Pamplona y Pamplonita, a través de los Planes de Ordenamiento Territorial y los Planes de Desarrollo Municipal. Las acciones planteadas en estos documentos se contrastaron con las acciones potenciales enumeradas en el Manual, en consideración de garantizar la conservación efectiva de las áreas seleccionadas para la implementación de la compensación.

El resultado de dicha correlación fue una matriz indicativa de las acciones en biodiversidad y conservación, en la cual se identificaron a través de los colores y calificaciones, las estrategias que podrían desarrollarse y que pueden contribuir a resolver las principales cuestiones en materia de compensaciones: cuanto, dónde y cómo, con relación a los instrumentos de gestión y planificación considerados en el análisis matricial. De esta forma se estableció la siguiente escala: blanco (0), amarillo (2) y verde (3).

Tabla 2.82 Definición de correlación entre los instrumentos de gestión y las acciones definidas por el manual

Correlación	Calificación	INTERPRETACIÓN
Ninguna	Cero (0)	No existe correlación entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual
Indirecta	Dos (2)	Existe una correlación indirecta entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual.
Directa	Tres (3)	Existe una correlación directa entre las metas del instrumento consultado y las opciones establecidas por el manual.

Fuente: Aecom-Concol, 2018.

En este sentido, el color blanco indicó que no existía una correlación entre la metas del instrumento consultado y las opciones establecidas en el Manual, por lo que su calificación fue de cero (0) o nula; el color amarillo con calificación dos (2), indicó una correlación indirecta, o que requería de una re-interpretación o ajuste para hallar una relación más fuerte, mientras que el color verde implicó una relación directa entre las metas o propósitos de los proyectos de desarrollo establecidos por el instrumento con las propuestas establecidas por el Manual, con lo cual no solo se cumpliría con las acciones de compensación, sino también con las apuestas de desarrollo regionales y locales (Ver Tabla 2.82).

La aplicación del método expuesto de análisis matricial permitió seleccionar las apuestas regionales de desarrollo que más puntaje tuvieron frente a la calificación (suma algebraica de las opciones de compensación), por lo que se constituyeron como los referentes para el proceso de concertación de las principales actividades de compensación del componente biótico que deberán ser discutidas en los diferentes escenarios de encuentro y concertación, ya que reflejan intereses congruentes en materia de conservación.

Finalmente, una vez listados preliminarmente las acciones de compensación congruentes con el Manual, soportados en elementos de juicio que podrían contribuir a resolver las cuestiones relacionadas con la pérdida de biodiversidad y las iniciativas de conservación existentes en el territorio, el proceso debe continuar con la concertación de las propuestas

y su respectiva socialización, con lo cual se concretarán los programas y proyectos acogidos dentro del plan de compensación por pérdida de biodiversidad. La misma estrategia metodológica fue aplicada a los instrumentos de gestión y ordenación local, con lo cual se identificaron las principales acciones a desarrollar en materia de compensación de la biodiversidad por parte de los entes territoriales municipales.

2.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DEL ESTUDIO

El Estudio de Impacto Ambiental fue elaborado por la firma Consorcio Aecom - ConCol que cuenta con más de 40 años de experiencia en Consultoría de proyectos de infraestructura y más de 20 años de experiencia en la elaboración de estudios ambientales. La Tabla 2.83 muestra la estructura organizacional y los profesionales que participaron en el estudio:

Tabla 2.83 Estructura Organizacional del Estudio

ID	Cargo	Profesional
1	Director del proyecto	Mauricio Maldonado
2	Coordinador EIA	Carolina Mora Acosta
3	Especialista Evaluación de Impactos	Olga Devia
4	Profesional Forestal	Jenny Ramírez
5	Profesional Forestal	Daniel Buitrago
6	Profesional Forestal	Diana Rojas
7	Profesional Forestal	Niry Alturo
8	Profesional Forestal	Jaime Leonel Otaña
9	Profesional Forestal	Jhon Salgado
10	Profesional Forestal	Julio Cañas
11	Especialista compensaciones	César Parra
12	Bióloga Herpetos	Sofía Fajardo
13	Biólogo Aves	María Carolina Rojas
14	Biólogo Mamíferos	Paola Cruz
15	Biólogo Ecosistemas acuáticos	Tatiana Romero
16	Especialista SIG Bases de datos	Laura Gómez
17	Especialista SIG 1	José Luis Díaz
18	Especialista SIG 2	César Buitrago
19	Especialista Botánica Epífitas	Fabián Larrota
20	Especialista Botánico	Zaleth Cordero
21	Especialista Epífitas no vasculares	Angie Charry
22	Profesional Ambiental	Francy Bolaños
23	Profesional Ambiental	Carlos González
24	Profesional Ambiental	Deisy Cote

Centro: Corredor Vial Doble Calzada Pamplona - Cúcuta

ID	Cargo	Profesional
25	Profesional Ambiental	Diana Rodríguez
26	Hidrólogo	Camilo Barrera
27	Ingeniero Agrónomo	Tito Fandiño
28	Geólogo	Yoselis Tovar
29	Geotecnista	Luis Guerrero
30	Hidrogeólogo	Juan Silva (Geodata)
31	Profesional Social	Carolina Perico
32	Profesional Social	Alexandra López
33	Sociólogo	Carlos Alfredo Rincón
34	Profesional Social	Karen Rojas
35	Politólogo	Diego Zabaleta
36	Arqueóloga	Andrea Valero
37	Arqueóloga	Diana Isabel Calderón
38	Arqueólogo	Jhann Téllez
39	Apoyo Administrativo	María Camila Amaya
40	HSE	Paula Andrea Acosta
41	Especialista PDC	Fernando Rivera
42	Ingeniero Civil	Alejandro Borráez
43	Especialista Evaluación Económica	Juan Pablo Guaneme

Fuente: Aecom - ConCol, 2018.